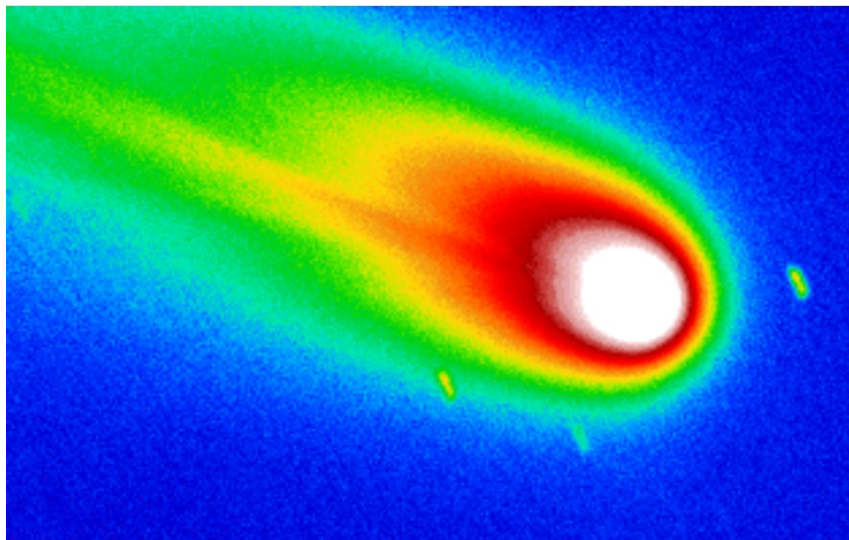


POVĚTROŇ

2002/3

ročník 10



C/2002 C1 (Ikeya-Zhang)

SLOVO ÚVODEM. Již obrázky na obálce napoví, že první článek tohoto čísla je věnován jasné kometě C/2002 C1 (Ikeya-Zhang), která „ozdobila“ březnovou oblohu. Jeho autorem je pochopitelně Martin Lehký.

Velmi zajímavou metodu vizuálního určování průměru kotoučku planet popisují Josef Ďurech a Miroslav Brož. Je založena na pozorování doby zakrývání planety za nějaký vzdálený objekt.

Další dva příspěvky jsou „stelárnické“: první je překlad článku J. B. Kalera o historii vzniku spektrální klasifikace, druhý článek (ze seriálu o typech proměnných hvězd) pojednává o hvězdách typu β Cephei.

Kamil Fryš pokračuje v pátém díle seriálu o slunečních hodinách — tentokrát se podíváme do Chocně. Nezapomněli jsme ani na pravidelné rubriky Dění na obloze a Přčetli jsme si.

Vladimír Kocour nás ve Fyziologické optice obeznámí s problematikou vidění, adaptace a některými zrakovými klamy. Stejného autora má i třetí pokračování Dalekých rozhledů, popisující výhled od obce Václavice.

Na závěr důležitá informace Renaty Křivkové: v Pardubicích založili „konkurenční“ astronomickou společnost! (S níž ale budeme určitě rádi spolupracovat.)

Martin Navrátil

Elektronická (plnobarevná) verze časopisu Povětroň ve formátech PDF, PostScript a HTML je k dispozici na adrese:

<http://www.astrohk.cz/ashk/povetron/>

Povětroň 3/2002; Hradec Králové, 2002.

Vydala: **Astronomická společnost v Hradci Králové** (6. 4. 2002 na 133. setkání ASHK)

ve spolupráci s **Hvězdárnou a planetáriem v Hradci Králové**

vydání 1., 36 stran, náklad 100 ks; dvouměsíčník, MK ČR E 13366, ISSN 1213-659X

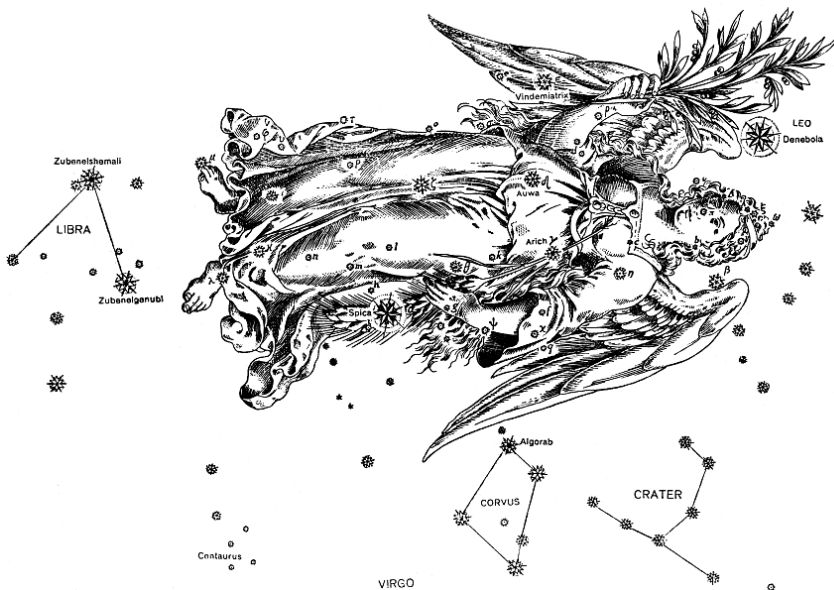
Redakce: Miroslav Brož, Martin Lehký, Martin Navrátil a Miroslav Ouhrabka

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@email.cz, web: <http://www.astrohk.cz/ashk/>

Martin Lehký: <i>Kometa C/2002 C1 (Ikeya-Zhang)</i>	4
Josef Ďurech, Miroslav Brož: <i>Určení průměrů planet prostým okem?!</i>	6
James B. Kaler: <i>Vznik spektrální klasifikace</i>	12
Pavel Marek, Ondřej Pejcha: <i>Proměnné hvězdy (5) — β Cephei</i>	18
Kamil Fryš: <i>Sluneční hodiny (5) — Choceň</i>	19
Miroslav Brož: <i>Děni na obloze v dubnu a květnu 2002</i>	22
Ondřej Pejcha, Miroslav Brož, Luděk Dlabola: <i>Přečetli jsme si</i>	23
Vladimír Kocour ml.: <i>Fyziologická optika pro astronomy (2)</i>	25
Vladimír Kocour ml.: <i>Daleké rozhledy (2) — Václavice</i>	32
Renata Křivková: <i>Ustavující sjezd Astronomické společnosti Pardubice</i>	33
<i>Program Hvězdárny a planetária v Hradci Králové</i>	35



Titulní strana: Kometa C/2002 C1 (Ikeya-Zhang) zobrazená na hvězdárně v Hradci Králové 11. 3. 2002, 8 h 5 min UT pomocí dalekohledu Newton 250 mm, $f/5$, CCD kamery ST-5C (filtr R). Jedná se o snímek složený z deseti 20 s expozičních. Série snímků z dalších nocí jsou k dispozici na URL <http://astro.sci.muni.cz/lehky/c2002c1.html>. K článku na str. 4.

I v dnešní době, kdy oblohu pročešávají výkonné přehlídky (LINEAR, NEAT, LONEOS, atd.), mají vizuální lovci komet šanci na úspěch. Malou, ale mají. Nedávno se o tom přesvědčili Kaoru Ikeya z Japonska a Daqing Zhang z Číny, kteří prvního února 2002 objevili novou jasnou kometu. Nacházela se západně od hvězdy β Ceti a díky jasnosti kolem 9 mag byla pro dvacetimetrové reflektory snadnou kořistí.

Na rozdíl od čínského astronoma není Kaoru Ikeya nováčkem mezi objeviteli. Naopak. Koncem šedesátých let nalezl pět komet: C/1963 A1 (Ikeya), C/1964 N1 (Ikeya), C/1965 S1 (Ikeya–Seki), C/1966 R1 (Ikeya–Everhart), C/1967 Y1 (Ikeya–Seki), takže C/2002 C1 (Ikeya–Zhang) je jeho šestá. Pouze mezi posledními objevy je zhruba 34-letá přestávka, a to nás může trochu mást. Sluší se také poznamenat, že Kaoru má velké štěstí na krásné a zajímavé komety a ani tentokrát tomu nebylo jinak.

Již krátce po objevu byl u komety vizuálně pozorován nevýrazný chvost. Silné centrální zhuštění v komě svědčilo o značné aktivitě kometárního jádra, což bylo dobré znamení a vnášelo optimismus do předpovědi jasnosti. Po celý únor kometa setrvala v souhvězdí Velryby a na počátku nového měsíce vstoupila do Ryb. Ve stejném období začala být dobře viditelná i pouhým okem. Připomínala mírně rozmáznutou hvězdičku, která se při pohledu triedrem změnila v pravou vlasatici. Velmi jasné jádro bylo obklopeno malinkou a slabě difúzní komou, ze které vycházel výrazný úzký chvost, na tmavé obloze sahající do vzdálenosti až šesti stupňů. Nádherný pohled! Avšak ve větším přístroji se stal téměř nepopsatelným — například 0,42 m reflektor rozlišil v chvostu jednotlivá vlákna a patrně bylo i modravé zabarvení komy v těsné blízkosti jádra.

Na sklonku 18. března 2002 prošla kometa periheliem, od Slunce jí dělilo asi 0,5 AU. Co se týká vzhledu prožívala kometa určitou stagnaci, znatelný vývoj se dal postřehnout jen u její jasnosti, která stále rovnoměrně stoupala a v okamžiku průchodu přísluním se pohybovala lehce nad hranicí 3 mag.

A jak to bude dále? Druhá polovina března se dá jednoznačně označit za nejpříznivější období pro pozorování. Především díky tomu, že kometa dosáhne maximální jasnosti. Optimistické odhady hovoří o 2. mag. Do konce měsíce se kometa přesune do Andromedy a zde nám připraví pěkné představení. Těsně se přiblíží k známé galaxii M 31 a vytvoří nápadné seskupení, které si určitě zaslouží pozornost zručných kresličů a majitelů všelikých fotografických aparátů. Během dubna pak kometa pokračuje přes Ještěrku a Kefea do Draka. Znamená to, že po celou dobu bude téměř ve stejné výšce nad obzorem a pomalu se přemístí ze západu na severozápad až sever. Výhodnější pak bude ranní „termín“ viditelnosti. Přelom dubna a května zastihne kometu v největším přiblížení k Zemi, bude nás dělit asi 60 milionů km. Nic nebezpečného, spíše naopak. Díky malé vzdálenosti

se jasnost komety udrží na slušné úrovni a ještě počátkem května ji budeme moci pozorovat pouhým okem. Poté však začne rychle slábnout. I když, kdo ví? Komety bývají nevyzpytatelné. . .

Pokud jste vlasatici C/2002 C1 (Ikeya-Zhang) ještě neviděli, tak si honem pospěšte; určitě si zaslouží pár pohledů. Navíc je velmi zajímavá i z historického hlediska. V současnosti je již téměř jisté, že kometa C/2002 C1 (Ikeya-Zhang) je identická s kometou, kterou objevil 3. února 1661 polský astronom *Johannes Hevelius*. Oběžná doba této vlasatice tedy činí zhruba 341 let a jedná se o periodickou kometu s nejdelsí známou dobou oběhu. Složitými výpočty, které berou v úvahu i gravitační vlivy velkých planet, se dospělo k dalším možným identifikacím. Zdá se, že kometa byla pozorována také v letech 1273 a 877. Pokud se tato domněnka prokáže, máme tu druhou pravidelně nejsledovanější kometu v historii lidstva. Jen připomínám, že prvou je kometa Halleyova, která má oběžnou dobu 76 let a nejstarší záznamy o jejím pozorování pocházejí z roku 239 před naším letopočtem.

Na závěr se podíváme malinko do historie. Kometu C/1661 C1 objevil těsně po začátku svítání 3. února 1661 polský astronom Johannes Hevelius. Byla v jižní části souhvězdí Delfína a měla 3 mag (elongace 23° od Slunce). V následujících dnech Hevelius pozoroval u komety chvost dosahující délky asi 6° a při určování jasnosti uvedl, že se kometa zdála býti slabší než α Aquilae (Altair). U několika pozorování pořízených do 20. února 1661 mimo jiné poznamenává, že jádro má vícenásobnou strukturu. 28. března 1661 se kometa nacházela v souhvězdí Hada a zde ji také Hevelius viděl naposled. Více na ni lidské oko nepohlédlo a tiše zmizela do prochládlé periferie naší sluneční soustavy.

E. Halley (1705) a P. F. A. Méchain (1785) vypočítali elementy parabolické dráhy:

	T	ω	Ω	i	q
Halley	1661 leden 27,4868 (UT)	33,552	87,169	32,596	0,448510
Méchain	1661 leden 27,381 (UT)	33,450	86,562	33,015	0,442722

Halley jako první upozornil na podobnost s drahou komety z roku 1532, ale jeho zapomenutou myšlenku oprášil až Nevil Maskelyne (1786). Když uplynulou dobu mezi průchody periheliem této dvojice komet přičítel k periheliu 1661, vyšel příští návrat na 27. duben 1789. Po započítání gravitačního rušení Jupitera se ještě termín průchodu periheliem posunul na přelom roku 1788 a 1789, konkrétně na 1. ledna. Dále vypočítal efemeridu na období od 23. dubna 1788 do 1. ledna 1789 a poznamenal, že kometa by mohla být objevena již v září, šanci pak mají pozorovatelé blízko rovníku a na jižní polokouli. V této souvislosti dodává: „The Cape of Good Hope would be an excellent situation for this purpose.“ Počátkem roku 1788 Johann Elert Bode a Capel Lofft přišli s podobnou předpovědí možného

návratu této komety. Avšak navzdory přípravám a množství přehlídek nebyla kometa objevena.

Také v současnosti se vynořilo několik úvah o možné „hromadné“ identifikaci komet C/1532 R1, C/1661 C1 (Hevelius) a C/2002 C1 (Ikeya–Zhang). Z výpočtů je však zřejmé, že spojení s kometou z roku 1532 je nereálné, i když má na první pohled dráhu podobnou.

Určení průměrů planet prostým okem?!

Josef Ďurech, Miroslav Brož

Jasně planety sluneční soustavy se při pohledu malým dalekohledem pozorovateli jeví jako kotoučky (nebo srpky), s úhlovým průměrem od 2,5'' u Neptunu do 64'' u Venuše (tab. 2). Hvězdy jsou, na rozdíl od planet, bodové zdroje. (Pouze u některých blízkých červených obrů, např. Betelgeuze nebo Mira, se podařilo na jejich povrchu rozlišit detaily, a to pomocí velkých dalekohledů a interferometrických metod; viz [2]).

Kdo ví, jak planety vnímali lidé před vynálezem dalekohledu? Samozřejmě je odlišovali od hvězd, protože planety se mezi nimi pohybují a netvoří pevná souhvězdí. Nejspíš si také všimli podstatného rozdílu ve scintilaci: planeta nízko nad obzorem svítí klidnějším světlem než jasná hvězda ve stejné výšce (to je způsobeno tím, že z planety, mající nenulový úhlový průměr, se atmosférou šíří celý svazek paprsků, který je neklidem ovzduší ovlivňován méně, než 1 paprsek z bodového zdroje). Uvědomovali si však vůbec, že by planety měly mít nějaký úhlový průměr? Že by to měly být koule, „světy“, podobně jako naše Země? Snažili se nějakým způsobem odhadnout jejich velikosti?

První teleskopické pozorování planet provedl Galileo Galilei [1]. V roce 1609 objevil fáze Venuše, o rok později pozoroval 4 Jupiterovy měsíce a Saturnovy prstence (o nichž se domníval, že to jsou také měsíce) a zřejmě si musel všimnout i samotných kotoučků planet. Kdyby v té době přesně znal vzdálenost Jupitera od Země, mohl by spočítat, že Jupiter má asi 10 krát větší průměr než Země.¹

¹ Přibližné relativní vzdálenosti byly známy už Aristarchovi ze Samu (asi 310 př. n. l. – asi 230 př. n. l.). Okolo roku 290 př. n. l. změřil úhel mezi Sluncem, Zemí a Měsícem (87°) v čase první čtvrti a vypočítal, že Slunce je asi 20 krát dále od Země než Měsíc. Velikost Měsíce odhadnul z tvaru stínu při zatmění na 2,9 krát menší než průměr Země. Ze známého úhlového rozměru Měsíce (0,5°) pak odvodil jeho vzdálenost, a potažmo i vzdálenost Slunce, v jednotkách průměru Země. Rozměr Zeměkoule byl však vypočten až o desítky let později Eratosthenem z Kyrény (276 př. n. l. – 194 př. n. l.) — asi v roce 235 př. n. l. změřil výšku Slunce při letním slunovratu (z délky vrženého stínu) v městech Syene a v Alexandrii, ze známé vzdálenosti obou měst pak úspěšně vypočetl obvod Země (250 000 stadií; panuje určitá nejistota v přesné hodnotě užití jednotky 1 stadium \doteq 160 m). Zajímavé je, že Aristarchova hodnota pro vzdálenost Slunce přetrvala 1900 let! Teprve s rozvojem heliocentrického systému začaly být vzdálenosti objektů důležité. Johannes Kepler (1571 – 1630) ji několikrát „zvětšil“, protože

Rozlišovací schopnost lidského oka se pohybuje okolo $1'$. Zdálo by se tedy, že bez dalekohledu nemáme šanci odhadnout úhlové rozměry ani těch největších planet. Říká se sice, že dobré oko rozliší fázi Venuše, když se nachází blízko dolní kulminace, ale to nemůžeme potvrdit z vlastních pozorování.

Princip metody

Existuje však jednoduchá a elegantní metoda, jak úhlové průměry planet měřit bez použití optických přístrojů, pouze prostým okem. Základním principem metody je pozorování zákrytu planety za vhodnou přírodní nebo umělou překážku — planeta totiž nezhasne ihned jako hvězdy, ale postupně. Měřením doby zákrytu lze pak odhadnout úhlový průměr planety.

Můžeme si představit, že z oka pozorovatele vychází světelný kužel o vrcholovém úhlu rovném úhlovému průměru planety. Abychom mohli přesně určit dobu trvání zákrytu, je třeba, aby hrana, za kterou se planeta schovává byla dostatečně „hladká“ vzhledem k průměru kužele ve vzdálenosti této hrany od pozorovatele (tab. 1). Označíme-li Δ úhlový průměr planety a vzdálenost hrany od pozorovatele d , je průměr světelného kužele ve vzdálenosti d dán jednoduchým vztahem $D = d \operatorname{tg} \Delta$. Pro $\Delta = 40''$ (tj. typická hodnota pro úhlový průměr Jupiteru) dostáváme $D = 0,0002 d$.

d	10 m	100 m	1 km	5 km
D	2 mm	2 cm	20 cm	1 m

Tab. 1 — Průměr základny „světelného kužele“ D (s vrcholem v oku pozorovatele a vrcholovým úhlem $\Delta = 40''$) ve vzdálenosti d . Hrana překážky, za kterou pozorujeme západ planety, by měla mít nerovnosti řádově menší než D , abychom mohli dobře definovat úhel θ , pod kterým planeta zapadá za překážku.

Vlivem rotace Země se planeta pohybuje po obloze úhlovou rychlostí

$$v_d = \frac{15''}{1 \text{ s}} \cos \delta,$$

se mu nepodařilo vizuálně určit paralaxu Marsu v opozici. Připomeňme jeho významný objev dynamických zákonů (3. Keplerova zákona v roce 1619, $T^2/a^3 = \text{konst.}$), které dovolovaly vypočítat (relativní) vzdálenosti všech těles obíhajících okolo Slunce z jejich oběžných dob. Až 60 let po teleskopických pozorováních Galilea byla vzdálenost Země – Slunce vypočtena s relativní chybou okolo 10 %. Jednou metodou byla zmiňovaná paralaxa Marsu: v roce 1672 byla planeta pozorována současně Giovanni Domenico Cassinim (1625 – 1712) z Paříže a Jeanem Richerem (1630 – 1696) z Cayenne v Jižní Africe. V letech 1671 a 1678 byly na základě výpočtů Edmonda Halleyho (1656 – 1742) měřeny doby přechodu Venuše přes sluneční disk z několika pozorovacích stanovišť na Zemi. Mimochoodem, další přechod Venuše, výjimečný úkaz opakující v osmiletých „párech“ po 120 letech, bude pozorovatelný už v roce 2006!

kde δ označuje deklinaci planety. Je-li planeta na rovníku, dosahuje v_d maximální hodnoty $15''/s$.

Úhel mezi směrem pohybu planety po obloze a horizontální kružnici označme γ (obr. 3). Pro tento úhel lze odvodit vztah (viz dodatek)

$$\gamma = -\arctg\left(\frac{\sin\varphi \sin A \cos h}{\sin\varphi \cos h + \cos A \sin h \cos\varphi}\right),$$

kde h označuje výšku planety nad obzorem, A její azimut (počítaný od jihu směrem k západu) a φ zeměpisnou šířku pozorovatele. Hodnoty h , A lze buď odhadnout, změřit nebo nejlépe spočítat z času pozorování a rovníkových souřadnic planety (rektascenze α , deklinace δ a hvězdný čas s jsou tabelovány ve Hvězdářské ročence [1]; převodní vztahy jsou uvedeny v dodatku).

Relativní úhlová rychlost zákrytu za překážku v_{rel} se vypočítá jako $v_{rel} = \Delta/T = v_d \cos\theta$, kde T je změřená doba zákrytu a θ je úhel mezi směrem pohybu planety a kolmicí k hraně (obr. 3).

Nyní můžeme dosadit a dostaneme výsledný vztah pro úhlový průměr

$$\Delta = T \frac{15''}{1s} \cos\delta \sin(\beta - \gamma),$$

který vyjde v úhlových vteřinách, pokud za T dosadíme čas v sekundách.

planeta	Merkur	Venuše	Mars	Jupiter	Saturn
$\Delta_{min}/''$	5	10	4	32	15
$\Delta_{max}/''$	15	64	25	52	21 (47)
T/s	1,0	4,3	1,7	3,5	1,4 (3,1)

Tab. 2 — Planety viditelné očima, jejich úhlové průměry a typické doby trvání zákrytu. Δ_{min} označuje minimální úhlový průměr (když je planeta v maximální vzdálenosti od Země), Δ_{max} maximální úhlový průměr a T dobu trvání zákrytu za překážku, v případě, že $\Delta = \Delta_{max}$ a zároveň směr denního pohybu planety je kolmý k hraně překážky ($\theta = 0^\circ$); $T = \Delta_{max}/(15''/s)$ (Tuto dobu můžeme v podstatě libovolně prodloužit vhodnou volbou překážky a polohy planety na nebeské sféře tak, aby úhel ζ byl dostatečně malý. Při dlouho trvajícím zákrytu budeme pouze s určitým zpožděním registrovat začátek poklesu jasnosti planety. Viz dále diskuzi systematických chyb.) Údaj v závorce u planety Saturn se vztahuje k rozměru prstence.

Výsledky pozorování

První pozorování bylo provedeno ve Vysokých Tatrách na břehu Skalnatého plesa ($\lambda = 20^\circ 14'$, $\varphi = 49^\circ 11'$, 1750 m n. m.). V noci 20./21. 7. 1996 v 0 h 15 min SEČ zapadal Jupiter za jihozápadní hřeben Lomnického hrbu. Výška a azimut Jupiteru v čase pozorování byly $h = 14^\circ$, $A = 25^\circ$. Sklon hrany překážky k vodorovné rovině byl odhadnut na $\beta = (40 \pm 10)^\circ$. Doba trvání zákrytu byla

odhadnuta (stopky nebo hodinky bohužel nebyly po ruce) na (10 ± 2) s. Tato doba se nezměnila ani při použití triedru 10×50 . Pro úhlový průměr Jupiteru pak vychází hodnota $\Delta = (120 \pm 35)''$, která je dvakrát až třikrát větší než přesný úhlový průměr planety v době pozorování ($46,6''$).

Vzdálenost skalního hřebene, za který planeta zapadala, byla podle mapy odhadnuta na 1,3 km. V této vzdálenosti měla podstava světelného kužele průměr přibližně 30 cm. Tím lze vysvětlit chybný výsledek měření — skalní hrana mohla mít jiný (menší) sklon než byl průměrný sklon hřebene (nebo byla rozeklaná) a doba trvání zákrytu se tím podstatně prodloužila. (Rozměr kužele je také řádově srovnatelný se vzdáleností očí. I pozorování oběma očima zřejmě prodloužilo dobu trvání zákrytu.)

Druhé pozorování — zdaleka ne tak romantické jako to první — se konalo v Praze ($\lambda = 14^{\circ}28'$, $\varphi = 50^{\circ}5'$, 250 m n. m.) a jako (svislá) stínící hrana byl využit žižkovský vysílač. V noci 22. 1. 2002 kolem 22 hodin SEČ bylo provedeno celkem 15 pozorování zákrytu Jupiteru (tab. 3) za jednu z dolních „budek“ na vysílači. Výška a azimut Jupiteru v čase pozorování byly $h = 63^{\circ}$, $A = -15^{\circ}$. Průměrná doba zákrytu vychází $T = (3,9 \pm 0,6)$ s.

T/s	3,44	3,50	4,26	3,87	3,98	3,90	3,68	4,54	3,49	3,94	3,46	2,84	3,82	5,39	4,46
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Tab. 3 — Změřené doby trvání zákrytu Jupitera.

Určování doby zákrytu bylo značně nepřesné, protože průměr světelného kužele ve vzdálenosti zakrývající hrany (asi 60 m) byl přibližně 13 mm, což je hodnota velmi malá a i malé pohyby hlavou mohou ovlivnit měření. Navíc je nutné dívat se jen jedním okem, což je značně nepohodlné. Předpokládáme přitom, že povrch vysílače je dostatečně hladký na škále centimetrů.

Pro úhlový průměr Jupiteru vychází hodnota $\Delta = (53 \pm 8)''$, která je v překvapivě dobré shodě se přesným úhlovým průměrem $46,1''$.

Závěrečné poznámky

Především by nás zajímalo, zda tento jev v minulosti už někdo systematicky pozoroval a určil tak úhlové průměry planet. A učinil tak ještě před vynálezem dalekohledu? Nám se v běžně dostupné literatuře o tom nepodařilo nalézt zmínku. Pokud byste však o tom věděli nebo jste se dokonce sami pokusili změřit planety, určitě nám své výsledky pošlete.

Stejně dobře jako západ objektu za překážku by mohl posloužit *zákryt Měsícem* (nejlépe za neosvětlenou stranu úzkého srpku). Vzhledem k tomu, že se Měsíc pohybuje mezi hvězdami menší rychlostí (13° za den) než je rychlost denního pohybu oblohy (15° za hodinu), bude zákryt trvat přibližně 30 krát delší dobu a měření úhlových průměrů by mělo dávat přesnější výsledky. Samozřejmě

nevýhodou je, že na zákryt planety Měsícem se musí čekat a měření není možné ihned zopakovat několikrát po sobě.²

Zatím jsme pominuli diskusi *systematických chyb* při měření. Prvním efektem je podcenění doby zákrytu T , protože poklesu jasnosti planety si nevšimneme ihned při prvním kontaktu s překážkou. Hvězdná velikost se zvýší o 0,5 mag po zakrytí asi 37 % kotoučku (bez uvážení okrajového ztemnění), tj. kruhové úseče s výškou $0,40 \Delta$. Relativní chyba určení doby zákrytu tedy může dosáhnout až několika desítek procent. Podobně by tomu mohlo být před zmizením planety (druhém kontaktu), neboť zbývající část kotoučku již svítí tak slabě, že jej nemůžeme očima registrovat. Tuto chybu bychom mohli snížit použitím *bočního vidění*, při kterém je oko schopné vidět objekt s větší hvězdnou velikostí než při centrálním. Jasnost kotoučku Jupiteru však poklesne na 5 mag až tehdy, je-li zakrytý z 99,9 %, tj. zůstává kruhová úseč s výškou $0,007 \Delta$, a chyba tím způsobená je tedy zanedbatelná.

Naopak by mohly působit nekontrolovatelné pohyby oka (hlavy) pozorovatele, zvláště v případě, kdy je překážka blízko. V čase, kdy už je kotouček za překážkou, může pozorovatel totiž pohnout hlavou tak, že planetu ještě uvidí a dobu trvání zákrytu T tedy nadhodnotí.

Pro srovnání ještě uvedme, že úhlový průměr hvězdy α Ori Betelgeuze je $0,04''$ a odpovídající doba zakrývání za překážku je pouze 0,003 s. (Viz interferometrické měření průměrů hvězd v [4] na str. 234; nebo spektroskopii jednotlivých částí povrchu (!) v [2].)

Napadlo nás také, že těsně po zákrytu Jupitera by mohly být okem pozorovatelné Galileovy měsíce, které jsou dostatečně jasné (mají hvězdnou velikost až 5 mag), ale jsou přezářené Jupiterem.

Dodatek o odvození vzorců

Převodní vztahy mezi obzorníkovou soustavou souřadnic (azimut A počítaný od jihu a výška nad obzorem h) a rovníkovou soustavou souřadnic prvního druhu (hodinový úhel t a deklinace δ) pro zeměpisnou šířku φ jsou následující (viz obr. 1 a 2):

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t, \quad (1)$$

$$\cos A \cos h = -\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos \delta \cos t, \quad (2)$$

$$\sin A \cos h = \cos \delta \sin t. \quad (3)$$

Mezi hodinovým úhlem t , rektascenzí α a hvězdným časem s platí definice

$$s = t + \alpha.$$

² Rychlou fotoelektrickou fotometrií se podařilo proměřit dokonce zákryty některých jasných hvězd. Seeing se v tomto případě tolik neuplatní, neboť překážka je mimo atmosféru. Zákryt navíc trvá setiny sekundy, což je řádově kratší doba, než periody, na nichž se odehrávají turbulentní pohyby v ovzduší.

Derivací rovnic (1) a (2) dostáváme pro $\delta = \text{konst.}$ a $\varphi = \text{konst.}$, $\cos h \neq 0$, $\cos A \neq 0$

$$\cos h \, dh = -\cos \varphi \cos \delta \sin t \, dt, \quad (4)$$

$$-\sin A \cos h \, dA - \cos A \sin h \, dh = -\sin \varphi \cos \delta \sin t \, dt. \quad (5)$$

V rovnici (4) nahradíme $\cos \delta \sin t$ pomocí vztahu (3) a máme

$$dh = -\cos \varphi \sin A \, dt. \quad (6)$$

V rovnici (5) opět nahradíme $\cos \delta \sin t$ a za dh dosadíme z (6):

$$\cos h \, dA = (\sin \varphi \cos h + \cos A \sin h \cos \varphi) \, dt. \quad (7)$$

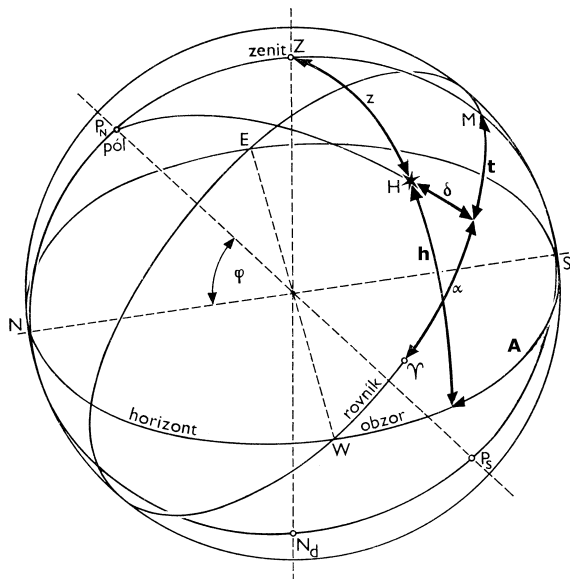
Z rovnic (6) a (7) už snadno vyjádříme výsledný vztah

$$\frac{dh}{dA} = -\frac{\sin \varphi \sin A \cos h}{\sin \varphi \cos h + \cos A \sin h \cos \varphi}, \quad (8)$$

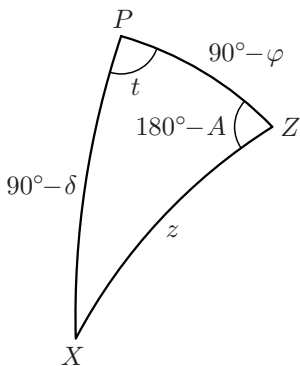
který určuje směr pohybu planety po obloze vzhledem k horizontální rovině. Úhel γ (viz obr. 3) je potom

$$\gamma = -\arctg \frac{dh}{dA}.$$

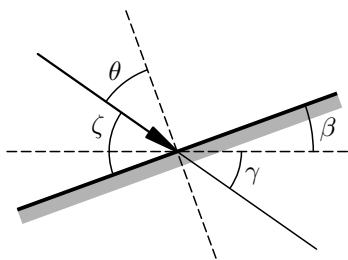
Pro hodnoty azimutu 0° nebo 180° je $dh/dA = 0$ a planeta se pohybuje rovnoběžně s horizontem. Pro výšku $h = 90^\circ$ není azimut definován a výše uvedené vzorce nemají smysl.



Obr. 1 — Nebeská sféra a tři základní souřadnicové systémy. Převzato z [4].



Obr. 2 — Sférický trojúhelník (trojúhelník na kouli; jeho strany tvoří hlavní kružnice, tzn. mající střed ve středu koule), ze kterého lze pomocí sinové a kosinové věty odvodit vztahy pro přepočítání rovníkových souřadnic prvního druhu (t , δ) na azimutální (A , h). Bod P je pól, Z zenit, X poloha objektu (planety), φ je zeměpisná šířka pozorovatele a $z = 90^\circ - h$ zenitová vzdálenost.



Obr. 3 — Situace na hraně překážky, za kterou zapadá planeta; definice úhlů β , $\gamma = -\arctg \frac{dh}{dA}$, θ a $\zeta = 90^\circ - \theta$.

- [1] Galilei, G.: *Hvězdný posel*. Bílý trpaslík 83, 1996.
- [2] Lobel, A., Dupree, A. K.: *Spatially resolved STIS spectroscopy of α Orionis: Evidence for nonradial chromospheric oscillation from detailed modeling*. *Astrophys. J.*, **558**, s. 812–825, 2001.
- [3] Příhoda, P., aj.: *Hvězdářská ročenka 2002*. Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, Praha, 2001.
- [4] Vanýsek, V.: *Základy astronomie a astrofyziky*. Academia, Praha, 1980.

Vznik spektrální klasifikace

James B. Kaler

O B A F G K M — abeceda stelární astronomie, shrnuje naše základní vědomosti o hvězdách. Co toto náhodné seskupení písmen znamená a jak může být užitečné při rozlišení jedné hvězdy od druhé? Písmena jednoduše zastupují rozdílné spektrální třídy. Nemůžeme začít rozumět hvězdám, dokud nepochopíme jejich spektra, ze kterých můžeme určit jejich povrchové teploty, svítivosti a stanovit jejich chemické složení. Spektrum je záznam intenzity záření z vnějších částí hvězdy v závislosti na vlnové délce. Záření je emitováno atomy, molekulami a ionty. Fakt, že atmosféru hvězdy lze aproximovat dvěma základními vrstvami, nám umožňuje snadněji pochopit princip vzniku spektra. První z těchto vrstev

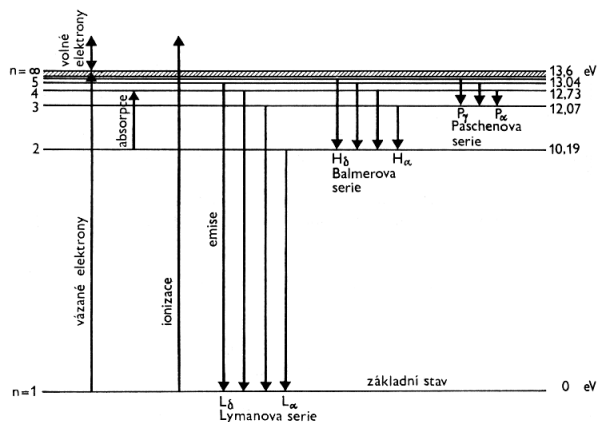
leží ve větší hloubce a je relativně hustší, ta produkuje spojité spektrum — kontinuum, které vytváří všechny barvy spektra. Nad ní se nachází chladnější materiál s nižší hustotou, absorbující záření na charakteristických vlnových délkách.

Záření v kontinuu lze popsat zákonem záření absolutně černého tělesa, které závisí výhradně na jeho teplotě. Těleso o vyšší teplotě vyzařuje v modré oblasti více než v červené v porovnání s objektem chladnějším. Celková barva, kterou pozorujeme, vzniká tedy syntézou různě intenzivního záření na rozdílných vlnových délkách. Hvězda o teplotě 3000 K se nám bude jevit „červená“ a hvězda o teplotě 30000 K bude „modrá“. Mezi těmito dvěma okraji viditelného spektra je ale široká paleta dalších barev. Horní vrstva hvězdné atmosféry je složena z atomů různého druhu (u chladných hvězd se zde vyskytují i molekuly) v různých stupních excitace. Elektrony v atomových obalech zaujímají podle zákonů kvantové mechaniky určité energie, charakteristické pro každou energetickou hladinu a pro každý atom či molekulu. Záření v kontinuu prochází touto horní vrstvou, kde atomy absorbují ty fotony, které dodají jejich elektronům energii potřebnou pro přestup na vyšší stupeň excitace. Pokud je zde těchto atomů dostatečné množství, pozorujeme ve spektru zeslabení světla na vlnové délce absorbovaných fotonů — absorpční čáru. Teoreticky může mít daný atom nebo iont tisíce čar. Některé budou velmi intenzivní, zatímco jiné budou sotva rozeznatelné. Protože stavy excitace závisejí především na teplotě, vzhled absorpčního spektra bude rozdílný pro horké a chladné hvězdy. Intenzity záření na různých vlnových délkách se měří spektrografem. Toto zařízení rozkládá světlo pomocí hranolu nebo difrakční mřížky. Pozorování obsahuje kalibrovanou fotografii spektra — spektrogram. Jako kalibrační snímek se používá spektrum získané laboratorně. Z hvězdných spekter mohou vědci zjišťovat, jaké podmínky ve hvězdách panují a mohou se jejich prostřednictvím dovědět, jak se hvězdy vyvíjejí.

Počátky spektroskopie

Zatímco hvězdná spektra jsou pozorována více než 150 let, jejich fyzikální původ a důvody rozdílů mezi spektry různých hvězd byl pochopen až ve 20. letech 20. století. Joseph von Fraunhofer mapoval okolo roku 1800 jako jeden z prvních sluneční spektrum. Označil písmeny výrazné tmavé linie, které pozoroval, postupně od červené po modrou. Tato písmena neměla žádný vztah k chemickým symbolům ani k moderní klasifikaci spektrálních tříd. Například nejsilnější čáry ve slunečním spektru (ve fialové oblasti), které Fraunhofer označil H a K jsou způsobeny jednou ionizovaným vápníkem. Moderní metoda označování spektrálních čar užívá symbol daného prvku s římskou číslicí, značící stupeň jeho excitace zvětšený o jedničku. Někdy se připojuje arabská číslice uvádějící její vlnovou délku v angströmech. Zmíněné Fraunhoferovy čáry jsou tedy známy jako Ca II 3968 respektive Ca II 3934.

Jiné Fraunhoferovy čáry C, F a h jsou „otiskem“ neutrálního vodíku. Jsou součástí známé Balmerovy série. Jiné vodíkové série se nacházejí na infračervených, ultrafialových a radiových vlnových délkách (vznik některých sérií je ukázán na obr. 4).



Obr. 4 — Schematické znázornění energetických hladin v atomu vodíku s vyznačenými nejdůležitějšími přechody elektronů. Převzato z Vanýsek, V.: *Základy astronomie a astrofyziky*. Academia, Praha, 1980.

Letný pohled na hvězdná spektra ukáže zdanlivě neuspořádanou rozmanitost. Bližší však pohled odhalí, že všechna spadají do systému skupin, shromažďujících hvězdy stejných barev. Pro modré a bílé hvězdy jsou charakteristické intenzivní absorpční čáry vodíku a helia, zatímco žluté a oranžové hvězdy jsou bohaté na čáry kovů a ve spektrech hvězd červených dominují molekulární pásy. Další pohled ukáže, že tyto skupiny plynule přecházejí jedna do druhé. Tato kontinuita demonstruje skutečnost, že charakter chemického složení hvězd je obecně podobný. Ačkoli je v chemii hvězd fascinující množství variací, dominantním prvkem je většinou vodík. Následují helium, uhlík, dusík a kyslík. Je pravidlem, že čím je atom prvku hmotnější, tím méně se tento prvek ve hvězdách vyskytuje. Z množství prvních pokusů o klasifikaci se vymyká pro svou jednoduchost způsob vyvinutý Angelem Secchim v druhé polovině 19. století. Jeho schéma, připomínající v mnoha směrech naši moderní klasifikaci, obsahuje pět základních typů (tab. 5). Později se prokázalo, že pásy v jeho typu IV jsou způsobeny sloučeninami uhlíku a v roce 1904 bylo objeveno, že základní rysy Secchiho typu III jsou způsobeny molekulami oxidu titanatého, TiO. Dále zjistil, že jasné (emisní) čáry způsobují elektrony při sestupu na nižší energetické hladiny. Vznikají v horkém plynu s nízkým tlakem, v rozpínajících se hvězdných atmosférách a planetárních mlhovinách.

čára	$\lambda/\text{Å}$	původ
A	7594	atmosferický kyslík
a	7165	atmosferické vodní páry
B	6867	atmosferický kyslík
C	6563	H α
D	5890, 5896	neutrální sodík
E	5270	neutrální železo
b	5167, 5173, 5184	neutrální hořčík
F	4861	H β
d*	4384	neutrální železo
G	4300	pásky CH
g*	4227	neutrální vápník
h*	4102	H δ
H	3968	jednou ionizovaný vápník
K*	3934	jednou ionizovaný vápník

Tab. 4 — Fraunhoferovy čáry. Jejich označení, odpovídající vlnové délky λ a jejich původ; znak * indikuje, že nejde o originální Fraunhoferovo označení.

I	Silné čáry vodíku. Modrobílé hvězdy (Vega, Sirius).
II	Početné čáry kovů, slábnoucí vodík. Žluté hvězdy jako Slunce, Kapela, Arkturus.
III	Výrazné molekulární pásy, tmavnoucí směrem k modré. Oranžové hvězdy (Betelgeuse, Antares).
IV	Pásky, které tmavnou směrem k červené. Hvězdy 5. magnitudy a slabší. Málo z nich je viditelných okem.
V	Jasně emisní čáry místo absorpčních. Vzácné.

Tab. 5 — Secchiho spektrální typy.

Harvardský systém

S rapidním zlepšováním pozorovacích přístrojů se Secchiho typy staly příliš neurčitými, každý obsahoval příliš rozmanitá spektra. Proto W. H. Pickering z Harvardu, který už dříve předefinoval typ V, rozšířil stávající spektrální sekvenci a použil novou klasifikaci pomocí velkých písmen latinky. Tato sekvence se vyvinula v komplexní systém užívaný dodnes. Krása Harvardského systému spočívá v tom, že hvězdné spektrum může být zařazeno do správné třídy i bez znalostí charakteristických fyzikálních vlastností atmosféry hvězd.

Pickeringův projekt byl ohromný, opíral se o fotografie spekter a byl financován z majetku Henryho Drapera (fyzik a astronom amatér, který jako první fotografoval absorpční čáry ve hvězdných spektrech). První katalogy vydané v roce 1890 využívaly písmena A až Q v abecedním pořadí a autorkou této klasifikace byla Williamina P. Flemingová.

V roce 1896 upustili Pickering a Flemingová od tříd D, L a I a vytvořili třídu K podobnou G a navzájem zaměnili třídy E a F. U třídy C bylo zjištěno, že

je výsledkem chybných fotografických desek a třídy E a H byly následně přiděleny do jiných skupin.

Na scénu vstupuje Antonia C. Mauryová, která vyvinula naprosto nové klasifikační schéma využívající římské číslice. Ačkoli mělo jen velmi krátký život, její práce přinesla několik důležitých nových informací. Předně zjistila, že třída B by měla předcházet třídě A, a ne být umístěna mezi A a F. Navrhla také, aby její poslední skupina XXII (příbuzná třídě O) stála ve spektrální posloupnosti na prvním místě a byla jakýmsi pojítkem se spektry planetárních mlhovin. Za druhé přidala popis vzhledu a intenzity spektrálních čar. Označila například spektra s velmi neostrými liniemi jako b, zatímco písmenem c popsala spektra s ostrými nebo enormně intenzivními čarami.

V roce 1901 rozšířila Annie J. Cannonová klasifikaci tím, že rozdělila každou Pickeringovu kategorii na deset podtříd. Tedy hvězda mezi třídami K a M byla označena K 5 M, posléze jen K 5. Také rozdělila třídu O na podskupiny O a až O e na základě množství emisních čar v jejich spektru. Použila písmena a, b, c (nesouvisejí s označením vzhledu čar podle Mauryové) pro klasifikaci rozdílů v pásových spektrech třídy M, označení M d znamenalo přítomnost emisních čar. Cannonová tedy vzájemně zaměnila třídy A a B a potvrdila, že třída O stojí před B. Tak byla vytvořena proslulá sekvence spektrálních tříd O B A F G K M. Posléze byl celý systém rozšířen od O 3 do M 10.

Ačkoli výběr písmen neměl fyzikální základ, bylo jasné, že tato sekvence představuje teplotní posloupnost. Tehdejší nesprávné domněnky o vývoji hvězd, že hvězdy s věkem chladnou, daly za vznik zvyku nazývat hvězdy třídy O jako rané a M jako pozdní.

Přínos harvardských astronomů kulminoval vydáním vynikajícího Henry Draper Catalogue mezi lety 1918 a 1924 Pickeringem a Cannonovou. Katalog klasifikuje 225 300 hvězd (práce Cannonové) a po roce 1948 je rozšířen na 359 082 hvězd. Dodnes se zachovala identifikace velkého množství hvězd jejich HD číslem, což jen dokazuje rozsah tohoto katalogu. Také byla přidána třída R zastupující pozdní G a K hvězdy bohaté na uhlík a třída N, která znamená totéž v rámci třídy M.

S přibíváním nových dat nemůže žádný systém zůstat beze změn. Změny původní Harvardské klasifikace provedli Annie J. Cannonová, Harry H. Plaskett, Charles D. Shane, Philip C. Keenan a William W. Morgan. Reorganizovali klasifikaci tříd O, M a uhlíkových hvězd. Výsledkem byl uzavřený systém rozdělený na řadu podúrovní, obsahující novou třídu C (uhlíkové hvězdy), která zahrnuje bývalé třídy R, N.

Jak pokračovalo zlepšování pozorování, astronomové si začínali být vědomi toho, že spektra v každé samostatné třídě mohou mít různý charakter (na to poukazovala už Antonia C. Mauryová ve svých podtřídách b a c). V roce 1907

roztřídil Ejnar Hertzsprung hvězdy na obry a trpaslíky. Toto dělení se ujalo až v roce 1914, kdy Henry Norris Russell demonstroval jeho fyzikální podklad na diagramu, který dnes nazýváme Hertzsprungův — Russellův nebo jen krátce HR diagram.

Zde je absolutní hvězdná velikost (případně svítivost) vynesena na svislé ose a na ose vodorovné spektrální třída (reprezentující teplotu). Hvězdy jsou zde seskupeny do rozsáhlých pásů — větví. Jsou zde zastoupeni trpaslíci, obři i nadobři. Nejzřetelnější větví v HR diagramu je hlavní posloupnost. Ta demonstruje zároveň i posloupnost hmotností. Hvězdy ji opouštějí poté, co spotřebují asi 12 % vodíku ve svém jádru. Hvězdy mimo hlavní posloupnost jsou tedy v dalších stádiích svého vývoje.

Moderní dvojrozměrná schémata

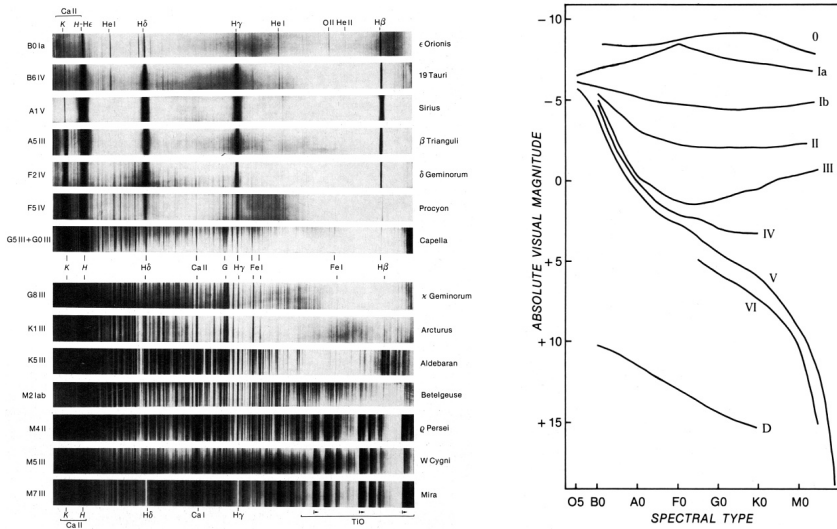
Systém popisu luminosit pomocí malých písmen zřetelně zaostával za dobře propracovanou klasifikací hvězdných spektrálních tříd. Tento problém odstranili v roce 1946 Morgan, Keenan a Edith Kellmanová, když definovali škálu šesti luminositních tříd. Třídy Ia a Ib představují nadobry, II a III obry, IV podobry, třída V byla vyhrazena pro hvězdy hlavní posloupnosti a VI pro podtrpaslíky (později přibyla třída VII pro bílé trpaslíky).

Tvůrci tohoto MKK (později MK) systému vycházeli z předešlých prací z Mount Wilsonu. Systém demonstruje, jak proměnlivá může být intenzita čar u hvězd stejné spektrální třídy, ale jiné absolutní jasnosti. Například s rostoucí luminositou u raných M hvězd zřetelně slábne čára g neutrálního vápníku a u hvězd třídy A se ztenčují čáry vodíku. Luminositní třídy jsou ukázány na HR diagramu na obr. 5b.

Další luminositní třídy obsahují některé výjimečné typy hvězd. Podtrpaslíci jsou označeni sd a leží nalevo pod hlavní posloupností. Sahají přibližně od třídy F ke třídě M. Tyto hvězdy mají nedostatek kovů, občas jsou označovány VI a patří k nejstarším hvězdám v Galaxii.

Poslední skupinou jsou hvězdy, které leží 10 a více magnitud pod hlavní posloupností — bílí trpaslíci. Ačkoli procházejí skoro celou spektrální škálou, bylo jim jejich označení přiděleno proto, že první objevení zástupci tohoto druhu byly bílé hvězdy (Sirius B a další). Tyto konečné produkty hvězdného vývoje určitého druhu hvězd jsou označovány wd nebo jen D.

Dnes používané spektrální třídy jsou W (Wolfovy — Rayetovy hvězdy), O, B, A, F, G, K, M, S (podobné předchozím dvěma třídám, ale obsahující velké množství molekulárních pásů) a C (někdy bývá rozdělena na dvě třídy R a N) s intenzivními pásy sloučenin uhlíku (CN, CO, C₂). Proto bývají označovány také jako uhlíkové hvězdy. Do klasických tříd O až M spadá 99,8 % všech známých hvězd.



Obr. 5 — (a) Ukázky spekter hlavních spektrálních tříd. (b) — Poloha luminositních tříd v HR diagramu.

Proměnné hvězdy (5) — β Cephei

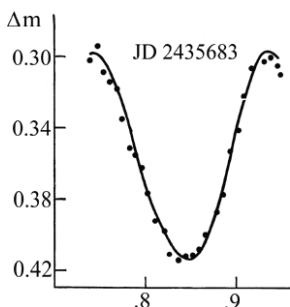
Pavel Marek, Ondřej Pejcha

Hvězdy typu β Cephei jsou radiálně pulzující hvězdy spektrálních typů O8 až B6, luminozitních tříd I až V s periodami světelných změn a radiálních rychlostí 0,1 až 0,6 dne. Nejkratší periodu má hvězda AG Psc ($P = 0,08$ d; $M = (5,81$ až $5,94)$ mag (V); spektrum B2,5 IV). Amplitudy jsou v intervalu 0,01 mag až 0,3 mag v oboru V. Většina těchto hvězd vykazuje radiální pulzace, ale některé (V649 Per) pulzují pravděpodobně neradiálně. Běžně se vyskytuje více pulzačních period. Dosud je známo pouze 141 hvězd tohoto typu (0,4 % všech proměnných hvězd). V GCVS je uveden též jeden podtyp:

BCEPS — Skupina krátkoperiodických objektů. Perioda u spekter B2 IV činí 0,02 až 0,04 dne a u spekter B3 V 0,015 až 0,035 dne. V GCVS nalezneme pouze tři zástupce (V376 Car, c Car a LN And).

Tvar světelné křivky

Světelné křivky jsou podobné křivkám radiálních rychlostí, ale jsou vůči nim posunuté o čtvrtinu periody, tudíž maximální jasnost souhlasí s nejmenším poloměrem. Typickou světelnou křivku ukazují obr. 6.



Obr. 6 — Světelná křivka 12 Lac.

Fyzikální model

Příčina radiálních pulzací je stejná jako u ostatních krátkoperiodických proměnných (viz předchozí díly seriálu). Jediným rozdílem je prvek, který je odpovědný za proměnnou opacitu — v klasickém Kappa modelu se jedná o hélium, kdežto v těchto hvězdách je za akumulaci zářivé energie odpovědná fotoionizace atomů s hmotnějšími jádry (hlavně železa).

Možnosti amatérského sledování

Amatérskými možnostmi lze u těchto hvězd zjistit pouze to, že se zdají konstantní. Příčiny jsou nasnadě: malá perioda, malá amplituda.

Sluneční hodiny (5) — Choceň

Kamil Fryš

V Chocni je hned několik slunečních hodin, některé znám už od dětství — na zámečku u řeky a na děkanství u kostela. Ostatní jsem poznal později.

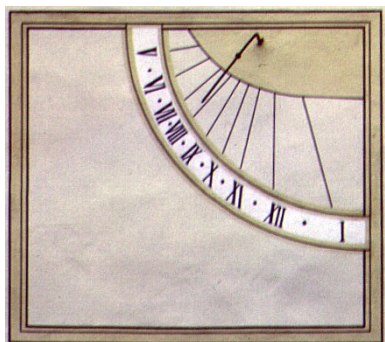
Na zámečku jsou sluneční hodiny umístěny ve dvoře na přímé jižní stěně a jsou poměrně vysoko (obr. 7a). Je to kvůli jižní střeše, díky níž začínají ukazovat až později. Mohu však říci, že ukazují přesně. Kdysi jsem to kontroloval. Mají čtvercový tvar s jednoduchým číselníkem na žlutém podkladu. Hodiny jsou ve výborném stavu, neboť celý zámeček byl nedávno i s hodinami opravován. Do původního stavu je uvedl pan Štafen z městského muzea spolu s památkáři. Celý zámeček patřil a patří potomkům hraběte Kinského, který zámeček koupil. Žádné další podrobnosti o těchto hodinách ani o hodinách na děkanství jsem v archívu muzea nenašel. Snad by se některé údaje našly v archívu hrabat Kinských v Litoměřicích.

Na místním děkanství, u kostela, vedle staré školy kam jsem chodil, jsou hodiny též na téměř jižní straně budovy (obr. 7b). Tyto hodiny jsou ve velmi špatném stavu. Víc jak polovina hodin už není, jen část číselníku s náznakem číslic a kresby. Další životnost těchto hodin je tak 2 až 3 roky. Jiné podrobnosti se nedají rozeznat.

Kousek od děkanství jsou další hodiny na domě č. **p. 230 v ulici Mistra Choceňského**, blízko pošty (obr. 21). Ty jsou tak 8 let staré a tvořil je pan Čestmír Karpíšek s Martinem Navrátilem. Číselník těchto hodin obsahuje hodinové rysky pro dvanáctou hodinu a odpolední hodiny až po osmou hodinu večerní. Rysky jsou ve žlutém obrazci hodin bílé a mimo něj jsou vytaženy modře. Všechny rysky jsou popsány římskými číslicemi, kromě rysky pro dvanáctou hodinu, která je znázorněna pouze krátkou svislou bílou čarou na levém okraji obrazce hodin. Rozsah časů je dán azimutem stěny, jejíž normála je od směru k jihu odchýlena o 77° směrem k západu. Čas na hodinových rýskách ukazuje stín ukazatele, který je uchycen na dvou podpěrách. Hodiny jsou vypočteny pro zeměpisnou šířku 50° a zeměpisnou délku $16^\circ 13' 50''$, ukazují tedy místní pravý sluneční čas. Důležitým doplňkem hodin je obzor — modrá vodorovná čára v horní části hodinového obrazce. Stín ukazuje na obzor právě v okamžiku, kdy Slunce v Chocni zapadá. Na tmavé oranžové části kruhu, představující sluníčko, je latinský nápis: OMNIBUS AEQUE MENTIOR, který — volně přeložen — znamená: MĚŘÍM VŠEM STEJNĚ.

Další sluneční hodiny jsou **Na Bílé 179**. Je to u silnice Choceň – Běstovice. Bydlí tu pan Josef Pešek, vášnivý řezbář a stavitel slunečních hodin. Některé už prodal, některé daroval a některé mu zůstaly. Z ulice jsou jedny vidět na jihovýchodní stěně domu (obr. 22). Stěna domu je pootočena asi 15° k východu, samotné hodiny jsou rafinovaně umístěny do výklenku zazděného okna. Je to čtvrtkruh s číslicemi od 7 hodin dopoledne do 3 odpoledne. Ukazatel je přidělán v dřevorezbě obličejce. Další hodiny jsou ve dvoře na jihozápadní straně domu (obr. 8) a na rohu kůlny (obr. 9). Stěna dvora domu je též pootočena asi o 15° , ale k západu. Ukazatel je zde také montován v dřevorezbě pana Peška. Prstencové hodiny jsou umístěny na rohu kůlny v dva a půl metrové výšce. Jsou vyrobeny z ráfku kola starého vozu o průměru asi 1 m. Číselník je přímo na vnitřní straně ráfku. Tento typ slunečních hodin lze snadno nastavit. Ještě jedny prstencové hodiny, z druhé půlky ráfku, dělal pan Pešek pro svého známého. Všechny tyto hodiny jsou staré kolem 10 let. Krom nástěnných hodin dělá pan Pešek i přenosné. Z dřevěného kruhu s kolmým ukazatelem, nebo z víka od barelu či plechovky od barvy. Tyto sluneční hodiny se dají umístit na stůl, na trávník, nebo kamkoli.

Další nástěnné hodiny od pana Peška jsou **na mlýně u Betlémského rybníka** (obr. 10), asi tak 4 km od Chocně. Betlémský rybník je kousek od silnice Choceň – Zálší – Zaháj. Tyto hodiny jsou umístěny na jižním štítu mlýna. Jsou podobné jeho druhým výše popisovaným hodinám. Jsou tam asi 8 let. Krom slunečních hodin má pan Pešek krásnou sbírku vlastních dřevorezeb, které doporučuji zhlédnout.



Obr. 7 — (a) Sluneční hodiny na choceňském záměcku.
(b) — Hodiny na místním děkanství.



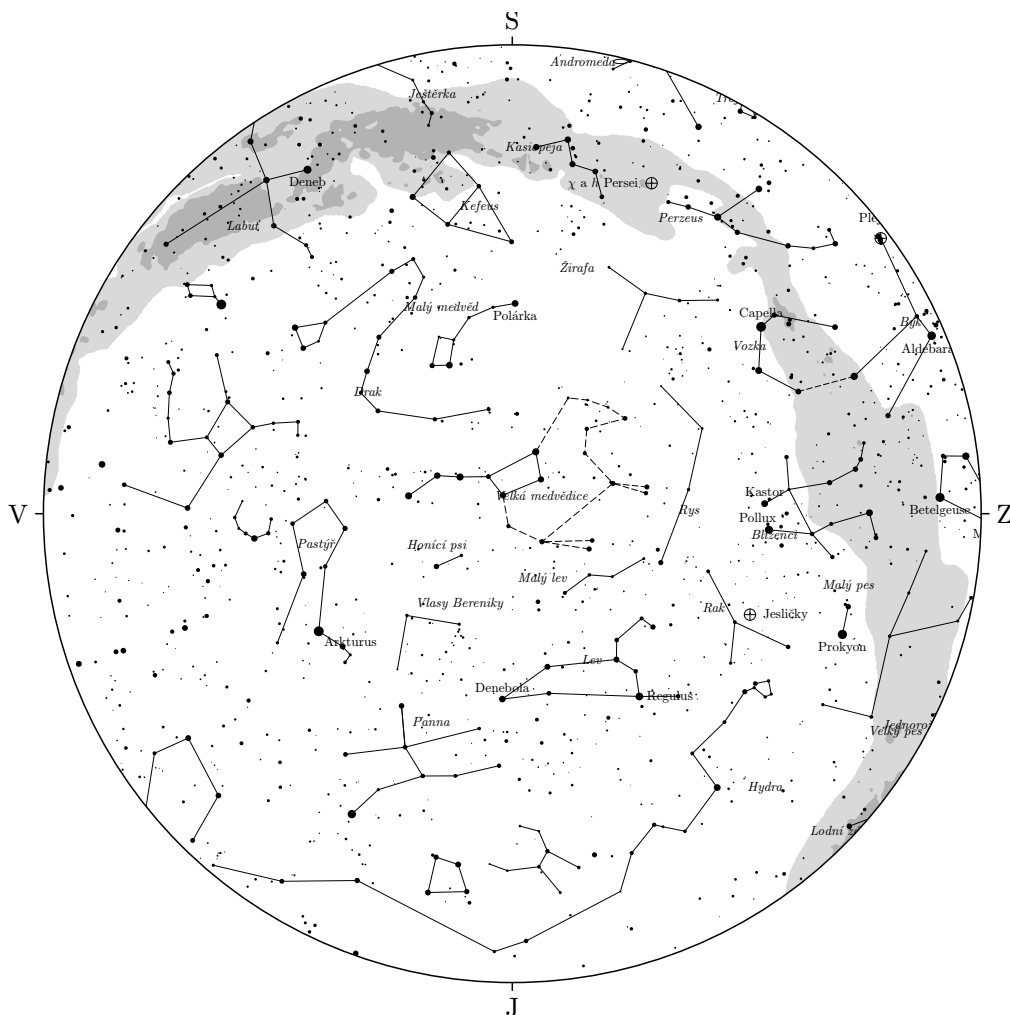
Obr. 8 — Sluneční hodiny v Chocni, Na bílé č. p. 179.



Obr. 9 — Prstencové sluneční hodiny vyrobené panem J. Peškem; v ulici Na bílé 179.



Obr. 10 — Hodiny na mlýně u Betlémského rybníka.



Obr. 11 — Obloha na začátku května 2002 ve 21 hodin SEČ.

Planety a konjunkce. Na konci dubna a začátku května bude možné spatřit Merkur na večerní obloze, přibližně ve 20 h SEČ v azimutu 115° . 29. 4. se odehraje konjunkce Merkuru s hvězdokupou Plejády. Mimořádné a fotogenické *seskupení Měsíce, Merkuru, Venuše, Marsu a Saturna* očekávejte na večerní obloze 14. 5.

Zákryty. Dne 16. 4. ve 21 h 54 min zakryje Měsíc planetu Saturn. Pozorujte také pohasínání hvězdy TYC 1880–00482–1 (9,56 mag) v Jupiterově atmosféře při zákrytu, který začíná 9. 4. ve 23 h 1,3 min. Podrobnější informace v [2].

Meteorické roje. Dubnové Lyridy, jejichž maximum nastává 22,5. 4., mají tento rok pozorovací podmínky velmi nepříznivé. Souhvězdí Vodnáře, ve kterém mají radiant η Akvaridy s (plochým) maximem 5,8. 5., je v tomto ročním období vidět jen ráno, ve výšce $h = 30^\circ$ (opravný faktor na tabulkovou zenitovou frekvenci 55 meteorů za hodinu je tedy $\sin h = 0,3$).

Kometry. Na začátku dubna bude bez dalekohledu pozorovatelná jasná kometa C/2002 C1 (Ikeya–Zhang) (viz článek v tomto čísle Povětroně). Hledací mapka je k dispozici na [3]. Na ranní obloze můžeme vyhledat další čtyři jasnější komety: C/2000 WM1 (LINEAR) (9 mag), C/2002 F1 (Utsunomiya) (až 5 mag, ale elongace 20°), C/2002 E2 (Snyder–Muramaki) (10 mag), C/2001 OG108 (LONEOS) (9 mag). Efemeridy jsou na adrese [4].

[1] Příhoda, P., aj.: *Hvězdářská ročenka 2002*. Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, Praha, 2001.

[2] *Almanach 2002*. Zákrytový zpravodaj 12/2001, Zákrytová a astrometrická sekce ČAS, Rokycany, 2002.

[3] *HPHK*. <http://www.astrohk.cz>

[4] *Observable comets*.

<http://cfa-www.harvard.edu/iau/Ephemerides/Comets/index.html>

Přečetli jsme si

Ondřej Pejcha, Miroslav Brož, Luděk Dlabola

Kozmos 1/2002, s. 19 uveřejňuje pokračování Grygarovy tradiční Žně objevů 2000; k dispozici je také na <http://www.ian.cz>.

Nadis, S.: *Size matters*. Sky & Telescope 3/2000, s. 28 pojednává o kupách galaxií a velkoškálové struktuře vesmíru.

V Astropisu speciál 2001/2002, na s. 6 najdete článek P. Příhody o Historii astronomického pozorování planet. Na s. 13 téhož čísla pak přehledový článek J. Tiché: Transneptunická tělesa aneb pozoruhodný svět za drahou Neptunu.

G. Horneck aj. publikovali v časopise Icarus, **149**, 1, s. 285–290, 2001 výsledky biologických experimentů, které naznačují, že spory bakterií jsou schopné přežít impakt, následný meziplanetární transfer a vstup do atmosféry jiné planety.

Bullock, M. A. a Grinspoon, D. H., Icarus, **150**, 1, s. 19–37, 2001 modelovali vývoj klimatu planety Venuše. V období globální vulkanické přeměny povrchu (před 1100 až 600 Myr) se do atmosféry uvolnila oblaka SO_2 a H_2O , nastalo nejprve období ochlazování (trvajícím 100 až 300 Myr) a poté (tj. 200 až 500 Myr po skončení intenzivního vulkanismu) zahřátí povrchu kvůli silném skleníkovému efektu až na 900 K.

B. Flynn aj., *Icarus*, **150**, 2, s. 297–302, 2001 usuzují ze snímků Tritonu pořízených Voyagerem a HST/FOC, že na jeho povrchu dochází k výrazným změnám (způsobeným zřejmě velkoškálovým transportem tekavých látek).

H. F. Levison aj., *Icarus*, **151**, 2, s. 286–306, 2001 testují hypotézu, zda období velkého bombardování Měsíce (LHB) bylo zapříčiněno formováním Uranu a Neptunu a přesunem velkého množství ledových planetesimál do vnitřní části sluneční soustavy. Pohyb těchto planetesimál mohl vést také k migraci Jupiteru a Saturnu a tím destabilizovat dráhy asteroidů v hlavním pásu. Model dobře vysvětluje LHB jen tehdy, pokud se Uran a Neptun vytvořily až 700 Myr po vytvoření Země.

Impaktními strukturami na Europě se zabývá práce Moore, J. M. aj.: *Impact features on Europa: Results of the Galileo Europa Mission (GEM)*. *Icarus*, **151**, 1, s. 93–111, 2001.

C. Brocksopp aj. jako první pořídili snímky symbiotické dvojhvězdy V1016 Cyg pomocí HST. Vzdálenost složek dvojhvězdy byla určena na 84 AU a oběžná doba na přibližně 540 let, což popírá předchozí spektroskopická a fotometrická měření. Kromě toho se v soustavě zřejmě nachází bipolární výtrysk. (astro-ph/0202073)

N. Drake aj. popisují pozorování rychle rotujícího obra spektrálního typu K, který je nezvykle bohatý na lithium. Obohacení lithiem vzniká zřejmě dopadem materiálu na hvězdu, což urychluje rotaci a stimuluje ztrátu hmoty. Dopadající materiál může být buď sám bohatý na lithium (obří planeta nebo hnědý trpaslík) nebo proniknutím do obalu hvězdy iniciuje přeměnu ${}^3\text{He}$ na ${}^7\text{Li}$. (astro-ph/0202158)

Podle M. Burleigha aj. dokáží obří planety přežít závěrečná stadia vývoje mateřské hvězdy. U bílých trpaslíků by tak měly být pozorovatelné planetární systémy ve vzdálenosti větší než 5 AU. Z vývojových modelů obřích planet vyplývá, že současné největší světové dalekohledy mohou rozlišit a nalézt takové planety, jejichž hmotnost je větší než trojnásobek hmotnosti Jupitera. (astro-ph/0202194)

D. Poznanski aj. navrhují způsob, jak určit typ supernovy na základě širokopásmové fotometrie. Na základě $V - R$ a $R - I$ indexů lze odlišit supernovy typu Ia do vzdálenosti $z = 0,1$ a užitím UBVRI filtrů lze určit typ do $z = 0,6$. Filtry ze Sloan Digital Sky Survey umožňují rozšířit metodu až do $z = 0,75$ a v kombinaci s infračervenými měřeními do $z = 2,5$. (astro-ph/0202198)

U. Munari a R. Jurdana-Šepić publikují dlouhodobou fotometrii symbiotických proměnných hvězd. U dvou objektů (Hen 2–468 a QW Sge) byla určena orbitální perioda a u V407 Cyg objevena závislost pulzační periody miridy na vlnové délce. Tato mirida má i jinak neobvyklé vlastnosti: dlouhou pulzační periodou (745 dnů) připomíná spíše tzv. OH/IR zdroje, které jsou kvůli silné vrstvě

prachu pozorovatelné jenom v infračervené oblasti spektra. Optická viditelnost miridy ve V407 Cyg je způsobena horkou složkou, která brání vývoji jakékoliv tlusté prachové obálky. (astro-ph/0202118)

Fyziologická optika pro astronomy (2)

Vladimír Kocour ml.

3.3. Vidění

Viděním se rozumí činnost dostatečně vyvinutého zraku, charakterizovaná vnímáním jasů (popř. barev) a spojováním těchto vjemů při vytváření představy předmětů, jejich velikosti, tvaru a umístění v prostoru. K dalším vlastnostem vidění patří vnímání kontrastů, prostoru a pohybu. Oko reaguje na fyzikální podněty elektromagnetického záření o vlnových délkách 380 nm až 760 nm vjemem světla a barvy nebo pouze světla (různé zdroje uvádějí různé hodnoty vlnových délek).

Obraz okolního světa vytvořený okem není vnímán nekriticky, ale je zpracován během procesu vnímání; mezi vnímaným obrazem a pozorovaným předmětem může docházet k odchýlkám. Důležitou roli přitom hrají zkušenosti a vzájemná souvislost s ostatními orgány v jiných centrech vědomí.

Otázka vzniku podráždění v tyčinkách a čípcích není dosud jednoznačně vysvětlena. Skutečnost, že světločivých buněk (fotoreceptorů) jsou dva druhy, dala podnět k duplicitní teorii (o dvojm druhu činnosti sítnice).

Čípky zprostředkují vidění za světla, umožňují rozlišování barev a vyžadují k podráždění podněty relativně vyšší prahové intensity. Normální oko jich má 6 až 7 milionů. Vidění, při kterém se uplatňují pouze čípky, se nazývá fotopické. Při fotopickém vidění má oko maximum citlivosti pro 555,5 nm.

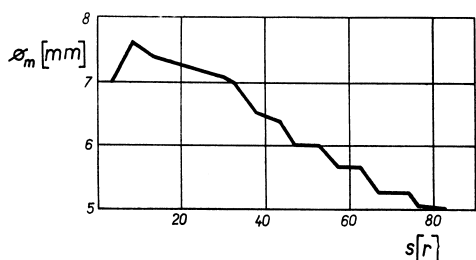
Tyčinky pracují při nízkých prahových intenzitách (skotopické vidění). Umožňují však pouze vidění nebarevné. Jejich počet je 110 až 125 milionů. Citlivost oka při skotopickém vidění je největší pro 510 nm (podle některých pramenů 507 nm). Tyčinky jsou téměř necitlivé k červenému konci viditelného spektra.

Čípky pracují od jasu 0,003 nt, tyčinky však fungují i při jasech větších, než 3 nt. V tomto rozsahu jasů pracují oba druhy fotoreceptorů, hovoříme o vidění mesopickém („smíšeném“).

Rozložení tyčinek a čípků se liší podle místa na sítnici. V místě nejostřejšího vidění (fovea) jsou čípky, z nichž každý má svoje nervové vlákno, což umožňuje jejich individuální podráždění. Směrem do periferie jich rychle ubývá. V periférii převládají tyčinky, jejichž nervové dráhy jsou spojené; to umožňuje sčítání více podprahových podnětů a snížení vjemového prahu. Tyčinky zcela chybějí ve fovei, za osvětlení pod 0,003 nt je tato oblast slepá, vzniká v ní skotom. Tento skotom člověk nevnímá, podobně jako nevnímá slepou skvrnu.

Zrakový vjem v oku vzniká prostřednictvím zrakového purpuru — rhodopsinu (kromě něj se uplatňují i další zrakové pigmenty). Ten se účinkem světla rozkládá

na zrakovou žluť a ta pak na zrakovou běl. Složkou rhodopsinu je i vitamin A, dodávaný z krevního oběhu. Při nedostatku světla dochází k opětné syntéze (regeneraci) rhodopsinu. Mezi rozkladem a syntézou se udržuje dynamická rovnováha, jejíž posun (v důsledku změny osvětlení) je nejvýznamnějším prvkem adaptace oka na světlo nebo na tmu. Schopnost adaptace oka zvyšuje schopnost duhovky měnit plochu zornice (u mladého člověka v poměru cca 1:20). Zornice oka člověka je kruhová a schopná měnit průměr od 2 mm asi do 8 mm (individuální). S přibývajícím věkem se minimální průměr zvětšuje (ke 2,5 mm) a maximální zmenšuje (ke stejné hodnotě). Průměr zornice je řízen automatickým fotopupilárním reflexem, ovlivnitelným více faktory (mimo jiné též léky). Při mesopickém vidění se uplatňuje také změna vjemových polí sítnice [2].



Obr. 12 — Závislost největšího průměru oční pupily na věku.

3.3.1. Adaptace

Normální lidské oko se dovede přizpůsobit vnímání viditelného záření při značně různém osvětlení. Změna schopnosti vidět však není při větších a rychlých změnách osvětlení okamžitá.

Základní adaptace na světlo (velké osvětlení) trvá krátkou dobu (do 1 minuty). Při pomalém zvyšování intenzity osvětlení probíhá proces, který je v podstatě opačným pochodem adaptace na temno.

Adaptace na temno má větší význam, protože trvá déle; častěji se také vyskytují její poruchy. Podstatným činitelem je při ní rychlost, s jakou se osvětlení snižuje. Je-li malá (postup večerního soumraku ve středních zeměpisných šířkách), kompenzuje oko změny osvětlení rozšířením zornice, zvětšováním vjemových polí sítnice a posunem rovnováhy mezi rozkladem a syntézou rhodopsinu. Při náhlém snížení osvětlení je vidění sníženo až znemožněno. Proces zcitlivování syntézou rhodopsinu se sice naplno rozběhne, trvá však dlouho (desítky minut, hodiny). Přitom je různá rychlost přizpůsobování čípků a tyčinek: čípky se přizpůsobí za 2 až 3 min, tyčinky za desítky minut. Citlivost oka se v úplné tmě zvyšuje trvale, zcitlivování se však stále zpomaluje. Podle náročností autorů (především podle pracovních a profesních hledisek) na stav adaptace oka na temno uvádějí různí autoři různou dobu adaptace (1/4 hodiny, 1/2 hodiny, hodinu, atp.). Ani po 10 hodinách ještě zcitlivování není zastaveno. Pro potřeby amatérské astronomie

se uvádějí spíše hodnoty vyšší (1/2 hodiny a více) a zdůrazňuje se nepřerušování pobytu ve tmě, které vysokou přizpůsobenost rozrušuje.

Zrakový vjem nevzniká a nezaniká současně s popudem, ale o něco později. Doba mezi popudem a vjemem závisí na velikosti jasu. Při jasu 1 nt je to 0,5 s; tato hodnota je důležitá pro osvětlení při jízdě. Při rychlosti 60 km/h ujede vozidlo za 0,5 s přibližně 8,5 metru. Světlo přerušované vícekrát, než 13 krát za sekundu působí dojem světla nepřerušovaného. Při velmi nízkém jasu se obraz na sítnici tvoří déle, podle některých autorů (Stephen O'Meara) až 6 sekund, takže i spatřování slabé hvězdy nemůže být věcí okamžiku. To souvisí také s otázkou integrační doby. Obrazový vjem je 13 krát (podle některých zdrojů jen 5 krát) za sekundu obnovován. Kdyby byl obnovován méně často, mohlo by oko v jednom „snímku“ zachytit slabší zdroje světla. Dříve se soudilo, že oko takovou věc nedokáže, ale v dnešní době se soudí, že oko tuto schopnost v malé míře má (např. Jirí Grygar v [1] uvádí možnou integrační dobu až 1 s).

3.3.2. Barevné vidění a adaptace

Oko při fotopickém, částečně i mesopickém vidění rozlišuje barvy, které jsou z fyzikálního pohledu kódováním vlnových délek viditelného světla.

barevné vjemy a vlnové délky	
vln. délka/nm	barva
380 – 440	fialová
440 – 460	fialově modrá
460 – 480	modrá
480 – 485	modrozelená
485 – 535	zelená
535 – 555	nažloutle zelená
555 – 575	žlutozelená
575 – 580	žlutá
580 – 585	oranžově žlutá
585 – 595	oranžová
595 – 620	oranžově červená
620 – 770	červená

Podstatné také je, že oko vnímá různé barvy s různou citlivostí a navíc je toto rozložení jiné při fotopickém a jiné při skotopickém vidění. Při vidění mesopickém (jas 0,003 nt až 3 nt) přechází jedno rozložení citlivosti v druhé (v závislosti na osvětlení a přizpůsobenosti oka k tomuto osvětlení).

Při pozvolném snižování osvětlení relativně klesá citlivost k červenému světlu vzhledem ke krátkovlnnému modrému. Tyčinky červené světlo takřka nevnímají, jak bylo uvedeno dříve. Proto je mezi červenou oblastí a celým krátkovlnnějším

zbytkem viditelného světla velmi nápadný rozdíl ve změně vnímání. Popsaný jev objevil v roce 1825 český lékař Jan Evangelista Purkyně, podle kterého je pojmenován jako *Purkyňův jev*.

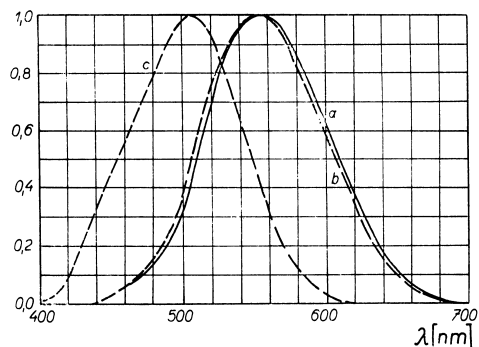
K vnímání barev je nutno dodat, že je-li zdroj světla příliš intenzivně zářící, oko také barvy nerozlišuje a vnímá všechny jako bílé světlo. Proto např. vidíme Slunce jako bílé.

Ačkoli amatérská astronomie je, až na výjimečné případy, záležitostí noční — tedy nočního vidění, bylo by mylné se domnívat, že okem viditelný vesmír je zcela záležitostí skotopického vidění. Nejzajímavější, a zčásti také nejvíce problematická, je z hlediska vizuální astronomie právě účast čípků na vidění vesmíru.

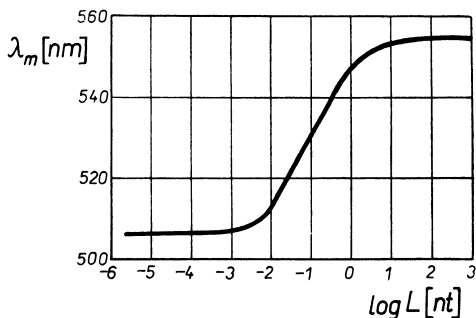
Tento problém spočívá v individuálnosti mesopického vidění. Zvláště velké odchylky od normy lze nalézt u lidí s poruchami vidění, především barvocitu. Tyto poruchy se člení do více skupin podle druhu, podle vyvolávající příčiny a podle trvalosti. Pečlivý rozbor těchto věcí přesahuje téma tohoto pojednání — jde o záležitost dosti speciální. Přesto se týká ne zcela zanedbatelného počtu lidí. Některé poruchy jsou geneticky podmíněné. Největší výskyt má gonozomálně recesivně dědičný daltonismus (snížená schopnost rozlišit červenou a zelenou), vyskytuje se u 8 % mužů a 0,2 % žen. Většina astronomů amatérů jsou přitom muži. U těchto lidí má Purkyňův jev jiný průběh v závislosti na stupni a druhu postižení.

K barevnému vidění je nezbytné poznamenat, že člověk s normálním zrakem vidí svět velmi barevně. I lidé s poruchou barvocitu velmi často rozeznají hlavní druhy barev, pro které si lidé vymysleli slova. Horší barvocit kompenzují zkušeností, že určité barvy se zpravidla pojí s určitým tónem (tmavostí/světlostí). K tomu jsou v naší společnosti určité technologické a estetické důvody. Řada případů poruchy barvocitu (paušálně nazývané barvoslepost) se tak pozná až při speciálním vyšetření. Přitom nejprísnější kritéria má železnice (řidiči silničních motorových vozidel jsou podrobeni méně přísným zkouškám).

Člověk vidí (pouhým okem) do jisté míry barevně i objekty nočního nebe. Slabé zdroje světla dokážou podráždit pouze tyčinky — tyto objekty vidíme nebarevně. Barevně vidíme jasnější objekty: hvězdy od -1 do $+3$ mag, všechny planety (i když jejich barva bývá nízko nad obzorem zkreslena extinkcí do červeně), někdy Měsíc (zvláště při zatmění) a meteory vhodné jasnosti. Hvězdy jasnější než -1 mag vidíme jako bílé proto, že jas jejich difrakčního obrazu na sítnici je příliš velký, obdobně jako u Slunce. Podobně je tomu u Měsíce, který však značně mění svoji jasnost v závislosti na fázi. Během zatmění není Měsíc osvětlen přímo Sluncem, ale slunečním světlem, které předtím prošlo nebo bylo rozptýleno zemskou atmosférou. Barva a jas Měsíce při zatmění proto vypovídají více o Zemi (množství prachu a oblačnosti v atmosféře) než o Měsíci.



Obr. 13 — Průběh spektrální citlivosti oka adaptovaného na různý jas zorného pole.



Obr. 14 — Závislost maxima spektrální citlivosti oka na adaptačním jasu.

V následující tabulce je uvedena orientační hranice mezi skotopickým a mesopickým viděním při pozorování dalekohledem (někdy se užívá název „Purkyňova mez“) [7]; D značí průměr dalekohledu:

D/mm	Purkyňova mez/mag
7	2,5
60	7,1
80	7,7
100	8,2
150	9,1
200	9,6
400	11,1

Důsledky účasti čípků lze omezit barevnými filtry. Různí autoři se liší v názoru na jejich účinek; podle některých např. použití žlutozeleného filtru omezí dopad účasti čípků na subjektivní vnímání jasu až o 50 %.

Skutečnost, že tyčinky jsou prakticky necitlivé k červené barvě, umožňuje astronomu amatérovi v noci si svítit na psané poznámky a hledací mapy a neztratit přitom adaptaci na tmou. Při adaptaci na zvláště velkou tmou však i červené světlo vadí (dokonce i od světelné diody) — taková situace však nastává zřídka.

3.4. Zrakové klamy

Za zrakové klamy označujeme poznatky, zprostředkované zrakem, ale neodpovídající realitě a ověřitelné zpravidla nějakým jiným způsobem. Tato definice je dosti široká a různí autoři do ní zahrnují různé třídy jevů. Pro amatérskou astronomii mají význam entopické jevy, v menší míře také problémy perspektivy (se kterými jsou však amatéři často obeznámeni a dovedou je korigovat) a problémy sugesce (které byly zvláště po aféře s kanály na Marsu v minulém století natolik řešeny, že dnes prakticky neexistuje amatér, který by si na ně nedával obzvláštní pozor). Problémy sugesce přesto nejsou úplně vymýceny (např. pozorovatel proměnných hvězd, který ví, jak by se hvězda měla chovat, může vidět něco jiného, než co se ve skutečnosti děje).

3.4.1. Entopické jevy

Entopický jev je vjem drobných částic nacházejících se před světločivými elementy oka, jestliže se liší zmenšenou průhledností nebo odlišným indexem lomu od prostředí, ve kterém jsou uloženy. Jev může být vyvolán tělísky v lomivých prostředích oka, krevním oběhem sítnice nebo vnitřními vrstvami vlastní sítnice.

Drobná tělíska v očích prostředích vrhají na sítnici stín, jehož velikost závisí na tom, zda jsou světelné paprsky vstupující do oka rovnoběžné, lehce rozbíhavé nebo lehce sbíhavé. V prvním případě je stín stejně velký jako tělísko, v druhém poněkud větší, a ve třetím menší. Vstupuje-li do oka difúzní světlo, tělíska nejsou vidět. Je-li tělísko neprůhledné, je stín černý, je-li poloprůhledné, bývá stín uprostřed světlý a obklopený tmavým lemem. Tímto způsobem mohou být pozorovány kapičky slz nebo hlenu na rohovce, nepravidelnosti na povrchu rohovky, tečkovité i loukoťovité zákalky v čočce a drobné, tečkovité zákalky ve sklivci. Ty poslední vzbuzují nejčastěji pozornost, zvláště při pohledu na jasnou stěnu nebo oblohu ve dne. Uplatňují se i jako rušivé elementy při pozorování povrchu planet, Měsíce nebo Slunce a zdržují pozorování jemných nekontrastních detailů, o které při pozorování nejvíce jde.

Jsou-li tělíska ve sklivci ojedinělá, nebývají zpravidla známkou onemocnění. Jde o vývojové zbytky (hlavně tepny Arteria hyaloidea, která v prenatalním období vyživuje budoucí čočku a vede podélně okem z pozadí do popředí) nebo sraženiny sklivcových bílkovin. Jestliže však nemocný vidí těchto zákalků mnoho (jako padající saze), je to projevem vážného onemocnění sítnice nebo cévnatky (krvácení, odchlípení). V krátkozrakém oku bývá těchto tělísek (i fyziologicky) více.

Některé oční tkáně mají uspořádání podobné optické mřížce, ať už v pravidelných čarách nebo otvorech. Mohou způsobit ohyb světla, takže kolem pozorovaného bodového zdroje bílého světla se vytvoří barevné kroužky ve spektrálních barvách. Tak mohou působit čočková vlákna (průměr kotouče 7° až 8°), podobně epitel nebo endotel rohovky (4°) nebo i rohovkové lamely (3° až $3,5^\circ$). Nemocní si těchto jevů všimnou při některých patologických stavech (při zeleném zákalu (glaukomu), užívání léků proti malárii apod.). U glaukomu se tento jev nazývá irizace a je příznakem kongestivní formy [12, str. 179].

3.4.2. Perspektiva

Zrakový vjem podléhá zpracování, které je sice velmi sofistikované, ale prakticky zcela mimovolní. Proto někdy dochází k jeho ne zcela adekvátní funkci.

Např. při pohledu na Měsíc nebo Slunce se nám zdá, že oba tyto objekty u obzoru mají mnohem větší úhlový průměr, než jsou-li vysoko na obloze. Příčinou je to, že mozek určuje úhlové rozměry jen relativně a má sklon je podceňovat, vyskytují-li se objekty samostatně, bez blízkosti objektů jiných, obdobně velkých a podobného tvaru. Dojem se ještě umocňuje větší výškou nad obzorem, se kterou se toto podcenění dále zvětšuje. K opačnému efektu dochází při obzoru, kde má mozek k dispozici různé stromy, kopce, budovy apod. a výška nad obzorem je malá. Ve skutečnosti je úhlový průměr obou objektů malý ($0,5^\circ$) a i desetníkovaná mince v natažené ruce má větší úhlový průměr (nejen českosl., ale také český desetiník).

Z podobného důvodu se nám obloha ve dne zdá poněkud stlačená, jako polovina zploštělého elipsoidu, a nikoli koule, jak by se dalo očekávat. Zde sice vzniká dojem, že lidský zrak dovede poznat, že např. oblačnost je v určité výšce nad zemí, a tedy ta, která je přímo nad námi, je nutně blíže, než ta, která je ve směru šikmém od nás — rozborem schopnosti hloubkového vidění (viz [12]) však zjistíme, že pro běžné typy oblačnosti něco takového nepřipadá v úvahu. Popsaný jev se podílí spíše na celkovém pocitu z pohledu na nebe a může hrát roli při vytváření citového vztahu k astronomii. To sice nemá nic společného s fyzikou ani optikou, ale není to zcela bezpředmětné pro člověka, který přírodní jevy poznává.

3.4.3. Iradiace

Iradiace je zdánlivé zvětšení světlé plochy na tmavém pozadí. Tak se nám zdají úzké štěrbinové širší nebo hvězdy na obloze větší, než ve skutečnosti jsou. Zvláště poslední jev vyvolával zájem u astronomů před vynálezem dalekohledu, kteří odhadovali velikost hvězd (odtud také pochází pojem hvězdná velikost jako fotometrická jednotka — ve všech evropských jazycích). Teprve Johannes Kepler vysvětlil jev chybou optického systému oka. Později byl jev vysvětlován podrážděním světločivých elementů sousedních s těmi, které jsou osvětleny silnějším světlem. Zdá se, že se tu uplatňuje rozptyl světla, nepravidelný astigmatismus

a vliv simultánního (současného) kontrastu. Rovněž u slabé krátkozrakosti nebo myopického astigmatismu je efekt v případě noční oblohy výraznější.

Je-li bodový zdroj silnější (špatně konstruovaná lampa veřejného osvětlení, která svítí i tam, kam nemá), přidružuje se k iradiaci také oslnění. U oka dobře adaptovaného na kvalitní tmu může oslňovat i Venuše, Jupiter nebo Mars (je-li blízko Země).

Na rozptylu světla se podílí významně oční čočka, která má v sobě radiální paprskovou strukturu, zvláště dál od optické osy. Proto vzniká při nočním vidění dojem, že hvězdy mají cípy. Při pohledu otvorem o průměru 1 až 2 mm na nějakou dostatečně jasnou hvězdu zjistíme, že hvězda cípy nemá.

Mozek ve spojení s okem posuzuje neobjektivně také velikosti ploch a délky. Posuzuje je společně a vybírá si to, co se mu zdá pro ten který okamžik podstatnější. Také to může přispět k iradiaci, v případě posuzování větších ploch složitějších tvarů.



Obr. 15 — K iradiaci. Světlá plocha na tmavém pozadí se jeví větší než stejně velká tmavá plocha na světlém pozadí.

POKRAČOVÁNÍ

- [1] Grygar, J.: *Úloha přesnosti při astronomických objevech..* Pokroky matematiky, fyziky a astronomie 3/1998, s. 177.
- [2] Habel, J. aj.: *Světelná technika a osvětlování.* FCC Public, Praha, 1995.
- [7] Klabazňa, J.: *Vizuální optické soustavy III. — Dalekohledové optické soustavy.* UP Olomouc, 1989.
- [12] Polášek, J. aj.: *Technický sborník oční optiky.* Praha, 1975.

Daleké rozhledy (2) — Václavice

Vladimír Kocour ml.

Obec Václavice leží v podhůří Orlických hor nedaleko Nového Města nad Metují a přehradní nádrže Rozkoš. Z Hradce Králové se do obce lze dostat vlakem přes Jaroměř a Starkoč (38 km) nebo přes Týniště nad Orlicí (pokračujeme směr Meziměstí; 52 km). Do Václavic lze dojet také po silnici, po které je cesta kratší, protože se jede „po úhlopříčce“.

Obec leží na svahu kopce Dobenín, v prvním hřebeni kopců vypínajícím se na východní straně polabské roviny. Svůj název získaly Václavice podle kostela

sv. Václava na vrcholku Dobenína. První zmínka o obci pochází z roku 1068 (Kosmas: *Chronica Boëmorum*). Z mnoha míst obce je velmi pěkný výhled do polabské roviny; čím výše vystoupíme, tím dále můžeme dohlédnout — závisí to ovšem také na viditelnosti. Dobrý výhled je už z nádraží. Přímo od nádraží vedou široké schody k hotelu, který za minulého režimu velmi prosperoval; majetkoprávní nejasnosti po roce 1989 však vedly k jeho úplnému zchátrání, takže dnes je obehán 2 m vysokým plotem, doplněným varovnou cedulí „Zákaz vstupu — nebezpečí propadnutí“.

Nejvýraznějším objektem krajiny je blízká nádrž Rozkoš. Za ní jsou zřetelně viditelná města Česká Skalice a Jaroměř s pevností Josefov, zámek Kuks a Dvůr Králové. Nedaleké Nové Město nad Metují (na jihu) je zčásti zakryté kopcem. Západní obzor je tvořen kopci krkonošského podhůří kolem Hořic a Lázní Bělohradu a kopci v Českém ráji. To musí být ovšem viditelnost zvlášť dobrá. Dobrou viditelnost vyžadují i nezřetelné útvary na jihovýchodě, které se mi při návštěvě místa nepodařilo identifikovat, protože tímto směrem nejsou vidět žádné kopce.

K pohodlnému prohlížení obzoru je třeba malý dalekohled (cca binar 12×60) nejlépe se žlutým nebo oranžovým filtrem k zvýšení kontrastu.



Obr. 16 — Výhled od Václavic směrem na jihozápad. V pravé části snímku je vidět nádrž Rozkoš, zcela vlevo Nové Město nad Metují.

K článku přikládám fotografii složenou z několika snímků obzoru. Obec Václavice můžete nalézt i na Internetu (<http://home.tiscali.cz/ca094992/>), kde se o ní dozvíte mnoho dalších informací. K dispozici jsou zde i četné fotografie.

Ustavující sjezd Astronomické společnosti Pardubice

Renata Křivková

Vážení přátelé,

s potěšením si vám dovoluji oznámit, že bylo v Pardubicích ustaveno občanské sdružení *Astronomická společnost Pardubice*, dále jen ASP. Na ustavujícím sjezdu dne 1. 3. 2002 byli dle platných stanov zvoleni členové výkonného výboru. Byla zde přítomna i delegace z ASHK. Tato organizace je nám svou činností nejbližší, což dotvrzují společné akce s astronomickou tematikou. Tímto bych ráda poděkovala všem přítomným za jejich účast i pomoc.

V následujícím období má tak ASP první příležitost představit se svou činností široké obci astronomů. Jejím cílem je popularizace astronomie a amatérská astronomická činnost, a to především ve spolupráci s Hvězdárnou barona Artura Krause v Pardubicích. ASP si neklade za cíl suplovat činnost Hvězdárny barona Artura Krause, ale máme na mysli například to, aby naše činnost, jakožto nezávislé organizace byla pro jednání s úřady efektivnější, rychlejší, pružnější. Do řádného sjezdu nás čeká řada úkolů. Jako nově vzniklá organizace musíme především o sobě a naší činnosti dát vědět co nejširšímu okruhu lidí i institucí, které působí v oblasti amatérské astronomie. Bude to i výzva pro zájemce o členství v této organizaci.

V nejbližší době nás čeká přednáška ředitele HaP Praha, Marcela Grüna. Večer bude koncipován na téma kosmonautika, čemuž odpovídá i datum 12. dubna 2002. Začátek přednášky je stanoven na 18 hodin. Akce je i vyvrcholením vzpomínkového odpoledne u příležitosti 10. výročí otevření Hvězdárny barona Artura Krause, kdy proběhne setkání lidí, kteří se na astronomické práci v Pardubicích podíleli.

Další neméně zajímavou akcí je i pozorování komety C/2002 C1 (Ikeya-Zhang). Pokud budou příznivé pozorovací podmínky, očekáváme, že ve spolupráci s Hvězdárnou barona Artura Krause zajistíme personálně čtrnáctidenní maraton přednášek a pozorování pro veřejnost.

1. 6. 2002 připravujeme společné zasedání ASHK, ASP a Hvězdárny barona Artura Krause v prostorách DDM Delta, kde se budeme mimo jiné zabývat společným programem na nejbližší období. Bližší informace čekejte v příštím čísle Povětrně.

Na další spolupráci se těší Renata Křivková, předsedkyně Astronomické společnosti Pardubice



Obr. 17 — Výkonný výbor ASP ve složení (zleva): Petr Horálek, Petr Komárek, Martin Slezák, Anna Plavcová, Martin Lehký a Renata Křivková,

Program Hvězdárny a planetária v Hradci Králové — duben 2002

Otvírací dny pro veřejnost jsou středa, pátek a sobota. Od 20:00 se koná večerní program, ve 21:30 začíná večerní pozorování. V sobotu je pak navíc od 15:00 program pro děti a rodiče. Podrobnosti o jednotlivých programech jsou uvedeny níže. Vstupné 10,- až 30,- Kč podle druhu programu a věku návštěvníka. Změna programu vyhrazena.

Program pro děti i rodiče soboty v 15:00
jarní hvězdná obloha s astronomickou pohádkou **Jak šlo Sluníčko na vandr** v planetáriu, starší dětské filmy, ukázka dalekohledu, při příznivém počasí pozorování Slunce

Večerní program středy, pátky a soboty v 20:00
jarní hvězdná obloha v planetáriu, výstava, film, ukázka dalekohledu, aktuální informace s využitím velkoplošné videoprojekce

Večerní pozorování středy, pátky a soboty ve 21:30
ukázky zajímavých objektů večerní oblohy, *jen při jasné obloze!*

Přednášky

čtvrtek 4. 4. v 18:30 — **Austrálie a Nový Zéland** — přednášejí Miloš Brunner a Tomáš Vais, Montana Club Brno

sobota 6. 4. v 17:00 — **Československá kosmonautika, vzpomínky a současnost** — přednáší Karel Bejček, HPHK

Výstava po – pá 9–12 a 13–15, st a pá též 20, so 15 a 20
Obrazy Petry Marečkové — vernisáž v pátek 5. 4. v 18:00

Obr. 18 — (a) Snímek komety C/2002 C1 (Ikeya-Zhang) pořízený 11. března na Šerlichu v Orlických horách. Začátek expozice byl v 18 h 33 min 27 s UT, expoziční doba 4 min 50 s, objektiv 3,5/135, film Fujichrome Provia 1600 ASA. Ohon komety lze na snímku sledovat do vzdálenosti až 5°. (b) — Na snímku z 19 h 21 min 13 s UT, s expoziční dobou 1 min 29 s, trochu „ruší“ řasovitá oblačnost. Autorkou obou diapositivů je Veronika Honsová. K článku Kometa C/2002 C1 (Ikeya-Zhang) na str. 4.

Obr. 19 — Fotografie s názvem „Uprostřed expozice“. Pepa Kujal u pointeru (Cassegrain 150/2000) použitého při fotografování komety Ikeya-Zhang.

Obr. 20 — Gil Jones (z Tusconu v Arizoně, USA) zachytil 11. března „odtržení“ ohonu komety Ikeya-Zhang. Takové události mohou nastat při změně polarit magnetického pole slunečního větru; již druhý den se ohon stabilizoval a měl opět pravidelný tvar. Snímek je mozaikou deseti 15 s expozic pořízených CCD kamerou ST-237A a dalekohledem Fastar $f/1,95$. © Gil Jones

Obr. 21 — Sluneční hodiny v Chocni na stěně domu č. p. 230 v ulici Mistra Choceňského. K článku Sluneční hodiny (5) — Choceň.

Obr. 22 — Sluneční hodiny v Chocni, Na Bílé č. p. 179.

