

# F3170 - Obecná astronomie

## Otázka 07

Vzájemný převod ekliptikálních a rovníkových souřadnic. Pohyby Slunce, Měsíce a planet po hvězdné obloze.

Petr Šafařík

### 1 Vzájemný převod ekliptikálních a rovníkových souřadnic

Deklinace slunce se pohybuje v rozmezí  $\pm 23^\circ 27'$ . Rektascenze rovnoměrně narůstá od  $0^h$  do  $24^h$ . Pravá místní půlnoc tedy nastává, když kulminují hvězdy o rektascenzi  $\alpha = \alpha_\odot \pm 12^h$ . Postupně tak kulminují hvězdy se stále vyšší rektascenzí.

**Ekliptika:** je dráha slunce mezi hvězdami v průběhu roku. Dá se vysledovat např. při zatmění Slunce, nebo Měsíce (Slunce je tehdy přesně na druhé straně Země než Měsíc) — mj. zatmění = eclipse a odtud ekliptika. Slunce postupuje po ekliptice denně zhruba o  $\frac{360^\circ}{365,25} \doteq 0,99^\circ \sim 1^\circ$ .

#### Souřadnice a transformace na rovníkové

- Ekliptikální délka  $\lambda$
- Ekliptikální šířka  $\beta$

Jsou si velice podobné: shodný hlavní směr (jarní bod), i orientaci (pravotočivá). Rozdíl je tedy pouze ve vzájemné poloze dvou rovin — ekliptiky a rovníku. Tyto dvě jsou vzájemně natočeny o  $\varepsilon = 23^\circ 27'$ , stačí pouze jednu natočit o úhel  $\pm\varepsilon$  a máme druhou soustavu.

Budeme točit kolem osy  $x = x' =$  směr k jarnímu bodu.

#### Rovníkové na ekliptikální

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varepsilon & \sin \varepsilon \\ 0 & -\sin \varepsilon & \cos \varepsilon \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \delta \cos \alpha \\ \cos \delta \sin \alpha \\ \sin \delta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \beta \cos \lambda \\ \cos \beta \sin \lambda \\ \sin \beta \end{pmatrix}$$

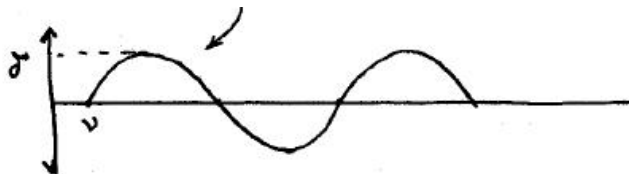
#### Ekliptikální na rovníkové Otočení o $-\varepsilon$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varepsilon & -\sin \varepsilon \\ 0 & \sin \varepsilon & \cos \varepsilon \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \beta \cos \lambda \\ \cos \beta \sin \lambda \\ \sin \beta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \delta \cos \alpha \\ \cos \delta \sin \alpha \\ \sin \delta \end{pmatrix}$$

## 2 Pohyby Slunce, Měsíce a planet po hvězdné obloze

Slunce má  $\beta = 0$ , tedy vztahy se nám zjednoduší:

$$\begin{aligned}\cos \delta \cos \alpha &= \cos \lambda_{\odot} \\ \cos \delta \sin \alpha &= \sin \lambda_{\odot} \cos \varepsilon \\ \sin \delta &= \sin \lambda_{\odot} \sin \varepsilon\end{aligned}$$



Provedeme-li derivaci závislosti  $\tan \alpha = \tan \lambda_{\odot} \cdot \cos \varepsilon$ , že pohyb by byl nerovnoměrný, i kdyby  $\lambda_{\odot}$  bylo konstantní (pohybovalo se po kruhové dráze).

$$\dot{\alpha} = \frac{\cos \varepsilon}{\cos^2 \lambda + \sin^2 \lambda \cos^2 \varepsilon} \dot{\lambda}$$

### Denní pohyb slunce v různých šířkách

$$h_{\max} = 90^\circ - \varphi + \delta$$

$$h_{\min} = \varphi + \delta - 90^\circ$$

- $\varphi = 90^\circ$  — půl roku den, půl roku noc
- $\varphi = 66^\circ 33'$  (severní polární kruh) — Slunce zapadá a vychází celý rok s výjimkou zimního slunovratu
- $\varphi = 23^\circ 27'$  (obratník raka) — v den letního slunovratu slunce v zenitu  $h_{\max} = 90^\circ$ . V zimním slunovratu  $h_{\min} = 46^\circ$
- $\varphi = 0^\circ$  (na rovníku) — Den a noc vždy stejně dlouhé. Slunce v zenitu vždy v den rovnodennosti, v dny slunovratu  $h_{\min} = \pm 66^\circ 33'$

**Pohyb planet po zemské hvězdné obloze** Všechny planety se nacházejí taktéž poblíž ekliptiky (akreční disk při vzniku Sluneční soustavy). Z planet má největší sklon k ekliptice Merkur ( $7^\circ$ ), Venuše ( $3^\circ 23'$ ). Dále pak třeba sklon roviny oběhu Měsíce k ekliptice je  $5^\circ$ .

Vnější planety se pohybují většinou proti směru otáčení hvězdné oblohy. U vnitřních je velice důsledná vazba na Slunce, proto se nevzdálí víc než o jistou maximální elongaci.

### Oběžné doby

- Siderická oběžná doba — návrat na totéž místo vůči okolním vzdáleným hvězdám
- Synodická oběžná doba — návrat na totéž místo na hvězdné obloze z pohledu pozorovatele