

# F3170 - Obecná astronomie

## Otázka 17

Oběh Země kolem Slunce. Siderický, tropický, anomalistický a drakonický rok. Střídání ročních období.

Petr Šafařík

### 1 Oběh Země kolem Slunce

Pozorovatel na povrchu Země vykonává – ač se to zprvu moc nezdá – velmi složitý pohyb. Nutno říci, že většinou těžce neinerciální a se značným zrychlením (Země rotuje kolem vlastní osy, kolem Slunce, Slunce rotuje spolu s galaxií, galaxie rotuje v rámci místní grupy, nadgrupy galaxií atd.) Aby toto nestačilo, přidáme konečnou rychlost světla  $c$ . Výsledkem je několik velice zajímavých a složitých jevů.

**Paralaxa:** Paralaxa (míra vzdálenosti) v astronomii je úhel o který se na obloze nebeské těleso posune, je-li pozorováno z krajových bodů vhodně zvolené základny. Výpočet paralaxy se používá hlavně pro měření vzdáleností objektů ve vesmíru. Pro měření vzdáleností objektů ve sluneční soustavě se jako základna používá poloměr Země, pro měření vzdáleností hvězd se používá poloměr oběžné dráhy Země (vzdálenost Země – Slunce).

**Aberace** Jako aberace světla (též roční aberace nebo hvězdná aberace) se označuje odchýlení světelného paprsku přicházejícího od pozorovaného tělesa k pozorovateli, které je způsobené konečnou rychlostí světla, pohybem pozorovaného tělesa a pohybem pozorovatele.

Tento jev lze pozorovat při ročním pohybu Země kolem Slunce. Při pohybu dochází v důsledku aberace ke změně úhlu, pod nímž se vůči Zemi pohybují paprsky světla jednotlivých hvězd. Pohyb Země kolem Slunce tedy způsobuje zdánlivý pohyb hvězd vzhledem k pozorovateli.

Polohy hvězd na nebeské sféře opisují v průběhu roku elipsy, jejichž velká poloosa má pro všechny hvězdy stejnou velikost, která odpovídá přibližně úhlu  $\varepsilon = 20,5''$ . Označíme-li rychlost pohybu Země kolem Slunce jako  $v$  a rychlost světla  $c$ , pak platí přibližný vztah:

$$\tan \varepsilon = \frac{v}{c}$$

**Variace radiální rychlosti** Pohybuje-li se Země po své dráze kolem Slunce, pak jistě v některých okamžicích letí přímo směrem ke hvězdě. V tuto chvíli se zvyšuje

vzájemná rychlost a dostavuje se dopplerovský efekt, který má za následek zdánlivé zvýšení radiální rychlosti. Naopak pokud se Země pohybuje od hvězdy, zdánlivá radiální rychlost hvězdy poklesne.

## 2 Roky

**Siderický (hvězdný) rok:** je doba, za kterou oběhne Země kolem Slunce vůči nepohybujícím se hvězdám.  $T_{\text{sid}} = 365, 25636$

**Tropický rok:** je doba mezi dvěma průchody středu pravého Slunce jarním bodem.  $T_{\text{trop}} = 365, 24219$

**Anomalistický rok:** je doba, za kterou Země projde mezi dvěma průchody přísluním (perihelem).  $T_{\text{ano}} = 365, 25964$

**Drakonický rok:** je doba mezi dvěma po sobě následujícími průchody výstupním uzlem měsíční dráhy.  $T_{\text{drak}} = 346$  — Měsíční uzel se pohybuje po ekliptice proti směru pohybu slunce.

**Platónský rok:** Doba, za kterou udělá zemská osa jednu precesní otočku.

## 3 Střídání ročních období

Rotační osa Země má k rovině ekliptiky stálý sklon, z čehož plyne, že sluneční paprsky dopadají na obě polokoule v průběhu roku pod různým úhlem, resp. se mění deklinace Slunce jak postupuje po ekliptice zprava doleva.

**Skuneční konstanta  $K$**  je výkon procházející  $1 \text{ m}^2$  ve vzdálenosti 1 AU.  $K = 1360 \text{ Wm}^{-2}$

$$W = \frac{K}{r^2} \cos z = \frac{K}{r^2} \sin h$$

**Oslunění  $\xi$**  je množství energie, která dopadne na  $1 \text{ m}^2$  plochy Země.

$$\xi = \int_{t=-t_0}^{t_0} \frac{K}{r^2} \sin h dt$$

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t \quad || \quad \cos t_0 = -\tan \varphi \tan \delta$$

$$\xi = \frac{K}{r^2} (2t_0 \sin \varphi \sin \delta + 2 \cos \varphi \cos \delta \cos t_0)$$

Astronomická roční období jsou díky různé rychlosti různě dlouhá. Nejdelší je léto, nejkratší zima.

**Parametry zemské dráhy a její změny**

- Sklon zemské osy k rovině ekliptiky kolísá  $\varepsilon$  :  $22^{\circ}04' - 24^{\circ}34'$ . Perioda 41 000let.
- Změna délky perihelu — stáčení směru k jarnímu bodu. Výměna rolí severní a jižní polokoule. Perioda 21 000let.
- Změna výstřednosti dráhy — větší část oběhu ve větší vzdálenosti: vznik doby ledové,  $P=100\ 000$  let
- Délka velké poloosy odpovídající energii Země se mění zcela nepravidelně