Slovo úvodem. Povětroň číslo 5 bude letošní poslední. Máme sice téměř hotovo ještě jedno speciální číslo věnované planetární stezce, ale bohužel, betonování všech sloupků jsme nestihli předtím, než udeřily mrazy. Vydání speciálu proto odkládáme a doufáme, že se na nás čtenář nebude zlobit.

Nejobsáhlejším článkem tohoto čísla je reportáž Pavla Chadimy o observatořích Astronomického ústavu Slovenské akademie věd. Pavel Uhrin přináší zprávu o pravidelném rokycanském semináři, jehož se účastní inovátoři amatérské astronomické techniky (viz krásný nápad se stabilizátorem triedru). Druhou částí pokračuje astronomický kurz a podesáté se objevuje rubrika *Přečetli jsme si*.

Dění na obloze se věnují články Martina Cholasty a Petra Horálka. Nakonec Pepa Kujal a Martin Myslivec píší o fotografické soutěži, respektive o tom, jak vznikly vítězné snímky.

Miroslav Brož

Elektronická (plnobarevná) verze časopisu Povětroň ve formátech PDF, PostScript a HTML je k dispozici na adrese:
⟨http://www.astrohk.cz/ashk/povetron/⟩

Povětroň 5/2004; Hradec Králové, 2004.
Vydala: **Astronomická společnost v Hradci Králové** (4. 12. 2004 na 165. setkání ASHK)
ve spolupráci s **Hvězdárnou a planetáriem v Hradci Králové**
vydání 1., 32 stran, náklad 100 ks; dvouměsíčník, MK ČR E 13366, ISSN 1213–659X
Redakce: Martin Cholasta, Josef Kujal, Richard Lacko, Martin Lehký,
Miroslav Ouhrabka a Miroslav Brož
Předplatné tištěné verze: vyřizuje redakce, cena 35,– Kč za číslo (včetně poštovného)
Adresa: ASHK, Národních mučedníků 256, Hradec Králové 8, 500 08; IČO: 64810828
e–mail: ⟨ashk@astrohk.cz⟩, web: ⟨http://www.astrohk.cz/ashk/⟩

Program Hvězdárny a planetária v Hradci Králové — prosinec 2004

Otvírací dny pro veřejnost jsou středa, pátek a sobota. Od 19:00 se koná večerní program, ve 20:30 začíná večerní pozorování. V sobotu je pak navíc od 14:00 pozorování Slunce a od 15:00 program pro děti. Podrobnosti o jednotlivých programech jsou uvedeny níže. Vstupné 10,– až 45,– Kč podle druhu programu a věku návštěvníka. Změna programu vyhrazena.

Pozorování Slunce — soboty v 14:00
projekce Slunce dalekohledem, sluneční skvrny, protuberance, sluneční aktivita, při nepříznivém počasí ze záznamu

Program pro děti — soboty v 15:00
podzimní hvězdná obloha s astronomickou pohádkou **Orion** v planetáriu, starší dětské filmy, ukázka dalekohledu, při jasné obloze pozorování Slunce

Večerní program — středy, pátky a soboty v 19:00
podzimní hvězdná obloha v planetáriu, výstava, film, ukázka dalekohledu, aktuální informace s využitím velkoplošné videoprojekce

Večerní pozorování — středy, pátky a soboty ve 20:30
ukázky zajímavých objektů večerní oblohy, *jen při jasné obloze!*

Přednášky
sobota 4. 12. v 17:00 — **Morávka a Neuschwansteiun, významné pády meteoritů ve střední Evropě** — RNDr. Jiří Borovička, CSc., AsÚ AV ČR Ondřejov
sobota 11. 12. v 17:00 — **Indonesia Dream: Komodské ostrovy, Sumatra, Národní park Leuser** — p. Milan Jeglík, instruktor potápění a dobrodruh, Brno

Výstava do 29. 12. — po – pá 9–12 a 13–15, st a pá též 19, so 15 a 19
Formule 1 — papírové modely vozů a přileb

Obr. 19 — Sluneční hodiny na jižní stěně observatoře na Skalnatém plese. K článku na str. 4.

Tatranské observatoře Astronomického ústavu SAV

Pavel Chadima

Jako každý student astronomie na matematicko-fyzikální fakultě v Praze musel jsem i já absolvovat dvě několikatýdenní astronomické praxe. Většina těchto praxí se odehrává v Ondřejově, kde sídlí Astronomický ústav Akademie věd České republiky. Na naši školu však došla nabídka praxe na observatoři na Skalnatém plese ve Vysokých Tatrách, která spadá pod Astronomický ústav Slovenské akademie věd. Jelikož mám velmi rád vysoké hory, rozhodl jsem se vykonat obě praxe právě tam. Během svého pobytu jsem poznal nejen tuto observatoř, ale měl možnost navštívit též ostatní observatoře Astronomického ústavu. V tomto článku bych Vám rád popsal jednotlivá pracoviště.

Astronomický ústav je (kromě detašovaného pracoviště v Bratislavě, kde sídlí část oddělení meziplanetární hmoty) celý soustředěn ve východní části Vysokých Tater. Sestává ze tří pracovišť vzdálených od sebe jen několik kilometrů — Stará Lesná, Skalnaté pleso a Lomnický štít.

Stará Lesná

Ve Staré Lesné se nachází hlavní budova Astronomického ústavu. Jde o rozlehlou dvoupatrovou budovu, ve které sídlí skoro všichni zaměstnanci. Byla dostavěna teprve v roce 1986; dříve k tomuto účelu sloužila vila v nedaleké Tatranské Lomnici. Budova leží na odlehlém místě, obklopena lesy a loukami, a proto jsou zde i přes malou nadmořskou výšku 810 m n. m. dobré pozorovací podmínky.

V blízkosti hlavní budovy leží dva pozorovací domečky osazené kopulemi. V jedné z nich se ukrývá stelární dalekohled — Cassegrain o průměru zrcadla 60 cm, osazený fotoelektrickým fotometrem s UBV filtry, který je plně automatizován a řízen z velína umístěného v domečku. Ve druhé kopuli jsou na jedné montáži umístěny dva čočkové sluneční dalekohledy o průměrech čoček 20 cm a 15 cm a ohniskovou vzdáleností 2,65 m, které jsou určeny k pozorování sluneční fotosféry a chromosféry. V minulosti se zde zakreslovaly sluneční skvrny na papír s předtištěným slunečním kotoučem, který byl připevněn na projekční desku přístroje umístěnou v ohnisku dalekohledu; v současnosti jsou ale dalekohledy užívány jen zřídka.

Nejpozoruhodnějším přístrojem je *horizontální sluneční spektrograf*. Přístroj je rozdělen do dvou malých budov. V té menší, opatřené vysouvací střechou, je umístěn coelostat se dvěma rovinnými zrcadly o průměru 60 cm. Zrcadla se otáčejí tak, aby sluneční světlo odrážela do stálého směru, nezávisle na poloze Slunce na obloze. V tomto případě je světlo odráženo směrem k průzoru ve větší budově, vzdálené asi 15 metrů. Zde se světlo odráží od sférického zrcadla o průměru 60 cm a vrací se zpět. Po odrazu od rovinného zrcadla v menší budově se světlo šíří zpět do větší budovy, kde se soustředí v ohnisku hned vedle sférického zrcadla, kde

A jak soutěž dopadla? Na 3. místě se umístila fotografie Franty Červinky s názvem „Souhvězdí Herkula nad hřebenem Vysokých Tater“ (obr. na poslední straně obálky). Na 2. místě se umístila fotografie Martina Myslivce „Rozeta“ a na 1. místě fotografie Martina Myslivce „Koňská hlava“ (viz článek na str. 29). Oběma výhercům gratulujeme!

Již nyní můžete přemýšlet o svých dílech, které přihlásíte do dalšího ročníku soutěže Foto ASHK 2005. Více informací o soutěži bude uveřejněno v příštím čísle Povětroně.

Koňská hlava a Rozeta

Martin Myslivec

Oba snímky, které vyhrály Foto ASHK 2004, byly pořízeny 20. února 2004, když jsem vezl do Jablonce nad Nisou svoji bývalou montáž Martinu Gembecovi.[4] Při té příležitosti jsem samozřejmě neopomněl vzít i svoje vybavení, abych využil zdejší tmavší oblohy. Montáž jsem předal a k večeru jsme vyrazili. Jedinou vadou na kráse jinak bezvadně vymetené oblohy byl velmi silný vítr. Původní plán byl vyjet na hřeben Ještědu, ale když jsme tam dorazili, ukázalo se, že vítr je tak silný, že jsme měli problém ho ustát my, natož montáž s dalekohledem. Jinak byla obloha excelentní. Po půlhodinovém vyhrabávání auta ze závěje, do které jsme zapadli na parkovišti pod vrcholem, jsme se úspěšně vydali zpátky dolů a mířili pod Ještědský hřeben, někam k Českému Dubu. Nakonec jsme to „zapíchli“ po dvacáté hodině na opuštěné silničce u obce Bílá. Vítr stále foukal, odhadem okolo 8 m/s, a to i když jsme byli od východu kryti malým lesíkem, byl jsem tedy zvědav na tuhost mé nové montáže EQ6.

První jde na řadu mlhovina Rozeta (NGC 2237). Nová montáž překvapuje svojí tuhostí a odolává i poměrně silnému větru, s drobnými odchylkami do $30''$ si stíhá poradit autopointer. Po posouzení stavu oblohy natahuji expozici až na 1 hodinu. Poté dělám na zkoušku pár snímků na hypersenzibilizovaný jemnozrnný černobílý Kodak TechPan přes UHC filtr (měl jsem totiž v úmyslu provést kombinaci s barevným snímkem). Mezitím Martina učím zacházet s jeho novou montáží, takže na místě vládne trochu zmatek. Expozice na TechPan končí a dalším plánovaným snímkem je Koňská hlava, a vlastně celé okolí hvězdy ζ Ori. Nasazuji zpátky foťák s dia filmem Kodak E200, ale díky tomu zmatku kolem Martinovy montáže dělám zásadní chybu a zapomínám vyndat z komakorektoru UHC filtr (v tom okamžiku to samozřejmě ještě nevím). Následuje 70-minutová expozice. V jejím průběhu se vítr stáčí z východního na jihovýchodní až jižní, takže přestáváme být kryti malým lesíkem, a nárazy velmi zesilují. Ke konci expozice již začínají problémy s pointací a vítr dále sílí, takže práci definitivně končím. Až do 3. hodiny ranní se jenom díváme na různé objekty, pijeme čaj z termosek a jíme skoro zmrzlou pizzu.

4 Viz jeho WWW stránku ⟨`http://udalosti.astronomy.cz`⟩.

observatoře, kam by se mohl umístit tehdy největší československý dalekohled (reflektor o průměru 60 cm) ze zrušené observatoře. Místo pro její vybudování — Skalnaté pleso — navrhl sám, na základě svých meteorologických měření a dostupnosti tohoto místa lanovkou.

Hvězdárna, jejíž stavba netrvala ani dva roky, byla uvedena do provozu 19. září 1943. Toho dne se na ní uskutečnilo i první vědecké pozorování, konkrétně zákres slunečních skvrn. Observatoř na Skalnatém plese se tak stala jedinou státní observatoří na území tehdejšího Slovenska. Bečvář, který se stal jejím prvním ředitelem, zavedl na hvězdárně vhodné pozorovací programy, které se v rámci ústavu rozvíjejí dodnes: pozorování Slunce, meziplanetární hmoty a později též pozorování hvězd. Hvězdárna na Skalnatém plese je ve světě známá úspěšným hledáním nových komet v letech 1946 až 1959; metodou systematického prohledávání oblohy pomocí binarů zde bylo objeveno 18 z celkového počtu 70-ti celosvětově objevených komet, čímž se v uvedeném období stala tato observatoř jednoznačně nejlepší na světě. Bečvář sám se ve světě proslavil svými, na tehdejší dobu unikátními, hvězdnými atlasy, z nichž nejznámější Altas Coeli Skalnaté pleso 1950.0 sestavil za svého působení na observatoři. Ke konci války dostala ustupující německá vojska pokyn, aby zničila horní stanici lanovky a hvězdárnu. Naštěstí byla strojovna lanovky v horní stanici a její obsluha odmítla německé vojáky vyvézt. Ti už pak neměli čas a sílu se uprostřed zimy sami šplhat nahoru. Díky odvaze tehdejší obsluhy lanovky tak byla hvězdárna na Skalnatém plese uchráněna před zničením, a slouží Astronomickému ústavu dodnes.

Budova observatoře je osazena dvěma kopulemi: menší západní slouží oddělení meziplanetární hmoty (MPH), větší východní pak stelárnímu oddělení. Oddělení meziplanetární hmoty vlastní dalekohled typu Newton o průměru zrcadla 61 cm, v jehož ohnisku je CCD kamera. Dalekohled se používá na fotometrii a astrometrii komet a asteroidů. Velín dalekohledu je o patro níž, odkud vedou do kopule velmi příkré schody. (Řekl bych dokonce, že jde o „spojovací článek“ schodiště a žebříku.) Stelární oddělení má k dispozici Cassegrain o průměru zrcadla 60 cm. („Stelárníci“ tak závidí lidem z MPH, že mají o centimetr větší dalekohled.) Tento dalekohled je osazen fotoelektrickým fotometrem s filtry širokopásmovými UBVR a úzkopásmovými uvby. Pozorování je řízeno z velína umístěného v místnosti vedle kopule. Dalekohled se používá na fotometrii různých typů proměnných hvězd (pulzujících hvězd, zákrytových a symbiotických dvojhvězd, nov), které jsou předmětem zájmu jednotlivých pracovníků stelárního oddělení. V době mého druhého pobytu na observatoři, před necelým rokem, byla ještě automatizace obou dalekohledů vyřešena pouze pro malé posuny. Přechod na pozorování dalšího objektu musel tedy být realizován tak, že si člověk oblékl zimní bundu, vlezl do mrazivé kopule a tam až několik minut nastavoval dalekohled do nové polohy. U stelárního dalekohledu je pro snadný přístup k okuláru malého vyhledávacího dalekohledu k dispozici hydraulická kruhová plošina zabírající skoro celý půdorys

0,35 AU. Právě v té době dosáhne svého nejvyššího jasu (asi 4,5 mag). Pravděpodobně to nebude žádný výrazný objekt, ale bude-li se kometa držet předpovědi, mohla by již koncem prosince 2004 být pěkným objektem na neosvětlené noční obloze v zajímavém hvězdném pozadí zimního nebe. Navíc je jednou z mála komet, jež mají tak příznivé podmínky pro pozorování při maximu své jasnosti.

V polovině listopadu ještě nebyly pro pozorování komety příznivé podmínky. Nacházela se velice nízko v souhvězdí Holubice, později v souhvězdí Rydlo, a byla pozorovatelná nejlépe po jedné hodině ranní, kdy dosahuje nejvyššího bodu nad obzorem při průchodu místním poledníkem. Pomalu však stoupá výše a na přelomu listopadu a prosince vstupuje do jihovýchodní části souhvězdí Eridanus a je již viditelná triedry (6 mag). Zde se pohybuje severním směrem takřka po celý prosinec. V polovině prosince se její podmínky k spatření radikálně zlepšují, protože část souhvězdí s kometou je dostatečně vysoko nad obzorem již kolem osmé hodiny večerní. Vlevo od souhvězdí Eridanus je proslulé a krásné souhvězdí Orion. Jako „Vánoční“ lze kometu spatřit poněkud obtížněji, protože Měsíc je 26. prosince v úplňku, od komety zhruba 40° severovýchodně. (Na Štědrý den je ještě o 10° blíže.) Dne 27. prosince vstupuje vlasatice do jihozápadního cípu souhvězdí Býka a její pohyb na obloze už je značný, poněvadž kometa se rychle přibližuje k Zemi. Zajímavou podívanou nabízí v sobotu 8. ledna roku 2005, kdy se za bezměsíčné noci přiblíží velice těsně k jasné a bohaté otevřené hvězdokupě M 45 Plejády v Býku. Od objektu ji oddělují necelé 3°. Kometa má pravděpodobně jasnost kolem 5 mag a mimo městské osvětlení je již pěkným, byť slabým objektem pro volné oko. Avšak v malém dalekohledu nabízí určitě nedocenitelnou podívanou. Jestliže má dostatečně dlouhý chvost, tak ten již v malém dalekohledu hvězdokupu překvapivě „protíná“. To nejlepší však přichází o několik dní později. Dne 10. ledna vlasatice vstupuje do jižního okraje souhvězdí Perseus a začíná být cirkumpolární (tj. viditelná po celou noc). Po setmění bývá velice vysoko nad obzorem, téměř v nadhlavníku, a zároveň dosahuje nejvyššího jasu. Teď již není žádné větší zábrany k jejímu spatření, prochází Mléčnou dráhou (mimo město je to zřetelný, poměrně jasný úsek). Z jasných hvězd míjí 16. ledna β Persei – Algol, známou zákrytovou dvojhvězdu, těsně se setká s ι Persei 21. ledna a 24. ledna s γ Persei. Do Kassiopei vstupuje 26. ledna a pomalu slábne. Nachází se asi 5° východně od známé dvojité otevřené hvězdokupy χ a h Persei. 18. února se přesouvá do Kefea a v první dekádě měsíce března míjí o 5° severní pól z východní strany. Zde její viditelnost malými dalekohledy patrně končí. Jinak bude od nás sledovatelná až do září roku 2005.

Vzhledem k tomu, že po setmění bude kometa v maximu jasnosti a zároveň v oblasti nadhlavníku, nebude tak obtížné ji najít ani v blízkosti většího města. Je také nutno podotknout, že vývoj jasnosti komet, jako jeděnch z mála nebeských objektů, je velice těžko předpověditelný. Zvláště pak, když kometa míjí Zemi v malé vzdálenosti. Jak se bude kometa Machholz chovat v budoucnu, je

Lomnický štít

Poslední tatranskou observatoří je koronální stanice, která je částí nejvýše položené budovy Slovenska, umístěné na samém vrcholku Lomnického štítu (2 632 m nad mořem). Na vrchol vede visutá kabinová lanovka, která se klene nad hlubokou strží pod masivem Lomnického štítu. V nejvyšším bodě této „vzdušné jízdy" je kabina asi 300 metrů nad zemí. Výstavba této budovy vzešla z iniciativy lidí (mezi nimiž byl i Bečvář), kteří chtěli na vrcholu štítu založit observatoř a meteorologickou stanici. Schválení stavby napomohl především fakt, že vrchol byl již od roku 1940 dostupný výše zmíněnou lanovkou, a tak bylo možno nahoru dopravovat pracovníky a stavební materiál. Stavba samotné budovy trvala pět let (1957–1962). A jde o jedinečné dílo, které je svědectvím nesmírné schopnosti lidí té doby. Kromě meteorologické stanice a observatoře je zde též malá restaurace a vyhlídková plošina. Obojí tu vzniklo pro potřeby turistů po zpřístupnění Lomnického štítu veřejnosti.

Na střeše budovy je velká kopule, která v sobě ukrývá dvojitý sluneční korónograf. Jde o dva identické čočkové dalekohledy, umístěné na jedné montáži, které mají průměry čoček 20 cm a ohniskové vzdálenosti 4 m. Uvnitř obou dalekohledů je umístěn terčík, který zakrývá sluneční kotouč tak, aby se daly dobře pozorovat protuberance a koróna. Jeden z dalekohledů je vybaven sadou filtrů a CCD kamerou, pomocí níž jsou pořizovány snímky protuberancí a vnitřní koróny. Druhý dalekohled je opatřen spektrografem, který sleduje změny emisních čar v koroně. Tato observatoř má vzhledem ke své nadmořské výšce skvělé pozorovací podmínky. Díky dlouholetému systematickému pozorování fotometrických a spektroskopických změn sluneční koróny, v závislosti na fázi slunečního cyklu, se řadí mezi nejlepší pracoviště svého druhu na světě.

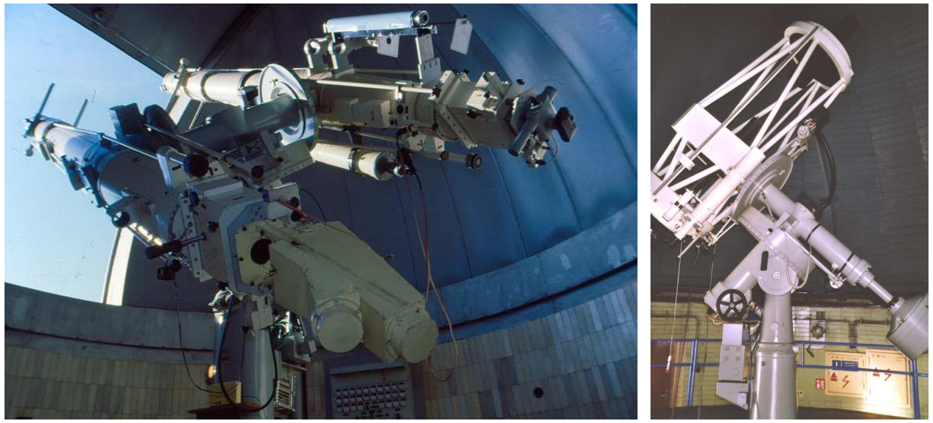
Praktické informace

Domnívám se, že článek mohl inspirovat některé čtenáře, zvláště pak milovníky hor, k návštěvě uvedených observatoří. Z tohoto důvodu bych rád připojil několik praktických rad a informací. Předem bych však chtěl upozornit, že uvedené observatoře jsou veřejnosti nepřístupné, i když jsou povoleny výjimky, zvláště pak, jde-li o organizované skupiny s určitým vztahem k astronomii. Pokud si však budete chtít observatoře prohlédnout jinak než zvenku, bylo by vhodné se ohlásit vedoucímu některého z oddělení Astronomického ústavu, a slušně ho o to poprosit.

K návštěvě Vysokých Tater se hodí spíše jaro nebo podzim. V těchto obdobích není sice takové teplo jako v létě, zato bývá mnohem lepší počasí. Pro cestu na Slovensko bych Vám doporučil některý z nočních lehátkových rychlíků jedoucích z Prahy anebo z Pardubic přímo do Popradu. Z Popradu do Tatranské Lomnice lze jet buď vlakem nebo úzkokolejkou provozovanou soukromým dopravcem. Popis cesty z Tatranské Lomnice do Staré Lesné je trochu složitější, proto se raději někoho zeptejte sami. Na Skalnaté pleso se dostanete kabinkovou lanovkou za

Už zbývá jen třetina úplného zatmění. Šlapu tedy po mokrém a bahnitém poli. A někteří lidé vstávají, v dáli nastupují do autobusu. Přesto je ještě pořádná tma. Fotím poslední volné snímky a kochám se. Daleko přede mnou je silnice a benzínová pumpa. Nahoře zšedlý Měsíc a kdesi pod ním „v mlze mlzoucí" leží krásná Seč. Čas jde dál. Chtěl bych být na Seči, ale co nadělám. Strašně rád bych jednou viděl měsíční zatmění u přehrady pod chatou. Tak snad mi vyjde březen 2007. Tři dlouhé roky.

Zatmění končí, je tři čtvrtě na šest. Pln hrdosti a díků nepřítomné Renatě Křivkové stojím sám v poli, skoro sám astronom. Nikde nikdo další. Pardubice jsou tak veliké a nikdo sem nejde pozorovat zatmění Měsíce. Nechápu to. Tak si pouštím hudbu do sluchátek a vzápětí mi dochází ve foťáku film. Nemá smysl vybalovat další. Práce končí, zatmění pomalu též.



Obr. 4 — Dalekohledy Astronomického ústavu: vlevo dvojitý koronograf na Lomnickém štítě (dalekohled blíže je osazen spektrografem, druhý CCD kamerou), vpravo stelární dalekohled na Skalnatém plese.

Rokycany 2004

Pavel Uhrin

V Rokycanech se každoročně koná seminář majitelů a konstruktérů amatérských dalekohledů. Letošní setkání proběhlo poněkud opožděně než bylo původně plánováno, a to v termínu 5. až 7. listopadu.

Tradicí je páteční začátek semináře, spojený s malým pohoštěním v podobě grilovaných klobás a kávy. Obvykle následuje prohlídka hvězdárny a pozorování dalekohledy, ale letos nám nepřálo počasí. Alespoň jsme při prohlížení fotografií zavzpomínali na letní dovolenou s dalekohledem, jež se konala v Pivoni.

Přepadl mě smutek. Venku prší, bělavé mraky se ženou rychle na sever a nikdo už nikam jinam vyjet nechce. Jakoby každý ztratil poslední kapku víry. Vašek Knoll zůstává doma, Martinovi Lehkému to je skoro jedno, protože chtěl stejně jen fotit a já už mám jen jedinou šanci — Renatu Křivkovou. Tak ji volám, ale ani té se nechce kupříkladu na Seč. A přitom je tam teď tak krásně, i přes to počasí. Renata prý bude mít zapnutý mobilní telefon a kdyby bylo najednou hezky, tak ať ji zavolám. Přepadá mě o to větší smutek. Zabalený batoh zůstává ležet na posteli. A úplňkový Měsíc už asi vyšel nad obzor...

Je stále středa, koukám se na nějakou romanci v televizi a to poslední, co bych teď šel dělat, je spaní. Koukám na hodinky a blíží se půlnoc. Bezmocně hledím z okna ven, jestli by se tam neukázala nějaká malinká skulinka mezi mraky pro Petra Horálka. Pohlížím co nejvýše až k hraně střechy protějšího domu. A tu přichází šok — to místo mezi mraky je mnohem světlejší a jasně modré. Hurá! Měsíc prosvítá! Okamžitě vylézám z pokoje. Všichni spí. Vstupuji po tmě do obýváku, kde bdí můj otec, a otáčím nejdříve žaluziemi. To nestačí — Měsíc je příliš vysoko. Otevírám balkon... je tam!

Běžím tedy do kuchyně, kde nám stojí televize s teletextem. Radostí mi buší srdce. Sice do Říček nepojedu a neuvidím kometu Machholz při totálním zatmění, ale samotný úkaz ano. Tedy doufám. Musí to vyjít. Na teletextu běží aktuální počasí. Další dvě hodiny přebíhám od balkonu k televizi a pak k sobě do pokoje, kde vyčkává telefon. Při každé aktualizaci stránek si v hlavě vytvářím mapu oblačnosti. Brno, Přerov a jihovýchodní Čechy — všude tam je polojasno. A střecha protějšího domu se stříbřitě leskne.

Volám zbrkle Renatě a líčím ji svoje rozličné pocity. Prý stejně nespala, protože jí už dříve volal Vašek. Chudák ženská. Nakonec se stane největší obětí právě ona. Ať prý počkám, že se to ještě může změnit. Ale ne. Já začínám věřit. Věřit, že to vyjde.

Je před třetí hodinou, tak vzrušeně popadám batoh s tolika nepotřebnými věcmi a mizím z bytu. Takové radosti najednou. Jen kdyby... no dobře. Nemůžu přeci chtít úplně všechno. Do pěti minut stojím u Renatina auta. A Měsíc už jemně a řídce tmavne. Občas přes něj přechází kupa rychlých oblaků a on sám je zahalen rouškou bělavého mlíčka vysokých cirrostratů. Ale to mi nevadí. Navíc jsou vidět i nějaké hvězdy! Výborně!

Čekám asi tak čtvrt hodinky a zatím vedle mě posedává banda překupníků elektroniky. Čeká na obchoduchtivé taxikáře. Vsadím se, že to někde ukradli, ale raději se do ničeho míchat nebudu. Koneckonců i mě se ptali, jestli něco z toho nechci. Namísto odpovědi jsem jim ukázal Měsíc, a že za patnáct minut začne zatmění. Koukali na mě jak na sněhovou vločku v horké polévce. Á, na kole přijíždí Renata. Bydlí už totiž jinde a to auto patří jejím rodičům. Krátce ve svém bytě hledá klíče a já hledím k Měsíci vedle lampy. Na jeho levém horním okraji se razantně stmívá.

Astronomický kurz (2) — Vznik planet

Miroslav Brož

Pokračování

Čtyři fáze vzniku planet

Vznik planet lze rozdělit do několika fází, kterých se budeme držet i v dalším výkladu:

(1) formování pevných částic a jejich usazování ve středové rovině;
(2) kolizní růst na řádově kilometrové planetesimály;
(3) gravitační spojování planetesimál na planetární embrya (asi o velikosti Měsíce až Marsu);
(4) vznik planet, u obřích planet ještě akrece plynu.

Všimněme si, že hmotnosti prvotních prachových zrníček a výsledných planet se liší o nějakých 30 až 40 řádů. Časová škála je přitom 10 až 100 My. Evidentně je zcela nemožné takový proces počítačově simulovat najednou. Proto jsou výše uvedené fáze užitečné. Musíme zkoumat třeba jen prachová zrnka v nepatrné části mlhoviny, jen pár tisíc planetesimál v omezeném objemu atp.

V nebulární teorii zůstávají alespoň tři důležité, a přitom neuspokojivě řešené problémy:

(1) Jak vzniklo chemické rozrůznění v mlhovině? To je problém obtížný proto, že typická časová škála ochlazování mlhoviny je srovnatelná se škálou, na níž probíhají chemické reakce. Jedná se tudíž o nerovnovážné procesy, které jsou popsané složitějšími fyzikálními zákony.
(2) Jak vznikly velké planety? Hvězdný vítr mladé hvězdy ve fázi T-Tauri (obr. 6) je natolik mohutný, že během prvních 10 My zcela „rozfouká“ zárodečnou mlhovinu. Vznik velkých planet, které mají objemné plynné pláště, je tímto časovým intervalem velmi omezen a musíme hledat takové mechanismy, které překotný vznik plynných obrů umožní.

Obr. 6 — Hvězda ve fázi T-Tauri. Silný hvězdný vítr interaguje s mezihvězdnou látkou a vytváří zářící zhuštěniny zvané *Herbigovy–Harovy objekty*.

(3) Jak se přenesl moment hybnosti ze Slunce na planety? (Slunce totiž obsahuje 99,9 % hmotnosti, ale 98 % celkového momentu hybnosti sluneční soustavy je

aktivního disku i sekundární hvězdy, kde dochází k rekonexím magnetického pole a erupcím. (astro-ph/0410273)

Rucinski aj. zkoumali hvězdu κ_1 Cet pomocí satelitu MOST. Fotometrické sledování trvalo nepřetržitě 30 dnů a dosáhlo přesnosti 10 µmag. Byly objeveny dvě velké skvrny, které rotují s odlišnými periodami (8,9 a 9,3 dne), což je projevem diferenciální rotace hvězdy. (astro-ph/0410533)

Plez aj. úspěšně změřili obsah olova ve hvězdě CS 31082-001, u níž byly již dříve spektroskopicky potvrzeny různé izotopy uranu a thoria. Olovo zde bylo očekáváno, protože je produktem rozpadu těchto nestabilních prvků. (astro-ph/0410628)

Přibyl, T. *Asijští tygři nastupují.* Kozmos 5/2004 pojednává o možném budoucím rozvoji kosmonautiky v Japonsku, Číně a Indii, který je samozřejmě ovlivněn i kosmickými programy USA, Ruska a Evropy.

Sasaki, T. aj., *Astrophysical Journal*, **615**, 2, s. L161 změřili dalekohledem Subaru spektra asteroidu Karin (který je největším členem stejnojmenné kompaktní skupiny) a zjistili, že se mění podle rotační fáze od typu S do typu Q. Odtud plyne, že jedna strana asteroidu je mladá a skupina Karin tedy pravděpodobně vznikla kráterováním, nikoli rozpadem celého asteroidu.

Dění na obloze v lednu 2005

Martin Cholasta

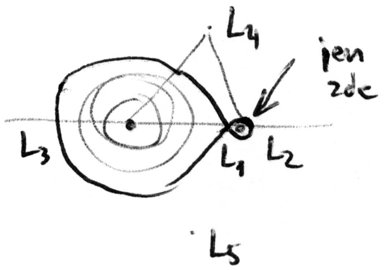
Nastala zima a nezadržitelně se blíží Vánoce. Mráz, který v této době provází noční pozorování, je jistě vyvážen pohledem na krásné mlhoviny a hvězdokupy přes čirou zimní atmosféru. Protože vzduch bývá dosti neklidný, oblohu zdobí mihotající se hvězdy. V lednu můžeme zvečera současně vidět hned osm hvězd, jejichž jasnost je vyšší nebo rovna 1 mag.

Připomeňme, že ještě 13. 12. večer lze pozorovat krásně barevné Geminidy, což je výjimečný meteorický roj, jehož mateřským tělesem není kometa, ale planetka (3200) Phaeton. Na Vánoce můžeme očekávat kometu C/2004 Q2 (Machholz), o níž pojednává článek Petra Horálka na str. 26. Koncem prosince, 29. 12. ráno, nezapomeňme fotografovat vzájemné přiblížení Merkuru, Venuše, Marsu a Antara.

Přehled lednových úkazů začneme hned 3. 1. večer, kdy nastává maximum meteorického roje Kvadrantid. Radiant však bude velmi nízko nad severním obzorem a můžeme tedy očekávat spatření nejvýše 10 meteorů za hodinu. Tutéž noc, 4. 1. ráno, proběhne konjunkce Jupitera s Měsícem. O tři dny později, 7. 1. ráno, bude k vidění konjunkce Marsu, srpku Měsíce a hvězdy Antares.

Těsná konjunkce Venuše s Merkurem 14. 1. může být pozorovatelná před východem Slunce, okolo 7 h 20 min SEČ; planety bude dělit jen 20′. Naštěstí se vůči sobě nepohybují příliš rychle, takže přiblížení zkusme pozorovat i několik dní předtím a potom.

Třetí pohled na týž problém poskytuje řešení omezeného problému tří těles (obr. 9): představme si nejhmotnější Slunce, pak nějaký zárodek budoucí planety okolo něj obíhající a nakonec spoustu velmi málo hmotných tělísek. V soustavě souřadnic, která se otáčí s budoucí planetou, pak můžeme kreslit ty oblasti, kde mají ona malá tělíska dovolený pohyb. Vidíme, že pokud se všechna malá tělíska nabalí na zárodek a v malém laloku již prakticky žádná nezůstanou, ostatní se vůbec nemohou k zárodku planety přiblížit, a tedy ani přispět k dalšímu zvětšení jeho hmotnosti. Jinými slovy: příznivé shlukování částeček může nastat pouze lokálně, a nikoli v celém disku najednou.



Obr. 9 — V omezeném problému tří těles se mohou nejméně hmotné částečky s danou energií pohybovat pouze ve vymezených oblastech prostoru, a proto se některé k zárodku planety vůbec nepřiblíží. (Písmeny L jsou vyznačeny Lagrangeovy body.)

Co je cílem? Chceme se stručně seznámit s nejdůležitějšími procesy, které daly vzniknout planetesimálám: (i) s kondenzací plynu, (ii) s náhodnými srážkami částic a jejich postupným „nabalováním", (iii) s poklesem částic k rovině disku a (iv) s radiálním pohybem částic směrem k Slunci.

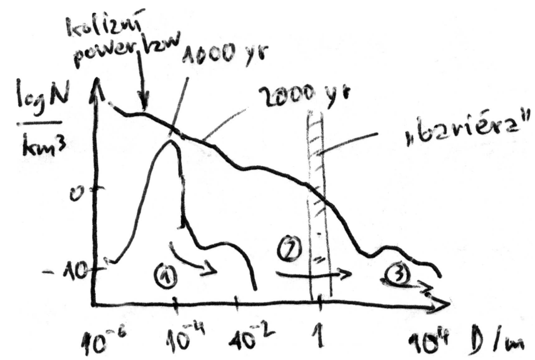
Formování prachových částic

Kondenzace plynu. Kondenzace (tj. vznik shluků atomů a následně pevných částeček) začíná tehdy, když teplota plynu poklesne na 1 200 až 1 700 K. Nejprve se z plynu vylučují refraktorní (netěkavé) prvky, případně jejich sloučeniny: oxidy Al, Ca, Ti nebo kovy Fe, Ni. Při dalším poklesu teploty vznikají silikáty a minerály bohaté na vápník. Nejpozději kondenzuje voda (H_2O) a vzniká směs ledů vody a amoniaku (NH_3). Protože byl v disku nízký tlak, je kondenzační teplota vody nízká, pouze okolo 200 K. Nemohla se tedy vytvořit příliš blízko Slunci, protože tam teplota nikdy pod 200 K neklesla; hranice se pohybuje někde mezi 3 a 4 AU, tj. v dnešním pásu planetek. Ve větších vzdálenostech od Slunce, asi za 10 AU, mohou ještě vzniknout led metanu (CH_4) a vodní led, v němž prostorově uspořádané molekuly H_2O „uvězňují" molekuly CO nebo N_2 (takovým látkám se říká klatráty).

Proč vznikají právě tyto sloučeniny? Zřejmě proto, že jsou tvořeny těmi nejběžnějšími chemickými prvky, které byly obsažené již v zárodečné mlhovině (tab. 1-1). Navíc za hustot a teplot, které v disku panovaly, dochází přirozeně k chemickým reakcím atomů a tvorbě molekul.

condensation [kənden'seišn] — kondenzace
drag [dræg] — strhávání
dust grain [dast grein] — zrnko prachu; jejich akumulací vznikají větší tělesa
Laplace plane [la'plas p'lein] — Laplaceova rovina
melt [melt] — roztavení
planetary embryo [plænetəri embriou] — planetární zárodek; jejich srážkami vznikaly terestrické planety nebo jádra velkých planet
planetesimal [plæni'təsiməl] — planetesimála, těleso o průměru řádově 1 m až 10 km
restricted 3-body problem (RTBP) [restriktəd θri:bədy probləm] — omezený problém tří těles
settlement [setlment] — usazení v rovině disku
size distribution (SFD) [saiz distribju:šn] — rozdělení četností velikostí
tidal force [taidl fo:s] — slapová síla
T-Tauri [ti:to:ri] — eruptivní fáze v počátcích vývoje hvězdy
turbulence [turbju:ləns] — turbulence

[1] Bertotti, B., Farinella, P., Vokrouhlický, D. *Physics of the Solar System.* Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. ISBN 1402014287.
[2] Brož, M. *Astronomický kurz Hvězdárny Hradec Králové* [online]. [cit. 2004-11-04]. ⟨`http://www.astrohk.cz/kurz/`⟩
[3] de Pater, I., Lissauer, J. J. *Planetary Sciences.* Cambridge: Cambridge University Press, 2001. ISBN 0521482194.
[4] Weidenschilling, S. J. *Formation of Planetesimals and Accretion of the Terrestrial Planets. Space Science Reviews*, **92**, 1/2, s. 295–310, 2000.



Obr. 15 — Rozdělení četnosti logaritmu koncentrace $\frac{\log N}{\mathrm{km}^3}$ částic ve středové rovině disku podle jejich velikosti D. Jsou znázorněny situace v čase $t = 1\,000$ y a $2\,000$ y. Číslicí v kroužku je vyznačen proces, který rozdělení velikostí ovlivňuje nejvýrazněji: (1) usazování v rovině disku, (2) kolizní růst a (3) gravitační růst. Šrafovaná oblast značí problematickou velikost okolo 1 m. Podle Weidenschilling (2000).

Podle radiometrických dat byly tyto prvotní částice velmi záhy (do 1 My) přetaveny, staly se kompaktnější a vytvořily tak *vápnito–hlinité inkluze* (CAIs) a *chondry* (ty se dodnes zachovaly pouze v obyčejných chondritických meteoritech, které už nebyly později přetavené nebo jinak přeměněné). Jejich krystalická struktura naznačuje, že zahřátí a ochlazení muselo proběhnout velmi rychle, na časové škále několika minut nebo desítek minut. Snad se na tom podílely sluneční erupce, vyvolané změnami magnetického pole, nebo elektrické výboje v disku.

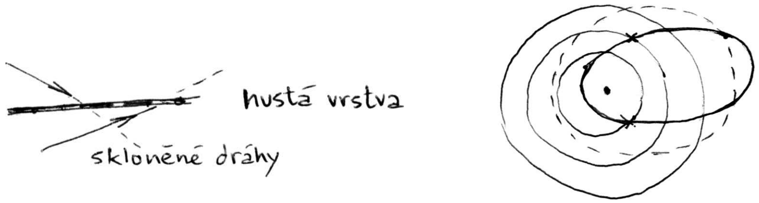
Pokles k rovině disku. Kdyby částice zůstaly rozptýlené v tlustém disku, nedocházelo by dost často k jejich setkávání a dalšímu rychlému růstu. Z tohoto hlediska bylo velmi důležité, že částice rozptýlené nezůstaly, ale soustředily se poblíž středové roviny disku. (Mějme stále na paměti, že velké plynné planety musejí vzniknout do 10 My. Kdybychom měli dost času, třeba miliardu let, mohli bychom si počkat, až se zrníčka náhodou potkají.) Středová rovina, která je kolmá na vektor celkového momentu hybnosti, se nazývá *Laplaceova rovina*.

Jak bychom mohli odhadnout rychlost klesání k rovině disku? Jako obvykle zkusíme sestavit rovnici pro pohyb prachové částečky. Zrychlení ve směru z je rovno

$$\frac{\mathrm{d}^2 z}{\mathrm{d}t^2} = g_z + \frac{F_D}{M_S}\,, \tag{2}$$

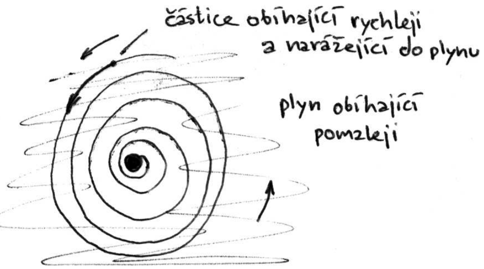
kde g_z označuje zrychlení působené gravitační silou Slunce, M_S hmotnost částečky a F_D sílu, kterou na částečku působí okolní plyn. Copak, gravitační zrychlení g_z je jednoduché, to vypočítáme z Newtonova zákona, ale síla F_D je nepochybně složitý výraz, závisející samozřejmě na hustotě plynu (ta se mění se z i r), na vzájemné rychlosti plynu a částečky, jejím průřezu a dalších parametrech. My tuto složitou pohybovou rovnici řešit nebudeme, ale kdybychom to udělali, získali bychom funkci $z(t)$, z níž bychom mohli odhadnout, jak dlouho takový pohyb trvá. V našem případě vychází typická časová škála $\tau_S \simeq 50$ roků. Čili — za několik desítek let prachová zrna „sesednou“ k rovině disku a podle (1) za tuto dobu stihnou narůst až do rozměru $R_S \simeq 30$ cm.

Soustředění částic ve středové rovině napomáhají také vzájemné srážky: částice letící „zhora nebo zdola“ při takových srážkách předávají hybnost ve směru z částicím v husté středové rovině (obr. 12). Podobně částice, které mají výstřednou dráhu, kříží dráhy ostatních a působením srážek se jejich dráhy postupně stávají kruhovými. Vlastně to funguje podobně jako v dnešních saturnových prstencích.



Obr. 12 — Zmenšování sklonů a výstředností drah při srážkách částic.

Radiální drift. Kdyby všechny částice v disku obíhaly „spořádaně“ po stabilních kruhových trajektoriích, neměly by tolik příležitostí k vzájemnému potkávání, a to by bránilo růstu. Naštěstí existuje jeden mechanismus, který posouvá částice směrem k Slunci. Je to tření o plyn, který, jak víme z minula, díky gradientu tlaku obíhá *pomaleji* než pevné částice. Zrychlení pochopitelně působí proti směru pohybu částic, brzdí je, zmenšuje jejich kinetickou energii a následkem toho částice padají po spirále k Slunci (obr. 13).



Obr. 13 — Částice „spirálující“ k Slunci.

Jak vidíme, mechanismus není zcela jednoduchý, a proto jej zopakujme ještě jednou, ale jinými slovy: plyn se díky odpudivým elektromagnetickým silám mezi atomy a molekulami „nadlehčuje“ v gravitačním poli Slunce, působí na něj menší dostředivá síla a obíhá okolo Slunce rychlostí menší než keplerovskou (1-11). Do větších pevných částic tak v průměru naráží „zpředu“ více molekul plynu než „zezadu“ a díky této výměně hybnosti vzniká třecí síla zpomalující pevné částice. Tato síla však nepůsobí proti směru gravitace, jako gradient tlaku, ale proti směru pohybu, kolmo ke gravitaci! Proto se pevné částice jednoduše nezpomalí na rychlost plynu, ale místo toho se pohybují po spirále a pokud jim v tom něco nezabrání, spadnou na Slunce.

Uvědomme si ještě, že když plyn zpomaluje částice, pak zároveň částice urychlují plyn, a ten se od Slunce musí vzdalovat. Nemůže náhodou tento efekt plyn úplně „odfouknout“ od Slunce? To samozřejmě záleží na tom, jaký je poměr celkové hmotnosti plynu a pevných částic, jak je plyn hustý, jak je velký gradient tlaku apod. Soudě podle vzhledu současných planet, byl v našem disku plyn řádově hmotnější než pevné částice a k výraznému pohybu plynu pak nedošlo. Evidentně je to však jeden z procesů, kterým se v disku přenáší moment hybnosti.

Rychlost pádu částic na Slunce se bude lišit podle velikosti částic. Bude existovat jistá „optimální“ velikost, pro kterou je pád nejrychlejší, což lze snadno nahlédnout: jedná o klasický případ povrchové síly (úměrné průřezu tělesa), takže