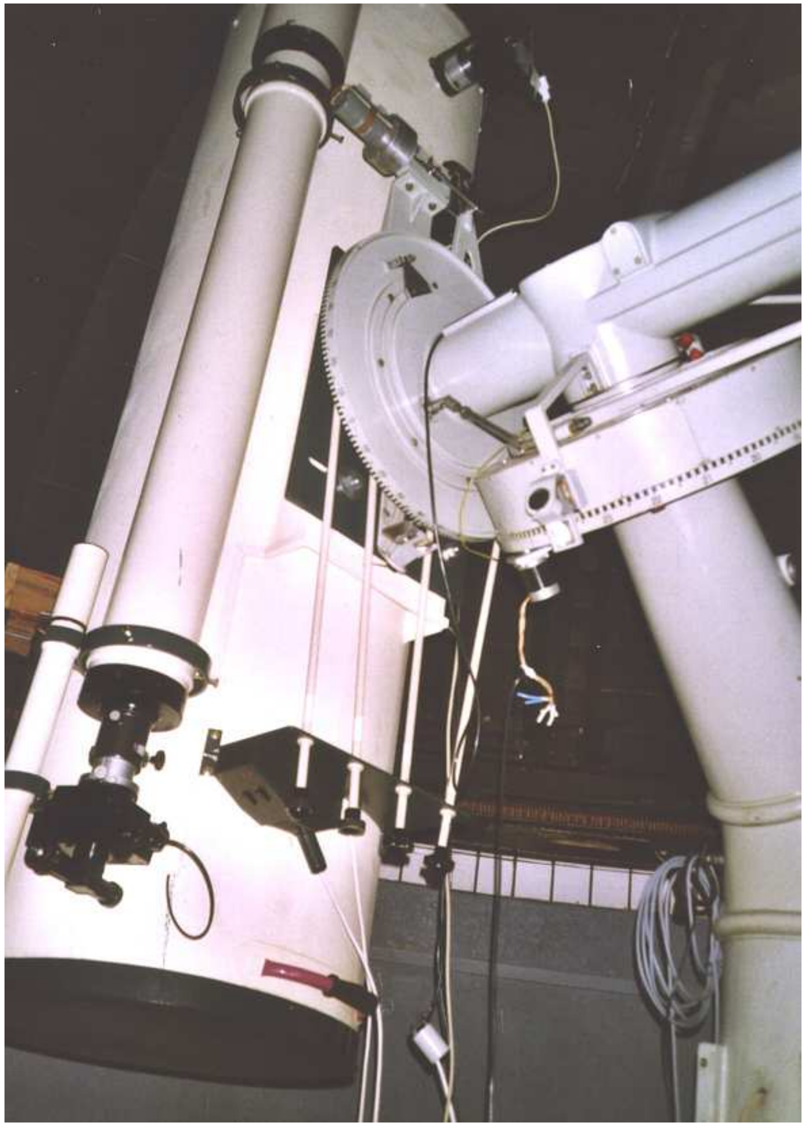
Obr. 20 — Herkules nad hřebenem Vysokých Tater. Foto Franta Červinka. K článku na str. 28.

Obr. 21 — Rozeta (NGC 2237). Foto Martin Myslivec. K článku na str. 29.

POVĚTROŇ

Královéhradecký astronomický časopis číslo **5/2004**
ročník **12**



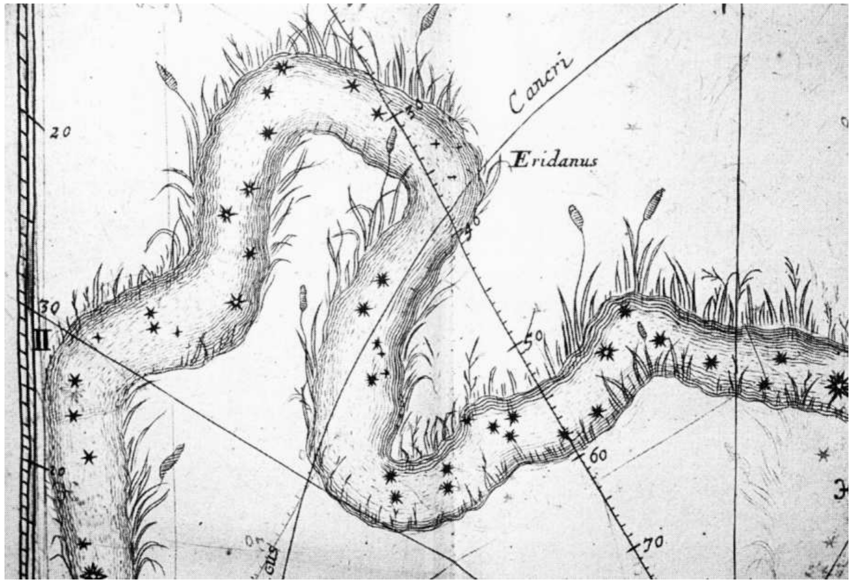
K ránu jsme se vrátili do Jablonce a já po krátkém prospání pokračoval dále do Hradce, s dobrým pocitem, že budu mít pár velmi povedených snímků. Po exponování několika dalších snímků zde na Hradecku jsem jako obvykle nevydržel, film potmě rozstřihnul, převinul do kazety a dal vyvolat. Když jsem po dvou dnech vyvolaný film dostal, nestačil jsem se divit. Rozdíl mezi snímky pořízenými u Bílé a u Hradce je velmi výrazný. Snímek Rozety (viz zadní stranu obálky) je použitelný takřka bez úprav, ale zato Koňská hlava (obr. 18) vypadá nějak divně — je celá červená, dokonce i hvězdy, prostě vše. Teprve nyní jsem si uvědomil svoji chybu, že jsem pořídil záběr mlhoviny ve spektrální čáře H_α, ale na barevný film. Na snímku jsou však nádherné detaily a struktury mlhovin v pozadí, a proto jsem snímek naskenoval a dále jej prezentuji jako černobílý. Má také něco do sebe.

Obr. 18 — Koňská hlava.

Na závěr uvedu technické detaily ke snímkům: oba byly pořízeny Newtonem 210/1000 mm vlastní výroby, s optikou z Vývojových optických dílen Turnov a s komakorektorem Celestron MPCC 2″; světelnost celé soustavy je $f/5$. Dalekohled byl umístěn na montáži SYNTA EQ6. Snímky byly pointovány autopointerem vlastní výroby, složeného z webkamery Philips ToUcam Pro, pomocí mimoosého pointeru (OAG) Tracker III. Fotografický materiál byl diapozitivní film Kodak E200, vyvolaný na 400 ASA (Push1 procesem).

Obsah

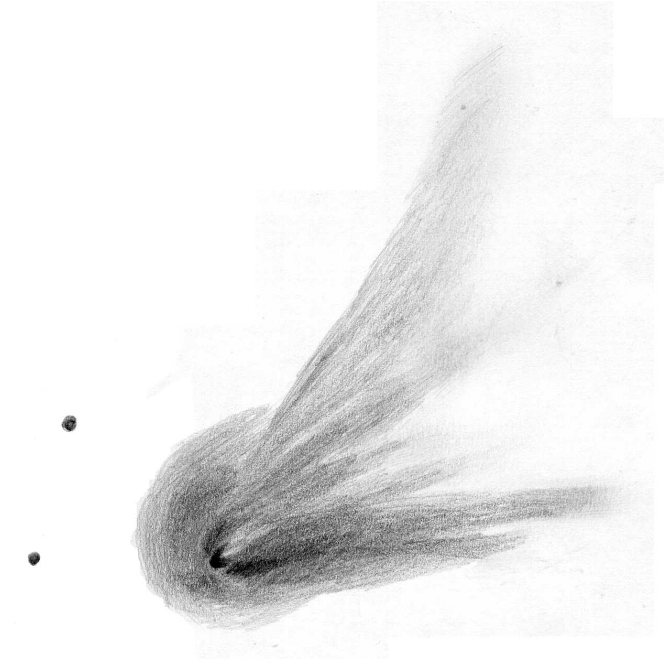
strana



Titulní strana: Dalekohled oddělení meziplanetární hmoty Astronomického ústavu Slovenské akademie věd na Skalnatém plese. K článku na str. 4.

tedy skutečně „ve hvězdách“. Jisté ale je, že vlasatice skýtá krásný pohled už nyní a její jasnost (k datu 20. listopadu 2004) je vyšší asi o 0,8 mag, než udává předpověď.

[1] *Zpravodaj Společnosti pro výzkum meziplanetární hmoty č. 11 a č. 13.*
[2] Příhoda, P. aj. *Hvězdářská ročenka 2004.* Praha: Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, 2003. ISBN 80-86017-38-9.



Obr. 17 — Kresba komety C/2004 Q2 (Machholz).

Výsledky soutěže Foto ASHK 2004

Josef Kujal

Při listopadovém setkání členů ASHK proběhla závěrečná část 3. ročníku soutěže Foto ASHK 2004, a to prezentace výsledků a následná volba vítězného snímku.

Všichni přítomní účastníci setkání měli možnost vybrat z fotografií, které byly přihlášeny do soutěže, tři snímky. Vybrané fotografie hodnotili prvním až třetím místem. Do soutěže se zapojilo osm autorů s celkovým počtem 22 fotografií. Účastníci setkání ohodnotili 16 z 22 fotografií.

je instalována štěrbina spektrografu. Systém sférického a rovinného zrcadla tvoří mimoosový dalekohled o ohniskové vzdálenosti 35 m.

Spektrograf sám je tvořen zatemněnou, asi 10 metrů dlouhou místností, která vyplňuje převážnou část větší budovy. Sluneční světlo vstupuje štěrbinou do místnosti, na její protilehlé stěně se odráží od kolimátoru o průměru 25 cm a dopadá na mřížku umístěnou vedle štěrbiny. Odrazem na mřížce se světlo rozloží, letí ještě jednou k protilehlé stěně, kde se část spektra odrazí od kamerového zrcadla o průměru 40 cm a nakonec dopadá na fotografickou desku. Použitím hranolu je možno světlo odklonit a pozorovat spektrum kalibrovaným okulárem.

Tento unikátní přístroj se dnes už nepoužívá, neboť pro pozorování Slunce byly sestrojeny lepší přístroje, umístěné na vhodnějších místech na Zemi. Svůj podíl na tom má i nedostatek finančních prostředků uvolňovaných státem na vědu a výzkum. Pracovníci oddělení fyziky Slunce proto raději využívají observačních dat získaných z internetových databází, k nimž mají přístup díky dlouholeté zahraniční spolupráci.

Obr. 1 — Areál Astronomického ústavu ve Staré Lesné. Uprostřed je hlavní budova, v popředí kopule slunečního dalekohledu, v pozadí vystupuje masiv Lomnického štítu.

Skalnaté pleso

Observatoř na Skalnatém plese (1 783 m n. m.) je nejstarším pracovištěm současného Astronomického ústavu. Zásluhu na jejím založení má Antonín Bečvář (1901–1965). Tento významný astronom se narodil ve Staré Boleslavi. Mládí prožil v Brandýse nad Labem, kde už ve svých 26 letech postavil malou hvězdárnu na zahradě rodinné zemědělské usedlosti, a začal provádět svá první pozorování (tato hvězdárna dodnes stojí). Po studiu klimatologie a astronomie na Přírodovědecké fakultě University Karlovy začal pracovat jako klimatolog na Štrbském plese. Po mnichovské dohodě v roce 1938 musela být jediná slovenská astrofyzikální observatoř ve Staré Ďale zrušena. Proto Bečvář prosadil vybudování nové slovenské

Od jihu se přihnaly mraky a na východě začalo svítat. Venuše už taky prozařuje mlhou. Tak jsem se sbalil a pomalu šel. Jen občas jsem pohlédl mezi protržená mračna, kde se tísnil z půlky ozářený Měsíc. Byl jak čepice visící nad městem. Došel jsem domů a táta už byl vzhůru. Prý jsem ho probudil, jak jsem bláznil o půlnoci na balkoně, a pak už nemohl spát. Prý zatmění sledoval také. Tak to bravo. A co Vašek? Byl na balkoně svého domu. Nás s Renatou neviděl a neslyšel. Jen se kochal a kochal. Odnesl si z toho asi tolik krásy, co já.

Den zatmění přinesl nad území Anglie mohutnou a podle televizních záběrů ničivou bouři. Veškerá oblačnost v severní, východní a západní Evropě byla závislá na centru rotace, v němž se nacházela ona bouře. Naše území bylo na okraji tohoto obrovského oblačného systému; polovina republiky neměla šanci vidět úkaz ani na okamžik. Já stál na rozhraní. Skutečné štěstí — tak se to dá popsat.

Kometa C/2004 Q2 Machholz

Petr Horálek

Pokud by si někdo chtěl stěžovat na nějaký rok, ve kterém nebyla volným okem viditelná žádná kometa, tak rozhodně nebude mluvit o letošním, a pravděpodobně ani o příštím roku. Vždyť na počátku května bylo možno sledovat hned dvě takové vlasatice. Na jižní obloze se rozjasnila C/2002 T7 LINEAR a severní nebe patřilo o trochu slabší C/2001 Q4 NEAT. V létě potom na okamžik převzala pomyslné žezlo kometa C/2003 K4 LINEAR. Ta byla sice na hranici viditelnosti okem, ale přesto se objevila ojedinělá pozorování, která kometu k dvěma předešlým řadila. Po kratší časové odmlce se na obloze ukázala další kometa, která by se mohla do zmíněného seznamu přidat, a to nejen na letošní rok 2004, ale i na nadcházející rok 2005.

Kometu objevil vizuálně Donald E. Machholz, ostřílený kometářský veterán, který má tímto na kontě již 10 komet. Devět jich našel mezi lety 1978 až 1994. Na svůj poslední objev si však musel počkat přesně 1 457 hodin čistého pozorovacího času, plného obdivuhodné trpělivosti. Kometu objevil 27. srpna v Colfaxu (v Kalifornii) pomocí 15 cm reflektoru při třicetinásobném zvětšení. Průměr komy určil svým 25 cm reflektorem na $2'$. O několik hodin později jeho objev potvrdil G. Garradd (z australské observatoře Siding Spring, která je vybavena 0,5 m Schmidtovým dalekohledem); dále uvedl, že zaznamenal ohon dlouhý $3'$ v pozičním úhlu 320°. Mezi další první pozorovatele patřil R. H. McNaught (který je mimochodem stejně znamenitý pozorovatel komet jako samotný objevitel) a vizuálně ji prvně spatřil 28. srpna J. J. Gonzales (z Alto de Castro ve Španělsku 20 cm reflektorem). Jasnost komety určil na 10,9 mag, což je jasnost, při které by se kometa dala sledovat i menšími dalekohledy. Kometa právem získala po svém objeviteli označení C/2004 Q2 Machholz.

Z výpočtů dráhy vychází, že kometa projde perihéliem 24. ledna roku 2005 ve vzdálenosti 1,2 AU od Slunce. V průběhu ledna mine Zemi ve vzdálenosti asi

kopule. Zajímavé je, že oba dalekohledy zabírají prakticky stejný prostor, ale kopule stelárního dalekohledu je mnohem větší než kopule MPH. Dalekohled MPH se tak do své kopule sotva vejde, a při pozorování blízko obzoru hrozí dokonce jeho poškození o konstrukci kopule, zatímco stelární dalekohled má kolem sebe tolik místa, že by klidně mohl mít průměr jeden metr.

Kromě obou dalekohledů je na střeše observatoře instalována celooblohová fotografická komora určená na fotografování stop jasných meteorů. Spolu se stejnými přístroji umístěnými v Banské Bystrici a v Modre je tento přístroj součástí mezinárodní bolidové sítě, která slouží k určování drah bolidů. Pozorování alespoň ze dvou různých stanic stačí, aby bylo možno určit dráhu bolidu v atmosféře, spočítat oběžnou dráhu meteoroidu ve sluneční soustavě a případně odhadnout zůstatkovou hmotnost tělesa a místo dopadu úlomků. V budově observatoře má své pracoviště též meteorologická stanice. Na střeše hvězdárny a před vchodem je několik obvyklých přístrojů pro měření teploty, množství srážek, směru a síly větru. Poslední věcí, na kterou je třeba upozornit, jsou nádherně vyvedené sluneční hodiny na jižní straně budovy (viz třetí stranu obálky).

Při běžném provozu jsou na hvězdárně přítomni čtyři lidé: dva technici zabezpečující pozorování předem určených objektů, jeden astronom z oddělení MPH a meteorolog. V budově je však mnoho pokojů, které by mohly pojmout až 20 lidí. Navíc je k dispozici ping-pong, televizní místnost, několik sociálních zařízení a dvě malé kuchyňky. Vzhledem k tomu, že ústav musí platit za vytápění celého objektu, domnívám se, že by stálo za úvahu využít část prostor jako ubytovací kapacitu pro méně náročné turisty a lyžaře.

Obr. 2 — Observatoř na Skalnatém plese s dominantou Lomnického štítu. Elektrické vedení v popředí zásobuje elektrickou energií budovu na jeho vrcholu.

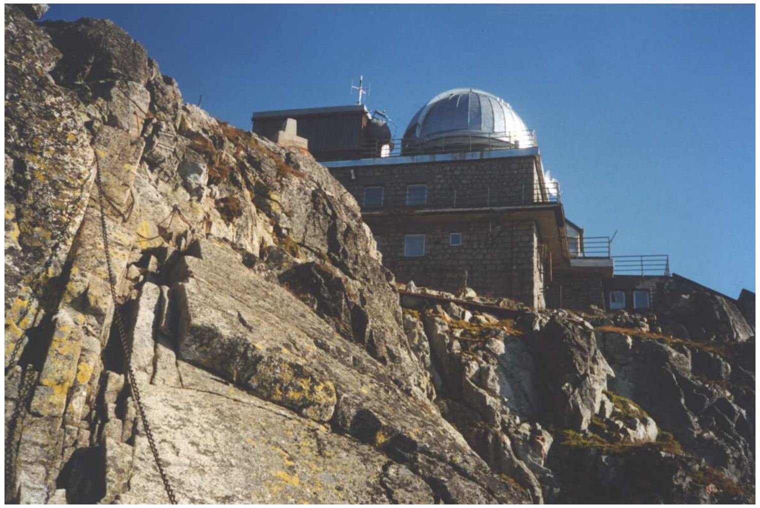
Renata má klíče, překupníci a taxikáři zmizeli. Zatmění začíná! Spěšně nastupujeme do auta a škodovka nechce startovat. Tak co je? Už to jde. Vyjíždíme do Lázní Bohdaneč s vírou, že se tam potkáme s Vaškem. Měsíc občas zmizí v černých spárech oblaků, ale hned se znovu vykulí. Už je čtvrtinou ve stínu a my v půlce cesty. „Lázně Bohdaneč“ stojí na ceduli a Renata neví, kudy ke hřbitovu. Je to jedno z nejkrásnějších míst, jednou jsem tam sledoval kometu Ikeya–Zhang a nikdy na to nezapomenu. Projíždíme nočním městem, tedy jeho okrajem, a je to hezké. V dáli se tyčí kužel světelného echa znečištěných Pardubic a vpředu vlevo vysoko nad obzorem klečí uzounký Měsíc v mracích. Renata odbočuje na jakousi podzimní cestu lesem a trochu nám vyhrožuje mlha. Naštěstí to ani za řeč nestojí. Vyjíždíme z lesíka, všude je probarvené listí a státní svátek. Zastavujeme. Vlevo je teď pole a nízký les, vpravo jen rodinné domy. Jsme daleko od nejbližší oslnivé lampy. Ač pořád hrozí mraky, někdy takřka zrušením expedice, mě v hloubi hřeje pocit, že z jihu k nám jde „průtrž“. Renata zprvu nevěří; já ji to vymlouvat nebudu.

Vybaluji a připojuji k stativu svůj fotoaparát z dob minulého režimu. Ten stativ patří k mému prvnímu dalekohledu, jehož tubus teď leží v chatě na Seči, někde mezi svetry a kalhotami. Měsíček se zmenšuje a už teď jsem vděčný Renatě. Vašek se neozývá — vypnul si mobilní telefon. Jeho chyba, když to zaspí. Chvilku je jasno, jindy zataženo. A já fotím jak o život. Bavíme se přitom s Renatou o všem možném, podléháme tichu záměstského prostředí a kocháme se nejistým průběhem zatmění. Zbývá ještě pár minut. Jen tak málo.

Už tak malý kousíček, ale jdou další temná oblaka. Ach jo! Udělal bych teď cokoliv. Je to poslední zatmění do roku 2007. Notak! Už začíná úplné. Tak se odkryj. Tak se odkryj! Prosím. . . ano! Skvěle! Vyjasňuje se! Popadám triedr, druhý půjčuji Renatě a oba rázem zíráme. Mraky mizí a na obloze zůstává jen rozkošně rudo–pomerančový Měsíc. Kdybych byl na nebi, zahrál bych si s ním fotbal. Měsíční zatmění mě vždycky dostane. A Vašek? Stále neodpovídá, asi spí. Jeho smůla. Tolik vysnívané zatmění je tady a dá se nepochybně říci, že je kouzelné. Kouzelné.

Po půlce úkazu, když se Měsíc krajem dotkl nejtmavšího centra stínu, chce Renata domů. Musí prý spát. Tak ji prosím, aby mě zavezla na Nemošické pole (ani nevím, zda je to oficiální název). To je pole nacházející se pro změnu na jih od Pardubic, kam jsme občas chodívali s dětmi z kroužku fotit krásy světa. Chci vidět zatmění do úplného konce. Navíc teď mlha stoupla a Měsíc do ní marnotratně vplouvá. Je však stále vidět. Jak vyjíždíme, všímám si okolních domů. Proboha, vždyť to je Vaškovo auto! Cha! Tak my jsme přijeli neznámo kam pozorovat, nemůžem se na Vaška dovolat, a přitom jsme byli sotva sto metrů od jeho bydliště! Tak to se povedlo. . .

Renata se se mnou loučí a já vystupuji z vozu. Jsem u pole a luna nádherně prosvítá mlhu. Vysoko ční Saturn, a nízko kdesi za lesem na východě Venuše.



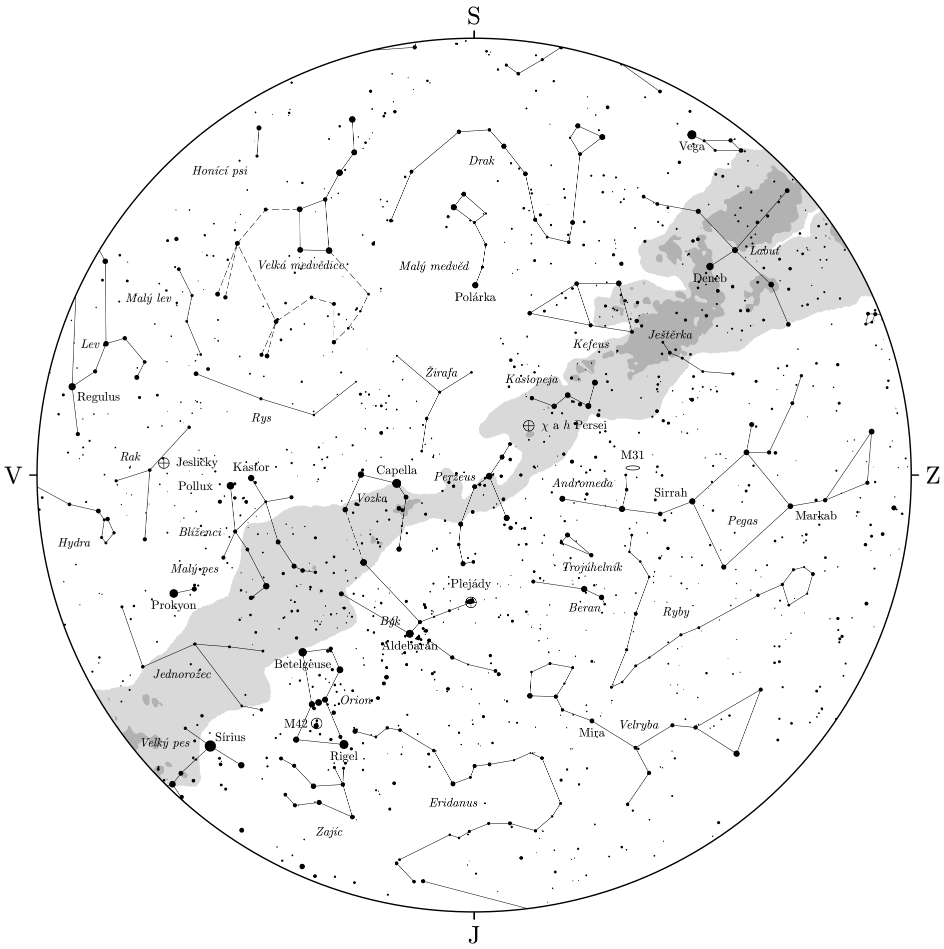
Obr. 3 — Kopule koronální stanice na Lomnickém štítu. Vlevo dole je vidět řetěz zajišťující přístupovou cestu.

200 Sk, zdatnější jedinci mohou zvolit pěší výstup (trvající zhruba 3 hodiny). Ze Skalnatého plesa vede několik značených cest, a je tedy skvělým východiskem vysokohorské turistiky v Tatrách.

Pokud budete chtít pokořit vrchol Lomnického štítu, pak vězte, že zpáteční lístek na lanovku stojí 380 Sk a na jízdu možná budete muset čekat až 2 hodiny, neboť lanovka má malou kapacitu a je o ní velký zájem. Samotná jízda je pak velmi silným zážitkem, který rozhodně stojí zato. Z vrcholové plošiny jsou překrásné výhledy všemi směry. Bohužel, Lomnický štít je většinu času zahalen v mracích. Cestu nahoru proto podnikněte jen pokud bude opravdu hezky, jinak můžete být velmi zklamáni. Na vrchol „Lomničáku“ se lze dostat i pěšky, ale cesta je povolena jen s horským vůdcem. Výstup po řetězech je docela bezpečný, ale jen při naprosto ideálním počasí. Začíná se obvykle velmi brzy ráno a v okolí vrcholu nesmí být ani malý mráček. Vrchol se totiž velmi rychle dokáže zahalit do mlhy a cesta za takových podmínek by se mohla stát osudnou!

Nakonec bych rád upozornil na jednu smutnou skutečnost, kterou jste jistě také zaznamenali. V pátek 19. listopadu se přes střední Evropu přehnala mohutná vichřice, která zcela zničila lesy ve Vysokých Tatrách. Obnova do původního stavu prý bude trvat několik desetiletí. Návštěva Tater proto nejspíš bude velmi bolestivým zážitkem. Malou útěchou může být snad jen to, že ani jedna z observatoří neutrpěla žádné škody.

[1] *Astronomický ústav SAV* [online]. [cit. 2004-10-26]. ⟨`http://www.astro.sk`⟩.



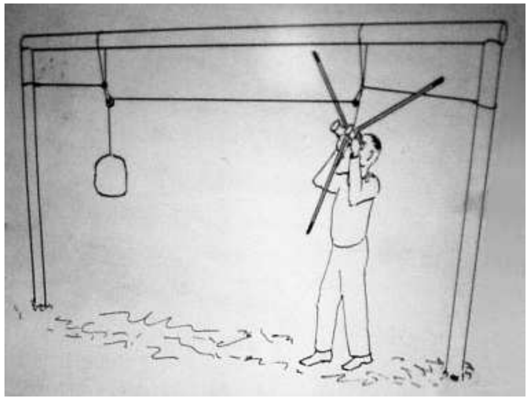
Obr. 16 — Mapka oblohy pro 15. ledna 20 hodin SEČ.

Napínavé zatmění Měsíce 28. října 2004

Petr Horálek

Před dlouhou pomlkou je tohle měsíční zatmění úplně poslední. A navíc ze čtyř posledních, které jsme mohli vidět, je ze všech nejdelší. Bylo předem domluveno, že se zase vydáme k chatě Marka Bálského do Říček v Orlických horách. Jenže poslednímu pořádnému úkazu tohoto „dvouletí výjimečných úkazů“ už počasí nechtělo přát, a tak ho zhatilo. Na Markovu chatu se jízda zrušila. A já nemám kde pozorovat — jsem vštípený mezi dva bloky vysokých baráků.

Důležitou součástí semináře bylo představení nových přístrojů a nápadů. Zřejmě největším překvapením byl rotační stabilizátor triedru dle konstrukce vypracované ing. Kolářem (obr. 5).



Obr. 5 — Rotační stabilizátor triedru.

V sobotu se hlavní program semináře odehrával na Základní škole TGM, kde bylo předneseno asi deset příspěvků. Kolem 15. hodiny pak následovala velmi důležitá astroburza, která způsobila podstatné změny v obsahu našich peněženek. Večer účastníci přednášeli pouze krátké příspěvky, ale jako obyčejně jich bylo mnoho a program se protáhl do pozdních nočních hodin. Ještě že místní bufet má dostatečně dlouhou otvírací dobu!

Nedělní dopoledne bylo věnováno dvěma přednáškám: Slunce v současné amatérské astronomii, od Ladislava Hejny, a Kilogram, metr, sekunda, od Petra Kulhánka.

Tímto seminář skončil a mne čekalo asi 170 km autem domů. Na rokycanský seminář jezdím pravidelně už asi 12 let a jezdím tam rád, protože se tam vždy setkám s dobrými lidmi. Množství dalších fotografií ze semináře lze nalézt na internetové adrese ⟨`http://www.aldebaran.cz`⟩.

Přečetli jsme si (10)

Ondřej Pejcha, Miroslav Brož

Kashikawa aj. předkládají výsledky prohlídky Subaru Deep Field (SDF), která byla vykonána 8-metrovým japonským dalekohledem ve filtrech *BVRiz*, s dobou expozice 10 hodin v každém z nich. Zatím je publikován pouze katalog objektů a příslušné statistiky (např. závislost počtu objektů na hvězdné velikosti). SDF je na tom asi o 1 mag hůře než HST, co se dosahu týká, a o stejnou hodnotu lépe než SDSS. (astro-ph/0410005)

Sheppard aj. hledali pomocí Subaru malé nepravidelné satelity Uranu. Byly objeveny dva nové, z nichž jeden je první prográdní nepravidelný satelit u této planety. Potvrzují existenci dvou shluků satelitů na grafu velká poloosa – excentricita, tedy jakousi obodobu asteroidálních rodin. (astro-ph/0410081)

V říjnu letošního roku uplynulo 400 let od objevu poslední supernovy v Galaxii, kterýžto učinil Jan Kepler v Praze. Konferenční příspěvek W. P. Blaira shrnuje poslední poznatky o zbytku této supernovy. (astro-ph/0410081)

Vivas aj. spektroskopicky pozorovali RR Lyr hvězdy v trpasličí galaxii ve Střelci. Měření radiálních rychlostí je ve shodě s předchozími výsledky, ovšem žádný ze současných základních modelů rozložení temné hmoty v této galaxii nedokáže radiální rychlosti uspokojivě popsat. (astro-ph/0410141)

Matthews aj. pojednávají o výbuších trpasličí novy WZ Sge. Zabývají se numerickým modelováním nestabilního akrečního disku a snaží se vysvětlit dlouhé intervaly mezi vzplanutími a také pozorování krátkých „ozvěn" následujících po hlavním vzplanutí. (astro-ph/0410143)

S. A. Hughes diskutuje možnosti plánovaného kosmického interferometru LISA pro detekci gravitačních vln emitovaných binárními černými dírami. (astro-ph/0410148)

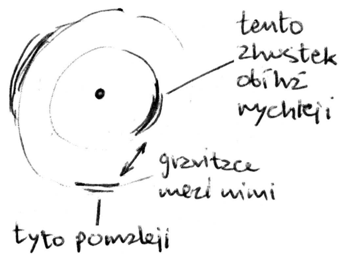
Smith aj. hledali pomocí HST/ACS disky okolo hvězd na okraji mlhoviny M 43; disky se projevily jako tmavé siluety na světlém pozadí mlhoviny. Některé disky jsou velmi zajímavé, neboť vykazují bipolární výtrysky a časovou proměnnost. (astro-ph/0410170)

Manset aj. prezentují simultánní *UBV* fotometrii a polarimetrii mladé dvojhvězdy AK Sco, jež se na H-R diagramu nachází ještě před hlavní posloupností. Vlastní polarizace záření (řádu 1 %), která je zřejmě projevem nesymetrického rozložení okolohvězdné látky, se výrazně mění během orbitální periody. (astro-ph/0410171)

Boboltz a Wittkowski pozorovali miridu S Ori současně pomocí interferometrů VLBA (v rádiovém oboru) a VLTI (v optickém oboru). Mimo jiné změřili průměr hvězdy na $490 \pm 115\,R_\odot$. Ve shodě s modely se ukazuje, že masery u mirid leží poblíž fotosféry, ve vzdálenosti asi 2 fotosférických poloměrů. (astro-ph/0410232)

Retter aj. ohlašují objev superhumpů u Algolu v radiovém oboru, což je první pozorování svého druhu. Světelnou křivku interpretují jako projev magneticky

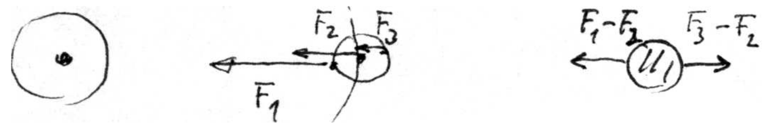
uloženo v orbitálním pohybu planet.) Dříve vůbec nebyla známá odpověď na tuto otázku a odpůrci nebulární teorie to používali jako silný protiargument. Podle dnešních poznatků se zdá, že Slunce a planety opravdu byly jistým způsobem „spojeny", a to prostřednictvím magnetického pole („zamrznutím" siločar ve vnitřní části mlhoviny, jež byla ionizována zářením Slunce), gravitačním „třením" (viz obr. 7) nebo turbulentními jevy v plynu.



Obr. 7 — Vzájemná gravitační síla mezi zhustky mlhoviny je urychluje nebo zpomaluje, čímž se v mlhovině přenáší hmota i moment hybnosti.

Položme si základní otázku: proč planety nevznikají *přímo* gravitačním kolapsem? Proč hovoříme o nějakých čtyřech fázích a postupném vzniku větších objektů? To lze nahlédnou již z Jeansova kritéria (viz kurz 1, rovnice 1), které říká, že kritická hmotnost pro kolaps je v našem protoplanetárním disku (s poměrně malou hustotou $\varrho \simeq 10^{-5}\,\mathrm{kg/m^3}$ a vysokou teplotou $T \simeq 1\,000\,K$) příliš veliká, řádově větší než hmotnosti současných planet. Ke kolapsu menšího množství hmoty než je kritické dojít nemůže (leda by působily další přitažlivé síly, s nimiž Jeansovo kritérium nepočítá).[1]

K podobnému závěru dojdeme, vypočítáme-li velikost slapových sil Slunce. Zhruba řečeno: velikost přitažlivé gravitační síly Slunce klesá se vzdáleností, a tudíž na část tělesa přivrácenou k Slunci působí větší přitažlivost než na odvrácenou (obr. 8). Výsledkem je síla „trhající" těleso. K jeho rozpadu nedojde tehdy, převládne-li nad slunečními slapy vlastní gravitační přitažlivost tělesa spolu s přitažlivostí elektromagnetickou mezi atomy a molekulami tělesa.

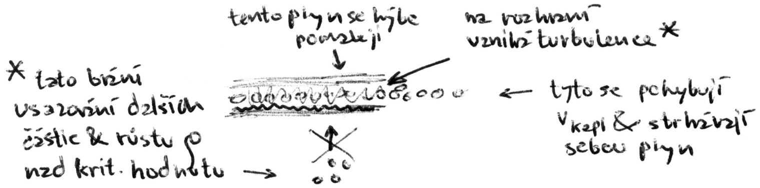


Obr. 8 — Slapové síly Slunce.

[1] V některých jiných extrasolárních discích však může být hustota dostatečná na to, aby Jeansovo kritérium bylo splněno. Ostatně, je to jedna z teorií pro vznik horkých jupiterů, tedy velkých planet obíhajících blízko mateřských hvězd.

pro větší tělesa klesá velikost zrychlení jako R_S^{-1}. Naopak na menší tělesa již částečně působí rozdíl tlaků na stranu přivrácenou k Slunci a odvrácenou od Slunce — výsledkem je, že neobíhají kolem Slunce o tolik rychleji než plyn a tření pak není tak velké. Podrobnější výpočet ukazuje, že tření o plyn nejvýrazněji ovlivňovalo částice o poloměru $R_S \simeq 5\,\mathrm{m}$.

Nakonec jsme si nechali dva zajímavé problémy, které mohou výše uvedený scénář nepříjemně komplikovat. Prvním je turbulentní jev: ve středové rovině se soustředí tolik pevných částic, že sebou strhávají plyn. Avšak na vnějších stranách této husté vrstvy se nachází plyn obíhající pomaleji. Na rozhraní dochází k turbulenci, která může účinně bránit dalšímu usazování částic do středové roviny, růstu částic a případně překročení kritické hustoty pro gravitační kolaps.[3]



Obr. 14 — Turbulentní jev bránící dalšímu usazování částic ve středové rovině.

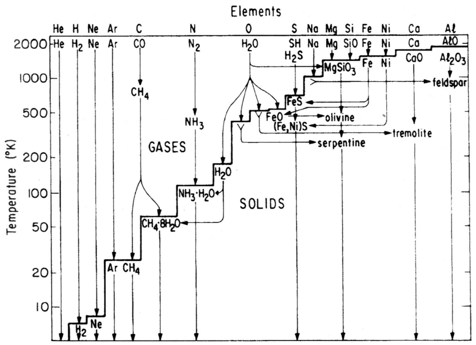
Druhý problém spočívá v tom, že ony metrové balvany spirálují k Slunci příliš rychle! Pád trvá řádově 10^3 orbitálních period, to znamená tisíc let pro balvany v oblasti okolo 1 AU a asi sto tisíc let při počáteční vzdálenosti okolo 30 AU. Za tak krátkou dobu se většina balvanů nestačí srazit s jinými a vytvořit tak alespoň desetimetrová nebo stometrová tělesa, která by již na Slunce padala pomalu.

Jaký je závěr? Současné komplexní modely vývoje prachových částic dávají výsledek znázorněný na obr. 15. Časová škála vzniku prvních kilometrových planetesimál je pouhých několik tisíc roků. Stále nejsou objasněné některé detaily tohoto procesu, problematický je například vývoj částic o rozměru řádu 1 m.

Anglický terminologický slovníček

accretion [æ'kri:šn] — akrece
adsorption [æd'so:pšn] — přilnutí k povrchu
angular momentum [ængju:lə mo'mentəm] — moment hybnosti
chemical differentiation [kemikl diferenšieišn] — chemické rozrůznění
clearing phase [cli:riŋ feiz] — fáze „odfoukávání“ plynu hvězdným větrem
close encounter [klous en'kauntə] — blízké přiblížení

[3] Turbulence však nemusí být vždy destruktivní jev, který brání zvětšování struktur. Zvláště „dvourozměrná“ turbulence (tj. odehrávající se v nějaké tenké vrstvě) může být stabilní a za jistých okolností může dokonce podpořit růst částic nebo jiných struktur. Příkladem takového jevu, který můžeme dnes pozorovat, je stálý vír v Jupiterově atmosféře — Velká rudá skvrna.



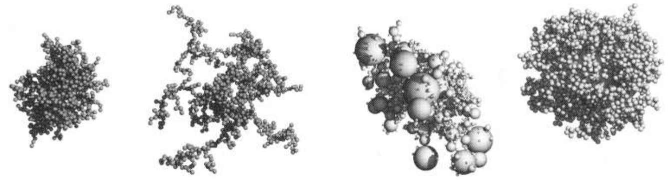
Obr. 10 — Graf znázorňující nejdůležitější chemické reakce probíhající v protoplanetárním disku, počítané pro případ pomalého rovnovážného chladnutí. Nahoře je vyznačeno 15 prvků, jenž měly v mlhovině největší zastoupení. Tlustá „schodová“ čára odděluje plynné a pevné fáze látek. Převzato z [3].

Je dobře vidět, že kvůli závislosti stavu látky na teplotě vzniká v protoplanetárním disku *chemické rozrůznění*, čili v různé vzdálenosti od Slunce měl disk různé chemické složení. Vzpomeňme ale, že jsme minule, při odhadu celkové hmotnosti disku, předpokládali, že disk měl všude stejné složení jako Slunce a podle toho jsme také „doplňovali“ hmotnosti planet! Neprotiřečíme si tedy? Nikoli, jak uvidíme později, disk byl v pozdějších fázích, při pohybu planetesimál, opět dobře „promíchán“.[2]

Růst částic. Atomy a molekuly velmi rychle vytvářely shluky. Ty rostly až do makroskopických rozměrů. Za předpokladu úplné adsorpce (tzn. že se od shluku žádná částice neodrazí) lze odvodit maximální rychlost růstu

$$\frac{\mathrm{d}R_S}{\mathrm{d}t} = 0{,}6\,\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{rok}}\,, \qquad (1)$$

kde R_S označuje typický rozměr částice. Během jediného roku mohly narůst až milimetrové částečky! Měly pravděpodobně „fraktální“ strukturu (jako na obr. 11), takže dobře nabíraly další částečky, jež se pohybovaly vůči nim pomalu; na druhou stranu byly jistě velmi křehké a při kolizích s rychlými částečkami se rozpadaly.



Obr. 11 — Možné tvary prachových částic v protoplanetárním disku podle výsledků numerických simulací. Převzato z [3].

[2] Ledové planetesimály, které mohly vzniknout pouze za hranicí 3 až 4 AU, přitom dopravily vodu do oblasti terestrických planet. Nebýt toho, zůstaly by všechny terestrické planety suché. Na Zemi by jistě nemohl vzniknout život v takové podobě, jak jej známe dnes.