

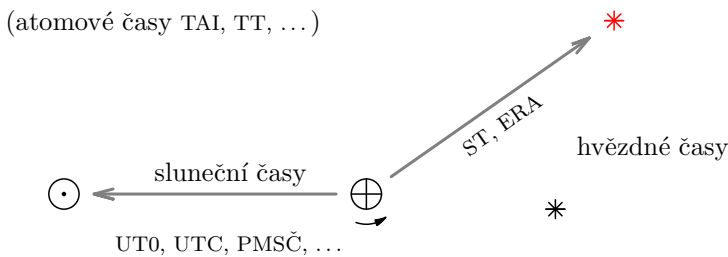
První část knihy pojednává o klasické astronomii, zejména sférické geometrii, a nebeské mechanice, tedy o pohybu v gravitačním a elektromagnetickém poli. Přestože se jedná o část obecnou a teoretickou, uvádíme v jednotlivých kapitolách vícero aplikací pro malá tělesa sluneční soustavy, která jsou hlavním tématem.

0.1 Časomíra

V astronomii potřebujeme různé druhy časů zejména pro tři úlohy: i) měření časových intervalů; ii) výpočet natočení Země vzhledem ke Slunci; iii) natočení Země vzhledem ke vzdáleným hvězdám, respektive kvasarům, pročež zavádíme (viz obr. 1):

- atomové časy (TAI, TT, ...), které vlastně s velkoškálovým vesmírem vůbec nesouvisejí. Jejich definice jsou založené na energetických přechodech v atomech a na naší dobré víře, že ve vesmíru jsou všechny atomy (daného izotopu) naprosto totožné. To má zřejmě obrovskou výhodu, protože lze kdekoli a kdykoli ve vesmíru takto definovaný čas měřit a měření reprodukovat.
- světové/sluneční časy (UT, SEČ, PMSČ, ...), pro které zhruba řečeno 1 otočka Země vzhledem ke Slunci odpovídá 24 hodinám; jsou evidentně úzce spjaté s občanským životem a kalendářem.
- hvězdné časy (ST, ERA, ...), jsou potřebné zejména pro praktická pozorování nebeských objektů. Přibližně platí:

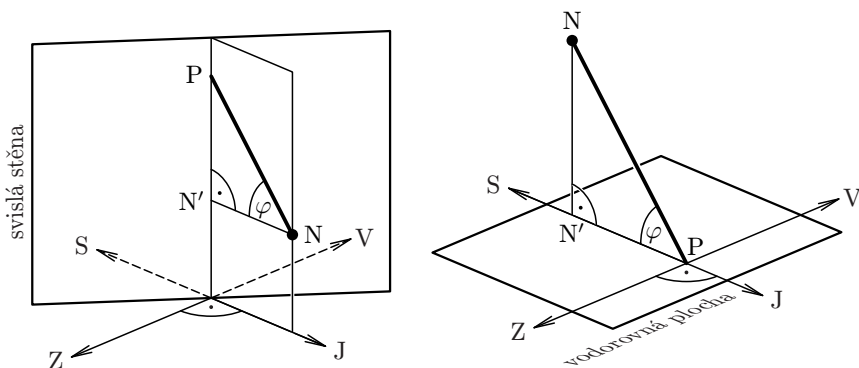
$$24 \text{ h ST} \doteq 23 \text{ h } 56 \text{ min } 4 \text{ s UT.} \quad (1)$$



Obrázek 1: Tři druhy časů a jejich účel.

0.1.1 Sluneční hodiny

Zřejmě nejjednodušší časoměrné přístroje jsou sluneční hodiny. Využívají *skoro* rovnoměrného pohybu Slunce po obloze; ostatně až do poloviny 18. století neexistoval přesnější zdroj času.



Obrázek 2: Nákres polohy ukazatele (a) na svislých a (b) na vodorovných slunečních hodinách.

Většina slunečních hodin (ať už jsou rovníkové, polární prstencové, nástěnné svislé, vodorovné, na obecně orientované rovině) pracuje na *principu hodinového úhlu*. Jde o úhel t měřený v rovině zemského rovníku, mezi místním poledníkem, pozorovatelem a Sluncem, a to kladně od východu na západ. Obzvláště na rovníkových hodinách je dobře vidět, jak jsou „zakotvené na obloze“.¹

Zásadním trikem slunečních hodin je *šikmý ukazatel* rovnoběžný se zemskou osou (tzn. kolmý k rovníku), bez ohledu na to, jak je orientovaný číselník (obr. 2). Někdy však bývá umění poznat, co je vlastně na hodinách ukazatelem, když se nejedná o jednoduchou tyčku. U ukazatele kolmého ke stěně, který nesplňuje podmínku rovnoběžnosti, značí čas pouze stín *nodu* (konce tyčky).

Hodiny mohou měřit i datum, a to podle deklinace δ Slunce (úhlové výšky nad rovníkem). *Datové křivky* na rovinných číselnících jsou kuželosečky, protože se jedná o průsečnice myšleného *světelného kužele* (opsaného průvodičem Slunce) s rovinou číselníku. V našich zeměpisných šířkách se jedná o hyperboly a přímku pro rovnodennosti (obr. 3).

0.1.2 Pravý místní sluneční čas versus pásmový středoevropský čas

Sluneční hodiny ukazují *pravý místní sluneční čas* (PMSČ), kdežto v občanském životě používáme *pásmový středoevropský čas* (SEČ). Zavedení pásmového času, který je stejný v celém časovém pásmu a neliší se město od města, si vynutila železniční doprava.

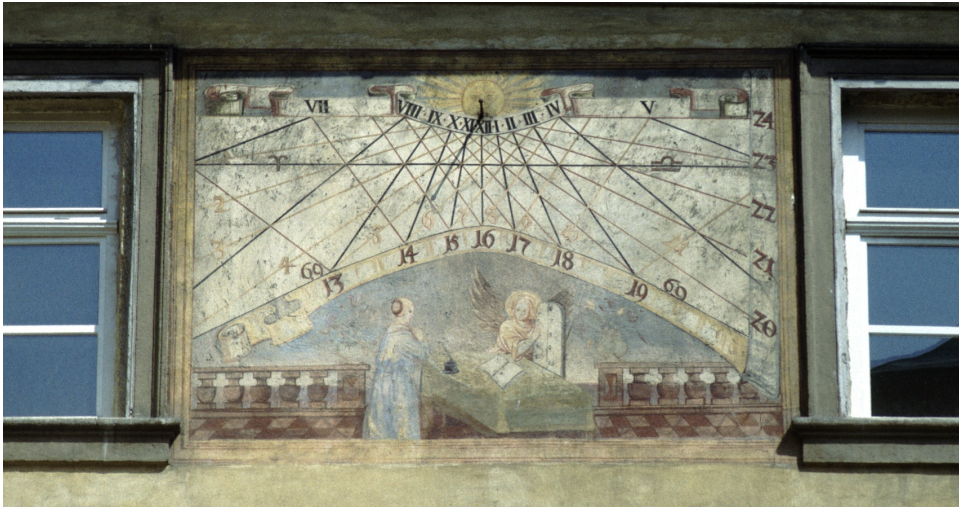
Pravý místní sluneční čas je definován jako hodinový úhel Slunce zvětšený o dvanáct hodin:

$$\text{PMSČ} \equiv t_{\odot} + 12 \text{ h}, \quad (2)$$

přičemž pro přepočítání úhlu na čas pochopitelně platí úměra:

$$360^{\circ} \cong 24 \text{ h}.$$

¹ Existují samozřejmě i jiné principy slunečních hodin: na analematických hodinách se pohyblivým ukazatelem měří *azimut* Slunce, na válcových výškových hodinách se otočným ukazatelem měří *výška nad obzorem*.



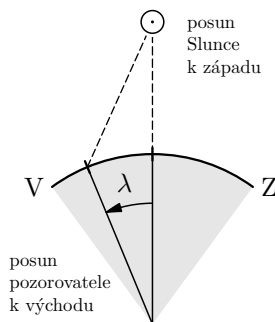
Obrázek 3: Gnómonicky bohatý číselník slunečních hodin v Klementinu. Na číselníku je vyznačen jednak pravý místní sluneční čas (též nazývaný německý čas; černé úsečky s římskými číslicemi nahoře), italský (též staročeský) čas, počítaný od západu slunce předchozího dne (červené úsečky s arabskými číslicemi na okraji), babylónský čas, počítaný od východu slunce téhož dne (žluté úsečky s arabskými číslicemi uvnitř), a kalendárium, sestávající ze dvou hyperbol pro zimní a letní slunovrat a přímkou pro jarní a podzimní rovnodennost.

Takto zavedený čas však plyne nerovnoměrně a je závislý na stanovišti. Abychom jej převedli na SEČ, musíme přičíst tři opravy, které nazýváme:

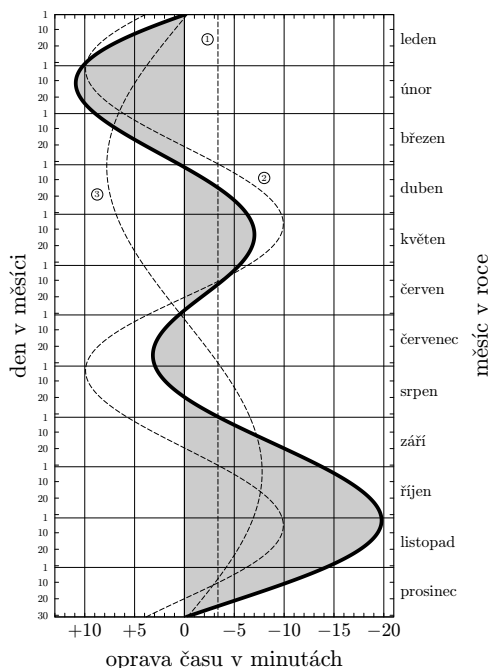
1. oprava o zeměpisnou délku, čili o rozdíl zeměpisných délek příslušného pásmového poledníku (zde 15°) a λ našeho stanoviště:

$$D = 4 \text{ min} \cdot (15 - [\lambda]^\circ). \tag{3}$$

Posuneme-li stanoviště po Zeměkouli k východu, Slunce se na obloze posune k západu, na číselníku slunečních hodin se stín posune k východu, a hodiny ukáží *víc*, čili korekce o délku musí být v tomto případě záporná (obr. 4).



Obrázek 4: Souvislost zeměpisné délky a polohy Slunce na obloze.



Obrázek 5: Graf znázorňující celkovou opravu SEČ – PMSČ a její tři složky: opravu o délku, vliv sklonu zemské osy a vliv excentricity dráhy Země.

2. *časová rovnice E*, tj. vliv *eliptické dráhy Země* a *sklonu zemské osy* vůči kolmici k oběžné dráze. Obojí způsobuje nerovnoměrný pohyb pravého Slunce po obloze — v důsledku II. Keplerova zákona a skutečnosti, že Slunce obíhá Zemi po ekliptice, ale jeho hodinový úhel je měřen na skloněném rovníku (podrobněji viz [28]). Hodnoty E (nebo někdy $-E$, pozor na znaménko!) bývají tabelovány; celková oprava je pak:

$$\text{SEČ} - \text{PMSČ} = D - E. \quad (4)$$

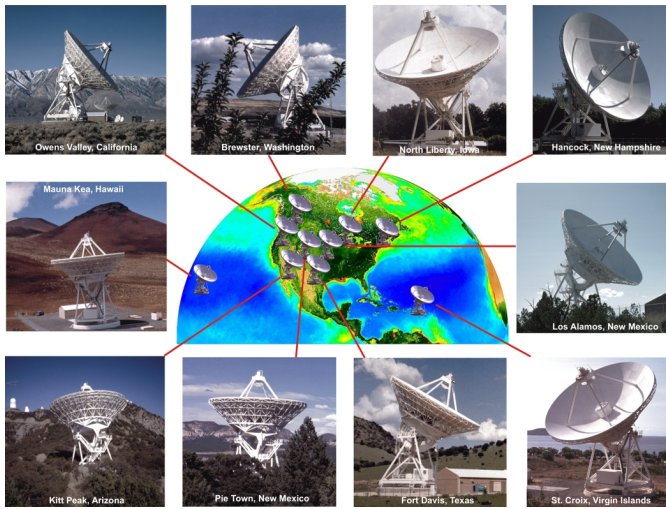
3. *letní čas*, tzn. +1 hodina v době platnosti střeoevropského letního času, od poslední neděle v březnu do poslední soboty v říjnu:

$$\text{SELČ} = \text{SEČ} + 1 \text{ h}. \quad (5)$$

Graf časové rovnice a opravy pro délku je uveden na obr. 5. Vidíme, že odchylky SEČ – PMSČ mohou na našem území (s $\lambda = 13^\circ$ až 18°) dosáhnout bezmála ± 30 min.

0.1.3 Přesnější definice časů

Některé časy budeme nyní definovat přesněji (viz [9] pro ještě přesnější definice):



Obrázek 6: Soustava radiových dalekohledů VLBA (Very Long Baseline Array), kterou lze použít pro měření času UT0. © NRAO/AUI, NASA.

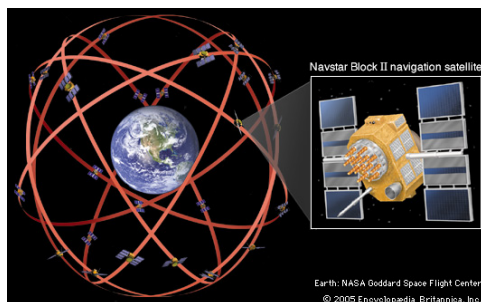
- TAI (angl. international atomic time) je základní atomový čas, jeho jednotkou je sekunda SI. Na světě existuje asi 200 standardů (laboratorních atomových hodin), přičemž TAI se vypočítává jako vážený průměr těchto měření.
- TT (terrestrial, též TDT), liší se od TAI o konstantu:

$$TT = TAI + 32,184 \text{ s}, \quad (6)$$

zvolenou tak, aby čas dobře odpovídal dříve užívané definici času ET (ephemeris time); má stejnou jednotku a také velmi důležitou aplikaci — užívá se v *efemeridách*.

- TDB (dynamic barycentric) je skoro totéž, ale má jinou konstantu, příslušející těžišti Země.
- TCG (coordinate geocentric) se vypočítává z TAI úplnou obecně-relativistickou transformací souřadnic (povrch a geocentrum se liší intenzitou gravitačního pole, vzájemnou rychlostí); oproti TAI vykazuje sekulární změny a má i jinou jednotku.
- TCB (coordinate barycentric) je obdobný čas, ale definovaný v těžišti sluneční soustavy.
- UT0 (universal time 0) je synchronizován s otáčením Zeměkoule. Měří se přímo podle průchodů radiových zdrojů místním poledníkem, resp. kvasarů pomocí interferometrie VLBI (obr. 6), historicky též dle průchodů hvězd nebo okamžiků zatmění. Závisí na konkrétním pozorovacím stanovišti. Rotace Země je ovšem nerovnoměrná (vzhledem k TAI), přičemž celkově převažuje prodlužování délky dne o $\delta\text{LOD} = 1,7 \text{ ms} \cdot \text{den}^{-1} \cdot \text{století}^{-1}$, a postupně se tak kumuluje rozdíl $\Delta T = \frac{1}{2} \delta\text{LOD} t^2 \doteq 31 \text{ s} \cdot \text{století}^{-2}$.

- UT1 je opravený UT0 o pohyb pólu, už nezávisí na stanovišti.
- UTC (universal coordinated) — tento čas je přenášen GPS (viz obr. 7 a specifikaci signálu [57]), případně rádiem nebo televizí. Liší se od TAI pouze celočíselným počtem sekund; udržuje se blízko UT1 *přestupnými sekundami*, které jsou tabelované Mezinárodní službou pro rotaci Země (IERS, [84]). V tomto čase zapisujeme okamžiky pozorování nebeských objektů!



Obrázek 7: Americký vojenský systém GPS NAVSTAR tvoří kosmický segment neboli 24 družic na dráhách se sklonem 63° k rovníku, pozemní segment (tzn. monitorovací stanice, které také do satelitů nahrávají aktuální efemeridy), a uživatelský segment (rádiové mobilní přijímače). Po roce 2012 by měl začít fungovat i evropský civilní systém Galileo. Měl by mít více satelitů, tzn. lepší pokrytí ve městech a polárních oblastech, signál v budovách, dvakrát větší přesnost (~ 1 m), měl by být kompatibilní s NAVSTARem a navíc umožňovat zpětnou vazbu. Převzato z [47].

- SEČ (středoevropský, angl. CET, Central European) — pásmový čas odpovídající poledníku 15° východní délky. Tento čas (nebo SELČ) míváme obvykle nastaven na hodinkách:

$$\text{SEČ} = \text{UTC} + 1 \text{ h.} \quad (7)$$

- *juliánské datum* (JD) není nějaký zvláštní druh času, ale prostě počet dní od určitého prehistorického data (konkrétně pondělí 1. 1. 4713 př. n. l. juliánského² kalendáře). Může být vztaženo k libovolnému času TAI, UT0, nejčastěji ale k TT. Hlavní předností juliánského data je snadné sčítání a odčítání časových údajů a určování dne v týdnu (tj. zbytek po dělení sedmi). Algoritmus pro převod občanského data na juliánské (a zpět) je uveden např. v [157]; ve Fortranu 77 by mohl vypadat takto:

```

if (m.gt.2) then
  yy = y
  mm = m
else
  yy = y - 1
  mm = m + 12

```

² Již v juliánském kalendáři byly zavedeny *přestupné roky* (když je letopočet dělitelný 4), ale v pozdějším rehořském (gregoriánském) kalendáři, který platí dosud, se zavedlo jejich vynechávání (při letopočtu dělitelném 100 a nedělitelném 400). Pozor! Reforma kalendáře nastala v různých zemích v různé roky, na což musíme dát pozor při interpretaci historických pozorování.

```

endif
jd = int(365.25*yy) + int(30.6001*(mm+1)) + d + 1720994.5
if ((int(y).gt.1582).or.
: ((int(y).eq.1582).and.(int(m).gt.10)).or.
: ((int(y).eq.1582).and.(int(m).eq.10).and.(int(d).gt.15)))
: then
  a = int(yy/100)
  b = 2 - a + int(a/4)
  jd = jd + b
endif

```

Protože si astronomové snaží ušetřit práci s opisováním dlouhých čísel, zavádí se *modifikované juliánské datum*:

$$\text{MJD} = \text{JD} - 2\,400\,000,5. \quad (8)$$

Pozor ale na omyly! Někdy se totiž používá *redukované juliánské datum*, lišící se od předchozího o půlden:

$$\text{RJD} = \text{JD} - 2\,400\,000,0. \quad (9)$$

Níže budeme ještě potřebovat juliánská století:

$$T_u = \frac{\text{JD} - \text{J2000},0}{36\,525}, \quad (10)$$

kde J2000,0 označuje *standardní ekvinokcium*, tj. obecně významný časový okamžik, ke kterému se vztahují hodnoty souřadnic, určitých veličin, úhlů apod. Konkrétně:

$$\text{J2000},0 = 1. 1. 2000 \text{ 12 h TDB} = \text{JD } 2\,451\,545,0 \text{ TDB}; \quad (11)$$

před rokem 1984 se užívalo Besselovo ekvinokcium B1950,0.

– *hvězdný čas* (ST, sidereal time) je definovaný jako hodinový úhel jarního bodu \vee (tj. určitého bodu na obloze v souhvězdí Ryb). Dnes se už neměří přímo, ale *vypočítává* se z UT1 definičním vztahem:

$$\text{ST}_0 = 24\,110,54841 + 8\,640\,184,812866 T_u + 0,093104 T_u^2 - 6,2 \cdot 10^{-6} T_u^3, \quad (12)$$

tj. hvězdný čas v sekundách na nultém poledníku v 0 h UT1 pro juliánské století T_u . Všimněme si, že to je zcela pochopitelný vztah: první člen znamená, že na Nový rok v Londýně je přibližně 6 h ST (zapadají podzimní souhvězdí). Druhý člen není nic jiného, než že každý rok uplyne zhruba jeden hvězdný den navíc oproti 365 slunečním dnům.

Místní hvězdný čas ST se započtenou nutací (tak zvanou rovnicí ekvinokcií $\Delta\psi(T_u) \cos \epsilon(T_u)$), časem uplynulým od 0 h UT1 i zeměpisnou délkou λ je:

$$\text{ST} = \text{ST}_0 + \Delta\psi \cos \epsilon + k \cdot \text{UT1} + \lambda, \quad (13)$$

přičemž koeficient (vlastně derivace (12) dělená 36 525 a 86 400):

$$k = 1,002737909350795 + 5,9006 \cdot 10^{-11}T_u - 5,9 \cdot 10^{-15}T_u^2, \quad (14)$$

je o málo větší než 1, neboť ST plyne rychleji než UT (viz (1)).³ Potřebný model pro nutaci je možné nalézt v [211]. Hvězdný čas má velký význam při transformacích nebeských souřadnic.

– *úhel natočení Země* (ERA, Earth rotation angle) nahrazuje podle rezoluce IAU z roku 2000 hvězdný čas. Vztah mezi ERA a UT1 je lineární:

$$\text{ERA} = 2\pi(0,779\,057\,273\,264\,0 + 1,002\,737\,811\,911\,354\,48\,T_u) \text{ rad}. \quad (15)$$

Výpočet hodinového úhlu daného objektu pak probíhá odlišným způsobem (viz srovnání na obr. 8). Implementace algoritmů pro přepočty různých časů v jazycích Fortran 77 a C lze nalézt ve Standardech fundamentální astronomie (IAU SOFA, [83]).

Shrňme to. Co když chceme pozorovat planetku Vesta dalekohledem?

1. zjistíme si aktuální UTC z GPSky;
2. vypočítáme TAI (příslušný rozdíl TAI – UTC zjistíme z tabulek IERS [84], [85]);
3. vypočítáme TT, dosadíme do rovnic popisujících pohyb Vesty ve sluneční soustavě, získáme tak heliocentrickou polohu (x, y, z) pro daný čas UTC;
4. totéž musíme udělat pro Zemi, abychom mohli vypočítat polohu planetky vzhledem k Zemi.

Kam tedy musíme namířit teleskop?

1. z UTC zjistíme UT1 (podle zmiňovaných tabulek IERS nebo dekódováním signálu GPS);

³ Samozřejmě můžeme odvodit i polynom označovaný $1/k$ pro opačný přepočet ST na UT1, a to metodou *neurčených koeficientů*. Předpokládejme, že polynom k má známé koeficienty $\alpha + \beta t + \gamma t^2$, kdežto polynom $1/k$ neznámé koeficienty $a + bt + ct^2$. Pro jejich součin musí pochopitelně platit $k \cdot (1/k) = 1$, čili:

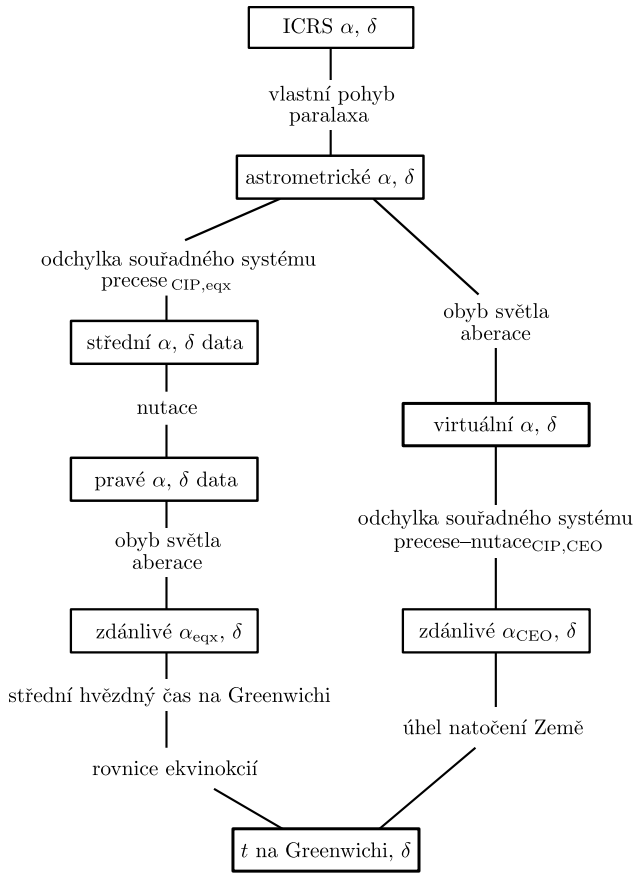
$$k \cdot \frac{1}{k} = (\alpha + \beta t + \gamma t^2) \cdot (a + bt + ct^2) \simeq 1.$$

Po roznásobení by to dalo polynom 4. stupně, z něhož nás však zajímají pouze mocniny do t^2 (vyšší zanedbáme):

$$(\alpha a) + (\alpha b + \beta a)t + (\gamma a + \beta b + \alpha c)t^2 + \dots = 1 + 0t + 0t^2.$$

Abych tato rovnice byla splněna pro všechna t , musí být koeficienty v závorkách rovny 1, 0, 0. Tímto máme tři lineární rovnice pro tři neznámé a, b, c , které lze snadno řešit:

$$a = \frac{1}{\alpha}, \quad b = -\frac{\beta a}{\alpha} = -\frac{\beta}{\alpha^2}, \quad c = -\frac{\gamma a + \beta b}{\alpha} = -\frac{\gamma}{\alpha^2} + \frac{\beta^2}{\alpha^3}.$$



Obrázek 8: Schéma výpočtu hodinového úhlu na Greenwichi (zde označeného GHA) pro určitý nebeský objekt s katalogovou rektascenzí α a deklinací δ . Vlevo je starší postup využívající hvězdný čas ST, vpravo novější přes úhel natočení Země ERA. Převzato z Capitaine aj. (2002).

- z UT1 vypočítáme místní hvězdný čas ST (čili aktuální natočení Zeměkoule), který dosadíme do rovnic pro transformaci souřadnic ekliptikálních na rovníkové I. druhu, kteréžto nastavíme na dělených kruzích.

Praktická úloha. Zkusme si výpočet aktuálního hodinového úhlu t planety Vesta, a to na základě údajů z hvězdářské ročenky [162]:

- zjistíme datum a čas: 6. prosince 2008 20 h 45 min SEČ = 19 h 45 min UT;
- v ročence je pro tento datum uveden hvězdný čas v 0 h UT na Greenwichi: $ST_0 = 5 \text{ h } 1 \text{ min}$;
- hvězdný čas v okamžiku pozorování bude: $ST = 5 \text{ h } 1 \text{ min} + 19 \text{ h } 45 \text{ min} + 3 \text{ min} = 24 \text{ h } 49 \text{ min} = 0 \text{ h } 49 \text{ min}$ (ony 3 minutky jsme přičetli proto, že ST plyne o 4 min za den rychleji než UT a už uplynulo víc než 3/4 dne);

-
4. neboť pozorujeme na zeměpisné délce $\lambda = 15^\circ 50'$, což je v časové míře rovno 1 h 3 min, místní hvězdný čas je: $ST = 0 \text{ h } 49 \text{ min} + 1 \text{ h } 3 \text{ min} = 1 \text{ h } 52 \text{ min}$;
 5. v ročence zjistíme rektascenzi Vesty (tj. úhel měřený od jarního bodu na východ) jen pro určitá data a 0 h UT, interpolujeme ji proto pro náš okamžik pozorování: $\alpha = 2 \text{ h } 3 \text{ min}$;
 6. hodinový úhel vypočítáme ze vztahu: $t = ST - \alpha = 1 \text{ h } 52 \text{ min} - 2 \text{ h } 3 \text{ min} = -0 \text{ h } 11 \text{ min} = 23 \text{ h } 49 \text{ min}$, čili Vesta bude za chvíli kulminovat.

Literatura

Učebnice

- [1] BEATTY, J. K., PETERSEN, C. C., CHAIKIN, A.: *The New Solar System*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. ISBN 0521369657.
- [2] BERTOTTI, B., FARINELLA, P., VOKROUHLICKÝ, D.: *Physics of the Solar System*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. ISBN 1402014287.
- [3] BOTTKÉ, W. F., CELLINO, A., PAOLICCHI, P., BINZEL, R. P. (editoři): *Asteroids III*. Tuscon: The University of Arizona Press, 2002. ISBN 0816522812.
- [4] CANUP, R. M., RIGHTER, K. (editoři): *Origin of the Earth and Moon*. Tuscon: The University of Arizona Press, 2000. ISBN 0816520739.
- [5] FERNÁNDEZ, J. A.: *Comets. Nature, dynamics, origin and their cosmogonical relevance*. Dordrecht: Springer, 2005. ISBN 1402034903.
- [6] FESTOU, M. C., KELLER, H. U., WEAVER, H. A. (editoři): *Comets II*. Tuscon: The University of Arizona Press, 2004. ISBN 0816524505.
- [7] MURRAY, C. D., DERMOTT, S. F.: *Solar System Dynamics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. ISBN 0521575974.
- [8] DE PATER, I., LISSAUER, J. J.: *Planetary Sciences*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. ISBN 0521853710.
- [9] SEIDELMAN, P. K. (editor): *Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac*. Washington: U. S. Naval Observatory, 2005. ISBN 1891389459.

Reference

- [10] ALVAREZ, L. W., ALVAREZ, W., ASARO, F., MICHEL, H. V.: *Extraterrestrial cause for the Cretaceous Tertiary extinction*. *Science*, **208**, s. 1095, 1980.
- [11] ARTEMIEVA, N., PIERAZZO, E., STÖEFFLER, D.: *Numerical modeling of tektite origin in oblique impacts: Implications to Ries-Moldavites strewn field*. *Bull. of the Czech Geological Survey*, **77**, 4, s. 303–311, 2002.
- [12] ASAY, J. R., SHAHINPOOR, M. (editoři): *High-pressure shock compression of solids*. Berlin: Springer-Verlag, 1993.
- [13] BARUCCI, M. A., BOEHNHARDT, H., CRUIKSHANK, D. P., MORBIDELLI, A. (editoři): *The Solar System beyond Neptune*. Tuscon: The University of Arizona Press, 2008. ISBN 978-0816527557.
- [14] BEAULIEU, J.-P. aj.: *Discovery of a cool planet of 5.5 Earth masses through gravitational microlensing*. *Nature*, **439**, 437, 2006.
- [15] BERNARD, J. H., ROST, R. aj.: *Encyklopedický přehled minerálů*. Praha: Academia, 1992.
- [16] BOČEK, M.: *Petrologické složení povrchu a kůry Měsíce*. *Povětroň*, **14**, S1, 3, 2006.
- [17] BOTTKÉ, W. F., LEVISON, H. F., NESVORNÝ, D., DONES, L.: *Can planetesimals left over from terrestrial planet formation produce the lunar Late Heavy Bombardment?*. *Icarus*, **190**, s. 203, 2007.
- [18] BOTTKÉ, W. F., RUBINCAM, D. P., BURNS, J. A.: *Dynamical evolution of main belt meteoroids: Numerical simulations incorporating planetary perturbations and Yarkovsky thermal forces*. *Icarus*, **145**, s. 301–331, 2000.
- [19] BOTTKÉ, W. F., VOKROUHLICKÝ, D., NESVORNÝ, D.: *An asteroid breakup 160 Myr ago as the probable source of the K/T impactor*. *Nature*, **449**, 7158, s. 48–53.

- [20] BOTTKÉ, W. F. aj.: *Debiased orbital and absolute magnitude distribution of the near-Earth objects. Icarus*, **156**, 2, s. 399–433, 2002.
- [21] BOTTKÉ, W. F. aj.: *The E-Belt: A possible missing link in the Late Heavy Bombardment. LPI Cont.*, **41**, s. 1269, 2010.
- [22] BOWELL, T.: *AstOrb* [online]. [cit. 2008-09-30].
(<ftp://ftp.lowell.edu/pub/elgb/astorb.html>).
- [23] BOWELL, E. aj.: *Application of photometric models to asteroids*. in *Asteroids II*, R. Binzel, T. Gehlers, M. S. Matthews (eds), Tuscon: University of Arizona Press, 1989, s. 524–556.
- [24] BRASSER, R., MORBIDELLI, A., GOMES, R., TSIGANIS, K., LEVISON, H. F.: *Constructing the secular architecture of the solar system II: the terrestrial planets. Astron. Astrophys.*, **507**, s. 1053–1065, 2010.
- [25] BROŽ, M.: *Yarkovsky Effect and the Dynamics of the Solar System*. Dizertační práce, Karlova univerzita, Praha, 2006.
- [26] BROŽ, M.: *Yarko-site* [online]. [cit. 2008-09-30].
(<http://sirrah.troja.mff.cuni.cz/~mira/mp/>).
- [27] BROŽ, M. aj.: *Planetární stezka v Hradci Králové* [online]. [cit. 2008-12-10].
(http://www.astrohk.cz/planetarni_stezka/).
- [28] BROŽ, M., NOSEK, M., TREBICHAVSKÝ, J., PECINOVÁ, D. (editoři): *Sluneční hodiny na pevných stanovištích. Čechy, Morava, Slezsko a Slovensko*. Praha: Academia, 2004. ISBN 8020012044.
- [29] BROŽ, M., VOKROUHLICKÝ, D.: *Asteroid families in the first-order resonances with Jupiter. Mon. Not. R. Astron. Soc.*, **390**, s. 715, 2008.
- [30] BRUNS, H., *Acta Math.*, **11**, s. 25, 1887.
- [31] BURBINE, T. H. aj.: *Meteoritic parent bodies: their number and identification*. in *Asteroids III*, W. F. Bottke Jr., A. Cellino, P. Paolicchi, a R. P. Binzel (eds), Tuscon: University of Arizona Press, 2002, s. 653–667.
- [32] BURNS, J. A., LAMY, P. L., SOTER, S.: *Radiation forces on small particles in the Solar System. Icarus*, **40**, s. 1–48, 1979.
- [33] BURNS, J. A., SAFRONOV, V. S.: *Asteroid nutation angles. Mon. Not. R. Astr. Soc.*, **165**, 403, 1973.
- [34] CALLIGAN, D. P., BAGGALEY, W. J.: *The radiant distribution of AMOR radar meteors. Mon. Not. R. Astron. Soc.*, **359**, s. 551–560, 2005.
- [35] CANUP, R. M.: *Origin of Saturn's rings and inner moons by mass removal from a lost Titan-sized satellite. Nature*, **468**, s. 943, 2010.
- [36] CAPITAINE, N. aj.: *Proceedings of the IERS Workshop on the Implementation of the New IAU Resolutions*. IERS Technical Note No. 29. Frankfurt am Main: Verlag des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie, 2002.
- [37] CARROL, S. M.: *Lecture Notes on General Relativity* [online]. [cit. 2010-03-08].
(<http://preposterousuniverse.com/grnotes/>).
- [38] CELLINO, A. aj.: *Polarimetric observations of small asteroids: Preliminary results. Icarus*, **138**, s. 129–140, 1999.
- [39] ČEPLIČKA, Z.: *Geometric, dynamic, orbital and photometric data on meteoroids from photographic fireball networks. Bull. Astron. Inst. Czechosl.*, **38**, s. 222–234, 1987.
- [40] ČEPLIČKA, Z. aj.: *Meteor phenomena and bolides. Space Science Reviews*, **84**, s. 327–471, 1998.
- [41] *Cryovolcanism and Geologic Analogies* [online]. [cit. 2009-04-30].
(<http://mivo-sys.tripod.com/cryo.html>).
- [42] ČAPEK, D., VOKROUHLICKÝ, D.: *The YORP effect with finite thermal conductivity. Icarus*, **172**, s. 526–536, 2004.
- [43] DELBÒ, M.: *The nature of near-Earth asteroids from the study of their thermal infrared emission*. Ph.D. thesis, Freie Univ. Berlin, 2004.

- [44] DONES, L., WEISSMAN, P. R., LEVISON, H. F., DUNCAN, M. J.: *Oort cloud formation and dynamics*. in Comets II, M. C. Festou, H. U. Keller, H. A. Weaver (eds.), University of Arizona Press, Tucson, s. 153–174, 2004.
- [45] *Earthquakes* [online]. [cit. 2010-03-01].
(<http://pubs.usgs.gov/gip/earthq1/plate.html>).
- [46] *Encyclopedia Britannica. Hadley cell* [online]. [cit. 2010-02-24].
(<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/251175/Hadley-cell>).
- [47] *Encyclopedia Britannica. Navigation* [online]. [cit. 2011-05-29].
(<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/407011/navigation>).
- [48] ESPOSITO, L. W.: *Planetary rings. Reports on Progress in Physics*, **65**, s. 1741–1783, 2002.
- [49] FAIRBAIRN, M. B.: *Principles of planetary photometry* [online]. [cit. 2012-06-05].
(<http://orca.phys.uvic.ca/~tatum/plphot.html>), 2004.
- [50] FARINELLA, P., VOKROUHLICKÝ, D., HARTMANN, W. K.: *Meteorite delivery via Yarkovsky orbital drift. Icarus*, **132**, s. 378–387, 1998.
- [51] FOUCHARD, M. aj.: *The key role of massive stars in Oort cloud comets dynamics. Icarus*, **214**, s. 334–347, 2011.
- [52] FOUKAL, P. V.: *Solar Astrophysics*. Weinheim: Wiley-VCH, 2004. ISBN 3527403744.
- [53] FRANKEL, C.: *Volcanoes of the Solar System*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1996. ISBN 0521477700.
- [54] GABZDYL, P.: *Prohlídka Měsíce* [online]. [cit. 2009-02-05].
(<http://www.moon.astronomy.cz/>).
- [55] *Geologischer Wanderweg im Steinheimer Becken* [online]. [cit. 2003-1-1].
(<http://www.pg.aa.bw.schule.de/aktiv/geoproj/sbecken/wanderfr.htm>).
- [56] GOMES, R., LEVISON, H. F., TSGANIS, K., MORBIDELLI, A.: *Origin of the cataclysmic Late Heavy Bombardment period of the terrestrial planets. Nature*, **435**, s. 466, 2005.
- [57] *GPS SPS Signal Specification* [online]. [cit. 2011-05-25].
(<http://www.navcen.uscg.gov/pubs/gps/sigspec/gpssps1.pdf>).
- [58] GRADY, M. M.: *Catalogue of meteorites*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. ISBN 0521663032.
- [59] *Gravity Probe B* [online]. [cit. 2010-04-01]. (<http://einstein.stanford.edu/>).
- [60] GROSCHOFF, P., REIFF, W.: *Der geologische Wanderweg im Steinheimer Becken*. Steinheim am Albuch, 1993.
- [61] GÜDEL, M.: *The Sun in time: activity and environment* [online]. [cit. 2010-01-26]. *Living Rev. Solar Phys.*, **4**, 2007.
- [62] HACAR, B.: *Mechanika sluneční soustavy*. Praha: Jednota československých matematiků a fysiků, 1948.
- [63] HAGIHARA, Y.: *Celestial Mechanics I*. Cambridge: MIT Press, 1970.
- [64] HALODA, J.: *Meteority a jejich význam pro studium procesů vzniku a vývoje těles sluneční soustavy* [online]. [cit. 2009-01-29].
(<http://astro.mff.cuni.cz/vyuka/AST021/index.html>).
- [65] HAMILTON, A.: *Falling into a black hole* [online]. [cit. 2010-03-17].
(<http://casa.colorado.edu/~ajsh/schw.shtml>).
- [66] HAPKE, B.: *Bidirectional reflectance spectroscopy. 5. The coherent backscatter opposition effect and anisotropic scattering. Icarus*, **157**, s. 523–534, 2002.
- [67] HARMANEC, P., BROŽ, M.: *Stavba a vývoj hvězd*. Praha: Matfyzpress, 2011. ISBN 9788073781651.
- [68] HARTOGH, P. aj.: *Ocean-like water in the Jupiter-family comet 103P/Hartley 2. Nature*, **478**, s. 218–220, 2011.
- [69] HIRAYAMA, K.: *Groups of asteroids probably of common origin. Astron. J.*, **31**, 743, s. 185–188, 1918.
- [70] HOLMES, N.: *‘Shocking’ gas-gun experiments* [online]. [cit. 2008-11-13].
(<https://www.llnl.gov/str/Holmes.html>).

- [71] HOLSAPPLE, K. aj.: *Asteroid spin data: no evidence of rubble-pile structures*. 36th Lunar and Planetary Science Conference, League City, Texas, 2005.
- [72] HORSKÝ, J., NOVOTNÝ, J., ŠTEFANÍK, M.: *Mechanika ve fyzice*. Praha: Academia, 2001. ISBN 8020002081.
- [73] HOWE, R.: *Solar internal rotation and its variation* [online]. [cit. 2010-01-26]. *Living Rev. Solar Phys.*, **6**, 2009.
- [74] HUTCHISON, R.: *Meteorites: A Petrologic, Chemical and Isotopic Synthesis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. ISBN 0521035392.
- [75] CHAMBERS, J. E.: *Planetary Migration: What Does It Mean for Planet Formation?*. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, **37**, s. 321–344, 2009.
- [76] CHANDRASEKHAR, S.: *The Mathematical Theory of Black Holes*. New York: Oxford University Press, 1998. ISBN 0198503709.
- [77] CHARBONNEAU, D. aj.: *Detection of Planetary Transits Across a Sun-like Star*. *Astrophys. J. Let.*, **529**, 1, s. L45–L48, 2000.
- [78] CHARBONNEAU, P.: *Dynamo models of the solar cycle* [online]. [cit. 2010-01-26]. *Living Rev. Solar Phys.*, **2**, 2005.
- [79] CHARNOZ, S., MORBIDELLI, A., DONES, L., SALMON, J.: *Did Saturn's rings form during the Late Heavy Bombardment?*. *Icarus*, **199**, s. 413, 2009.
- [80] CHESLEY, S. R., aj.: *Direct detection of the Yarkovsky effect by radar ranging to asteroid 6489 Golevka*. *Science*, **302**, s. 1739–1742, 2003.
- [81] CHLUPÁČ, I. aj.: *Geologická minulost České republiky*. Praha: Academia, 2002.
- [82] CHRISTENSEN-DALSGAARD, J.: *Stellar Oscillations* [online]. [cit. 2010-01-26]. (<http://www.eneas.info/>). 2003.
- [83] *IAU Standards of Fundamental Astronomy* [online]. [cit. 2011-05-25]. (<http://www.iausofa.org/>).
- [84] *International Earth Rotation and Reference Systems Service* [online]. [cit. 2008-11-13]. (<http://www.iers.org/>).
- [85] *IERS Rapid Service* [online]. [cit. 2011-05-25]. (<http://maia.usno.navy.mil/>).
- [86] IVEZIĆ, Ž. aj.: *Solar System objects observed in the Sloan Digital Sky Survey commissioning data*. *Astron. J.*, **122**, 5, s. 2749–2784, 2001.
- [87] JENNISKENS, P.: *Meteor showers and their parent comets*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. ISBN 0521853491.
- [88] JOHANSEN, A. aj.: *Rapid planetesimal formation in turbulent circumstellar disks*. *Nature*, **448**, 7157, s. 1022–1025, 2007.
- [89] JOHNSON, C.: *Precession of a gyroscope and precession of the Earth's axis* [online]. [cit. 2008-09-10]. (<http://www.mb-soft.com/public/precess.html>).
- [90] *JPL Horizons system* [online]. [cit. 2008-09-30]. (<http://ssd.jpl.nasa.gov/?horizons>).
- [91] *JPL planetary and lunar ephemerides, DE405* [online]. [cit. 2008-09-30]. (<ftp://ssd.jpl.nasa.gov/pub/eph/planets/>).
- [92] KAASALAINEN, M., LAMBERG, L., LUMME, K., BOWELL, E.: *Interpretation of lightcurves of atmosphereless bodies. I. General theory and new inversion schemes*. *Astron. Astrophys.*, **259**, s. 318–332, 1992.
- [93] KAASALAINEN, M. aj.: *Acceleration of the rotation of asteroid 1862 Apollo by radiation torques*. *Nature*, **446**, 7134, s. 420–422, 2007.
- [94] KALAS, P. aj.: *Optical Images of an Exosolar Planet 25 Light-Years from Earth*. *Science*, **322**, 5906, 1345, 2008.
- [95] KAVASCH, J.: *The Ries Meteorite Crater. A geological guide*. Donauwörth: Ludwig Auer GmbH, 1985.
- [96] KELLEY, M. S.: *Comet dust trails* [online]. [cit. 2009-01-31]. (<http://www.physics.ucf.edu/~msk/projects/trails/>).

- [97] KENKMAN, T. aj.: *Structure and formation of a central uplift: A case study at the Upheaval Dome impact crater, Utah*. in Large Meteorite Impacts III, s. 85, 2003. ISBN 0813723841.
- [98] KERR, R. P.: *Gravitational Field of a Spinning Mass as an Example of Algebraically Special Metrics*. *Phys. Rev. Lett.*, **11**, s. 237–238, 1963.
- [99] KNUXTON, H. aj.: *A map of the day–night contrast of the extrasolar planet HD 189733b*. *Nature*, **447**, 7141, s. 183–186, 2007.
- [100] KOKUBO, E., IDA, S.: *Formation of protoplanets from planetesimals in the solar nebula*. *Icarus*, **143**, s. 15–27, 2000.
- [101] KOKUBO, E., IDA, S., MAKINO, J.: *Evolution of a circumterrestrial disk and formation of a single Moon*. *Icarus*, **148**, 2, s. 419–436, 2000.
- [102] KOZAI, Y.: *Secular perturbations of asteroids with high inclination and eccentricity*. *Astron. J.*, **67**, 9, 591, 1962.
- [103] KRING, D. A., BAILEY, J.: *Terrestrial impact craters* [online]. [cit. 2008-11-13]. (http://www.lpi.usra.edu/science/kring/epo_web/impact_cratering/World_Craters_web/intromap.html).
- [104] KRONK, G.: *Cometography* [online]. [cit. 2009-01-20]. (<http://cometography.com/>).
- [105] LANDI DEGL'INNOCENTI, E., LANDOLFI, M.: *Polarization in spectral lines*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. ISBN 1402024142.
- [106] LAURETTA, D. S., MCSWEEN, H. Y. (editoři): *Meteorites and the early Solar System II*. Tuscon: The University of Arizona Press, 2006. ISBN 0816525625.
- [107] LEBOWSKY, L. A., SPENCER, J. R.: *Radiometry and thermal modeling of asteroids*. in *Asteroids II*, R. Binzel, T. Gehlers, M. S. Matthews (eds), Tuscon: University of Arizona Press, 1989, s. 128–147.
- [108] LEINHARDT, Z. M., MARCUS, R. A., STEWART, S. T.: *The Formation of the Collisional Family Around the Dwarf Planet Haumea*. *Astrophys. J.*, **714**, s. 1789, 2010.
- [109] LESTER, T. P., MCCALL, M. L., TATUM, J. B.: *Theory of planetary photometry*. *J. Royal Astron. Soc. Canada*, **73**, 5, s. 233–257, 1979.
- [110] LEVISON, H. F.: *Hal's talks* [online]. [cit. 2011-05-03]. (<http://www.boulder.swri.edu/~hal/talks.html>), 2006.
- [111] LEVISON, H. F., DUNCAN, M.: *Swift* [online]. [cit. 2008-09-30]. (<http://www.boulder.swri.edu/hal/swift.html>).
- [112] LEVISON, H. F., MORBIDELLI, A., VANLAERHOVEN, C., GOMES, R., TSIGANIS, K.: *Origin of the structure of the Kuiper belt during a dynamical instability in the orbits of Uranus and Neptune*. *Icarus*, **196**, s. 258, 2008.
- [113] LUMME, K., BOWELL, E.: *Radiative transfer in the surfaces of atmosphereless bodies. I. Theory*. *Astron. J.*, **86**, 11, s. 1695–1704, 1981.
- [114] LYOT, B.: *Etude des Surfaces Planetaires par la Polarisation*. *L'Astronomie*, **38**, s. 102–104, 1924.
- [115] MALHOTRA, R.: *The origin of Pluto's orbit: implications for the Solar System beyond Neptune*. *Astron. J.*, **110**, s. 420–429, 1995.
- [116] MANNINGS, V., BOSS, A. P., RUSSELL, S. S. (editoři): *Protostars and planets IV*. Tuscon: The University of Arizona Press, 2000. ISBN 0816520593.
- [117] MARCAN, S.: *Phase diagram explanation* [online]. [cit. 2009-01-20]. (<http://bhs.smuhsd.org/science-dept/marcan/>).
- [118] MARCY, G. aj.: *Observed Properties of Exoplanets*. *Progress on Theoretical Physics Supplement*, **158**, s. 24–42, 2005.
- [119] MAROIS, C. aj.: *Direct Imaging of Multiple Planets Orbiting the Star HR 8799*. *Science*, **322**, 5906, 1348, 2008.
- [120] MAYOR, M., QUELOZ, D.: *A Jupiter-mass companion to a solar-type star*. *Nature*, **378**, 6555, s. 355–359, 1995.

- [121] MCARTHUR, B. E. aj.: *New Observational Constraints on the ν Andromedae System with Data from the Hubble Space Telescope and Hobby–Eberly Telescope*. *Astrophys. J.*, **715**, 2, s. 1203, 2010.
- [122] MCFADDEN, L.–A., WEISSMAN, P. R., JOHNSON, T. V. (editoři): *Encyclopedia of the Solar System*. San Diego: Academic Press, 2007. ISBN 012088589.
- [123] MCSWEEN, H. Y.: *Meteorites and their parent planets*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- [124] MELOSH, H. J.: *Impact cratering. A geologic process*. New York: Oxford University Press, 1989.
- [125] MELOSH, H. J., BEYER, R. A.: *Crater* [online]. [cit. 2012-02-15]. (<http://www.lpl.arizona.edu/tekton/crater.html>).
- [126] MIAC. *Antarctic meteorites* [online]. [cit. 2009-01-28]. (<http://miac.uqac.ca/MIAC/antarct.htm>).
- [127] MILANI, A., KNEŽEVIĆ, Z.: *Asteroid proper elements and the dynamical structure of the asteroid main belt. Icarus*, **107**, 2, s. 219–254, 1994.
- [128] *Minor planet & comet ephemeris service* [online]. [cit. 2008-09-30]. (<http://www.cfa.harvard.edu/iau/MPEph/MPEph.html>).
- [129] MISNER, C. W., THORNE, K. S., WHEELER, J. A.: *Gravitation*. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1973. ISBN 0716703440.
- [130] MORBIDELLI, A., BRASSER, R., GOMES, R., LEVISON, H. F., TSIGANIS, K.: *Evidence from the asteroid belt for a violent past evolution of Jupiter’s orbit*. *Astron. J.*, **149**, s. 1391–1401, 2010.
- [131] MORBIDELLI, A., BRASSER, R., TSIGANIS, K., GOMES, R., LEVISON, H. F.: *Constructing the secular architecture of the solar system I. The giant planets*. *Astron. Astrophys.*, **507**, s. 1041–1052, 2009.
- [132] MORBIDELLI, A., CRIDA, A.: *The dynamics of Jupiter and Saturn in the gaseous protoplanetary disk*. *Icarus*, **191**, s. 158–171, 2007.
- [133] MORBIDELLI, A., CRIDA, A., MASSET, F., NELSON, R. P.: *Building giant-planet cores at a planet trap*. *Astron. Astrophys.*, **478**, s. 929–937, 2008.
- [134] MORBIDELLI, A., LEVISON, H. F.: *Scenarios for the origin of the orbits of the trans-neptunian objects 2000 CR₁₀₅ and 2003 VB₁₂ (Sedna)*. *Astron. J.*, **128**, 2564, 2004.
- [135] MORBIDELLI, A., LEVISON, H. F., TSIGANIS, K., GOMES, R.: *The chaotic capture of Jovian Trojan asteroids during the early dynamical evolution of the Solar System*. *Nature*, **435**, s. 462, 2005.
- [136] MORBIDELLI, A., TSIGANIS, K., CRIDA, A., LEVISON, H. F., GOMES, R.: *Dynamics of the giant planets of the Solar System in the gaseous protoplanetary disk and their relationship to the current orbital architecture*. *Astron. J.*, **134**, s. 1790–1798, 2007.
- [137] MORBIDELLI, A. aj.: *Source regions and timescales for the delivery of water to Earth*. *Meteoritics & Planetary Science*, **35**, 6, s. 1309–1320, 2000.
- [138] NAMOUNI, F., PORCO, C.: *The confinement of Neptune’s ring arcs by the moon Galatea*. *Nature*, **417**, 6884, s. 45, 2002.
- [139] *National Space Science Data Center* [online]. [cit. 2009-02-17]. (<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/>).
- [140] NESVORNÝ, D., MORBIDELLI, A.: *Three-body mean motion resonances and the chaotic structure of the asteroid belt*. *Astron. J.*, **116**, 3029, 1998.
- [141] NESVORNÝ, D., VOKROUHLICKÝ, D.: *Analytic theory of the YORP effect for near-spherical objects*. *Astron. J.*, **134**, 5, s. 1750–1768, 2007.
- [142] NESVORNÝ, D., VOKROUHLICKÝ, D., BOTTKE, W. F.: *The breakup of a Main-Belt asteroid 450 thousand years ago*. *Science*, **312**, s. 1490, 2006.
- [143] NESVORNÝ, D., VOKROUHLICKÝ, D., MORBIDELLI, A.: *Capture of Irregular Satellites during Planetary Encounters*. *Astron. J.*, **133**, s. 1962, 2007.

- [144] NESVORNÝ, D. aj.: *Evidence for asteroid space weathering from the Sloan Digital Sky Survey. Icarus*, **173**, 1, s. 132–152, 2005.
- [145] NESVORNÝ, D. aj.: *Dynamical model for the zodiacal cloud and sporadic meteors. Astron. J.*, **743**, s. 129–145, 2011.
- [146] NESVORNÝ, D. aj.: *Dynamics of dust particles released from Oort cloud comets and their contribution to radar meteors. Astron. J.*, **743**, s. 37–49, 2011.
- [147] NEUKUM, G., IVANOV, B. A., HARTMANN, W. K.: *Cratering records in the inner Solar System in relation to the lunar reference system. Space Sci. Rev.*, **96**, s. 55–86, 2001.
- [148] NORTON, O. R.: *The Cambridge Encyclopedia of Meteorites*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. ISBN 0521621437.
- [149] O'BRIEN, D. P., MORBIDELLI, A., BOTTKE, W. F.: *The primordial excitation and clearing of the asteroid belt — Revisited. Icarus*, **191**, s. 434, 2007.
- [150] ÓPIK, E. J.: *Collision probability with the planets and the distribution of planetary matter. Proc. R. Irish Acad.*, **54**, s. 165–199, 1951.
- [151] OSTRO, S.J. aj.: *Radar imaging of binary near-Earth asteroid (66391) 1999 KW₄. Science*, **314**, 5803, s. 1276–1280, 2006.
- [152] PECINA, P., CEPLECHA, Z.: *New aspects of in single-body meteor physics.. Bull. Astron. Inst. Czechosl.*, **34**, 102, 1983.
- [153] PECINA, P., NOVÁKOVÁ, D.: *Meteorický radar v Ondřejově. Povětroň*, **10**, 6, s. 4, 2002.
- [154] PECHALA, F., BEDNÁŘ, J.: *Průručka dynamické meteorologie*. Praha: Academia, 1991. ISBN 8020001980.
- [155] PETERSON, C.: *A source mechanism for meteorites controlled by the Yarkovsky effect. Icarus*, **29**, s. 91–111, 1976.
- [156] POLLACK, J. B. aj.: *Formation of the giant planets by concurrent accretion of solids and gas. Icarus*, **124**, 1, s. 62–85, 1996.
- [157] POKORNÝ, Z.: *Astronomické algoritmy pro kalkulátory*. Praha: Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, 1988.
- [158] PÖSGES, G., SCHIEBER, M.: *The Ries Crater – Museum Nördlingen*. München: Dr. Friedrich Pfeil, 1997.
- [159] PRAVEC, P. aj.: *Two-period lightcurves of 1996 FG₃, 1998 PG, and (5407) 1992 AX: One probable and two possible binary asteroids. Icarus*, **146**, 1, s. 190–203, 2000.
- [160] PRAVEC, P. aj.: *Ondřejov Asteroid Photometry Project* [online]. [cit. 2008-09-09]. (<http://www.asu.cas.cz/~ppravec/>).
- [161] PRESS, W. R., TEUKOLSKY, S. A., VETTERLING, W., FLANNERY, B.P.: *Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.
- [162] PRÍHODA, P. aj.: *Hvězdářská ročenka 2008*. Praha: Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, 2007. ISBN 9788086017471.
- [163] QUINN, T. R., TREMAINE, S., DUNCAN, M.: *A three million year integration of the earth's orbit. Astron. J.*, **101**, s. 2287–2305, 1991.
- [164] *Reduce* [online]. [cit. 2010-03-08]. (<http://www.reduce-algebra.com/>).
- [165] *Rieskrater–Museum Nördlingen* [online]. [cit. 2001-1-1]. (<http://www.iaag.geo.uni-muenchen.de/sammlung/Rieskrater/RieskraterMuseum.html>).
- [166] RIVERA, E. J. aj.: *The Lick-Carnegie Exoplanet Survey: a Uranus-Mass Fourth Planet for GJ 876 in an Extrasolar Laplace Configuration. Astrophys. J.*, **719**, s. 890, 2010.
- [167] ROBERTSON, H. P.: *Dynamical effects of radiation in the Solar System. Mon. Not. R. Astr. Soc.*, **97**, 423, 1937.
- [168] ROSENBLATT, P.: *The origin of the Martian moons revisited. Astron. Astrophys. Rev.*, **19**, s. 44, 2011.
- [169] RUBIN, A. E.: *Mineralogy of meteorite groups. Meteoritics and Planetary Science*, **32**, 231, 1997.
- [170] RUBINCAM, D. P.: *Polar wander on Triton and Pluto due to volatile migration. Icarus*, **163**, 2, s. 63–71, 2002.

- [171] RUSSEL, C. T. aj.: *Dawn mission and operations*. Asteroids, Comets, Meteors 2005, editoři Lazzaro, D., Ferraz-Mello, S., Fernandez, J. A., Cambridge: Cambridge University Press, 2006, s. 97–119.
- [172] SACKMANN, I. J., BOOTHROYD, A. I., KRAEMER, K. E.: *Our Sun. III. Present and future*. *Astrophys. J.*, **418**, s. 457–468, 1993.
- [173] SEPKOSKI, J. J.: *Ten years in the library: New data confirm paleontological patterns*. *Paleobiology*, **19**, s. 43–51, 1993.
- [174] SCHNEIDER, J. aj.: *The Extrasolar Planets Encyclopaedia* [online]. [cit. 2011-06-01]. (<http://exoplanet.eu/>).
- [175] SIMPSON, E. K. aj.: *The spin-orbit angles of the transiting exoplanets WASP-1b, WASP-2/b, WASP-38b and HAT-P-8b from Rossiter–McLaughlin observations*. *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, **414**, 4, s. 3023–3035, 2011.
- [176] SKÁLA, L.: *Úvod do kvantové mechaniky*. Praha: Academia, 2005. ISBN 8020013164.
- [177] SKÁLA, R.: *Impact process: An important geological phenomenon*. *Acta Mus. Nat-Pragae*, Ser. B., Hist. Nat., **52**, s. 111–156, 1996.
- [178] SLIVAN, S. M. aj.: *Spin vectors in the Koronis family: comprehensive results from two independent analyses of 213 rotation lightcurves*. *Icarus*, **162**, s. 285, 2003.
- [179] SPJUTH, S.: *Disk-resolved photometry of small bodies*. Ph.D. thesis, Carolo–Wilhelmina Univ., 2009.
- [180] SPURNÝ, P.: *Fotografické sledování bolidů ve střední Evropě*. *Corona Pragensis*, 2, 2001, (<http://praha.astro.cz/crp/0101a.phtml>).
- [181] *Stardust, JPL, NASA* [online]. [cit. 2006-06-01]. (<http://stardust.jpl.nasa.gov>).
- [182] STAUDACHER, T. aj.: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages of rocks and glasses from the Noerdlinger Ries crater and the temperature history of impact breccias. *J. of Geophysics*, **51**, 1, s. 1–11, 1982.
- [183] STIX, M.: *The Sun. An Introduction*. Berlin: Springer-Verlag, 2002. ISBN 3540537961.
- [184] STUART, J. S.: *A Near-Earth asteroid population estimate from the LINEAR Survey*. *Science*, **294**, 5547, s. 1691–1693, 2001.
- [185] SUNDMAN, K. E.: *Memoire sur le problème de trois corps*. *Acta Math.*, **36**, s. 105–179, 1912.
- [186] ŠEDIVÝ, P.: *Kapitoly ze speciální teorie relativity*. Hradec Králové: MAFY, 2003. ISBN 8086148653.
- [187] ŠIDLICHOVSKÝ, M., NESVORNÝ, D.: *Frequency modified Fourier transform and its applications to asteroids*. *Cel. Mech. Dyn. Astron.*, **65**, 1–2, s. 137–148, 1996.
- [188] TILLOTSON, J. H.: *Metallic equations of state for hypervelocity impact*. General Atomic Report GA-3216, 1962.
- [189] *The NIST Reference on Constants, Units, and Uncertainty* [online]. [cit. 2011-05-31]. (<http://physics.nist.gov/constants>).
- [190] *The Ries/Steinheim impact crater field trip* [online]. [cit. 2001-1-1]. (<http://www.-earthsciences.ucl.ac.uk/research/planetaryweb/field/knodle.htm>).
- [191] *The STScI Digitized Sky Survey* [online]. [cit. 2010-02-15]. (http://archive.stsci.edu/cgi-bin/dss_form).
- [192] TSGANIS, K., GOMES, R., MORBIDELLI, A., LEVISON, H. F.: *Origin of the orbital architecture of the giant planets of the solar system*. *Nature*, **435**, s. 459, 2005.
- [193] TUČEK, K.: *Meteority a jejich výskyty v Československu*. Praha: Academia, 1981.
- [194] UDRY S., SANTOS, N. C.: *Statistical Properties of Exoplanets*. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.*, **45**, s. 397–439, 2007.
- [195] VERNAZZA, J. E., AVRETT, E. H., LOESER, R.: *Structure of the solar chromosphere. III — Models of the EUV brightness components of the quiet-sun*. *Astrophys. J. Suppl.*, **45**, s. 635, 1981.
- [196] VOKROUHLICKÝ, D.: *A complete linear model for the Yarkovsky thermal force on spherical asteroid fragments*. *Astron. Astrophys.*, **344**, s. 362–366, 1999.
- [197] VOKROUHLICKÝ, D., FARINELLA, P.: *Efficient delivery of meteorites to the Earth from a wide range of asteroid parent bodies*. *Nature*, **407**, 6804, s. 606–608, 2000.

- [198] VOKROUHLICKÝ, D., NESVORNÝ, D.: *Pairs of asteroids probably of a common origin*. *Astron. J.*, **136**, 1, s. 280–290, 2008.
- [199] VOKROUHLICKÝ, D., NESVORNÝ, D., BOTTKÉ, W. F.: *The vector alignments of asteroid spins by thermal torques*. *Nature*, **425**, s. 147, 2003.
- [200] VOKROUHLICKÝ, D., aj.: *Yarkovsky/YORP chronology of asteroid families*. *Icarus*, **182**, 1, s. 118–142, 2006.
- [201] WALSH, K., MORBIDELLI, A., RAYMOND, S. N., O'BRIEN, D. P., MANDELL, A. M.: *The Low Mass of Mars: First Evidence of Early Gas-Driven Migration by Jupiter*. American Geophysical Union Meeting, abstrakt V53A-2233, 2010.
- [202] WANG, Z., CHAKRABARTY, D., KAPLAN, D. L.: *A debris disk around an isolated young neutron star*. *Nature*, **440**, s. 772, 2006.
- [203] WEIDENSCHILLING, S. J.: *Formation of Planetesimals and Accretion of the Terrestrial Planets*. *Space Science Reviews*, **92**, 1/2, s. 295–310, 2000.
- [204] *Wikipedia*. *Chondrite* [online]. [cit. 2012-05-25]. (<http://en.wikipedia.org/wiki/Chondrite>).
- [205] *Wikipedia*. *Mass spectrometry* [online]. [cit. 2012-05-25]. (http://en.wikipedia.org/wiki/Mass_spectrometry).
- [206] *Wikipedia*. *Pole star* [online]. [cit. 2012-05-25]. (http://en.wikipedia.org/wiki/Pole_star).
- [207] *Wikipedia*. *Radiometric dating* [online]. [cit. 2012-05-25]. (http://en.wikipedia.org/wiki/Radiometric_dating).
- [208] *Wikipedia*. *Rings of Uranus* [online]. [cit. 2012-05-25]. (http://en.wikipedia.org/wiki/Rings_of_Uranus).
- [209] *Wikipedia*. *Stress–energy tensor* [online]. [cit. 2012-05-25]. (http://en.wikipedia.org/wiki/Stress-energy_tensor).
- [210] WHIPPLE, F.: *A comet model. I. The acceleration of Comet Encke*. *Astrophys. J.*, **111**, s. 375–394, 1950.
- [211] WOLF, M. aj.: *Astronomická příručka*. Praha: Academia, 1992. ISBN 802000467X.
- [212] WOLSZCZAN, A., FRAIL, D. A.: *A planetary system around the millisecond pulsar PSR 1257+12*. *Nature*, **355**, 6356, s. 145–147, 1992.
- [213] WRIGHT, A. W.: *On the polarization of the zodiacal light*. *Memorie della Societa Degli Spettroscopisti Italiani*, **3**, s. 54–55, 1874.
- [214] YODER, C. F.: *Tidal rigidity of Phobos*. *Icarus*, **49**, s. 327–346, 1982.
- [215] ZANHLE, K., SCHENK, P., LEVISON H., DONES, L.: *Cratering rates in the outer Solar System*. *Icarus*, **163**, s. 263–289, 2003.
- [216] ZEĽDOVITCH, Ya. B., Raizer, Yu. P.: *Physics of shock waves and high-temperature hydrodynamic phenomena*. Mineola: Dover Publications, 2002. ISBN 0486420027.
- [217] ZHONG, S., ZUBER, M. T.: *Degree-1 mantle convection and the crustal dichotomy on Mars*. *Earth and Planetary Science Letters*, **189**, s. 75–84, 2001.