

Trpasličí astrokvíz

Na začátek nejdříve vzorové řešení úloh z Bílého trpaslíka č. 129, poskytnuté přímo autorem. Za řešení zasláná zájemci o tento kvíz mnohokrát děkujeme, budou vyhodnocena všechna současně na konci soutěže. Za odpověďmi a dalšími otázkami je opět Pavol Habuda. Odpovědi (včetně zdůvodnění) zasílejte poštou (*Marek Kolasa, J. Vrchlického 3, 736 01 Havířov-Podlesí*) nebo emailem (*apo@seznam.cz*) do redakce do 15. 5. 2006.

(1) Předpokladajme, že

- neberieme v úvahu nerovnosti terénu ako napr. pohoria,
- Zem je ideálna guľa,
- Slnko je bodový zdroj svetla nekonečne ďaleko,
- Zem nemá atmosféru,
- Zem rotuje okolo svojej osi rovnomerne,
- Zem obieha okolo Slnka po kruhovej dráhe s konštantnou rýchlosťou,
- sklon zemskej osi sa s časom nemení, atď.,

našli by sme aj ďalšie parametre. Tak ako tak, predpokladajme geometricky ideálny prípad, Slnko je bod, Zem je guľa a problém je izotropný, symetrický (znamená to, že každý bod na povrchu Zeme je rovnocenný s ostatnými).

Slnko v každom okamihu osvetľuje polovicu zemegule. Z dvoch bodov, ktoré ležia oproti sebe na sfére, osvetľuje vždy práve jeden (nikdy nie oba a nikdy ani jeden¹. Keďže severný aj južný pól sú body oproti sebe, nutne musia byť osvetlené počas jedného obehu v súčte práve jeden rok. Ale taktiež musia byť oba osvetlené v priemere rovnako dlho, pretože oba body sú symetricky umiestnené. Ak si počkáme pol roka a zameníme severný pól za južný, dostaneme geometricku identickú situáciu. To znamená, že oba musia byť osvetlené polovicu času, teda v priemere 12 hodín denne.

Rozmyslite si, že rovnaká úvaha platí pre ľubovoľný bod na Zemi. To znamená, že Slnko svieti (v ročnom priemere) na každý bod rovnako dlho.

Podme sa teraz pozrieť na skutočnú situáciu.

- *Zem je ideálna guľa* – Ak budeme uvažovať, že na Zemi sa nachádzajú kopce, tak pozorovateľ na kopci vidí Slnko v priemere dlhšie ako 12 hodín za deň. Rovnako ak berieme Zem ako geoid, tak v miestach, kde je Zem viacej zakrivená, bude pozorovateľ vidieť Slnko o niečo málo dlhšie.
- *Slnko je bodový zdroj svetla nekonečne ďaleko* – ak bude mať Slnko konečný priemer, tak sa podľa môjho názoru nič nezmení. Za „Slnko nad obzorom“ považujeme čas, počas ktorého je Slnko aspoň čiastočne vidieť nad obzorom. Platí ten istý argument, ktorým sme si ukázali, že každé miesto na Zemi bude osvetlené v priemere polovicu času.
- *Zem nemá atmosféru* – Atmosféra prispieva k zdvíhaniu zdanlivej pozície Slnka smerom k zenitu. Pri rovnakom stave zdvíha atmosféra Slnko všade rovnako a môžeme prehlásiť, že podľa predchádzajúceho argumentu nebude mať refrakcia

¹ *Body na kružnici, kde Slnko práve vychádza alebo zapadá, neuvažujme.*

vplyv na priemerný čas. Atmosféra ale nie je všade rovnako hustá, má rôznu teplotu a vlhkosť, a preto na rôznych miestach je refrakcia rôzna. Napríklad rozdiel medzi refrakciou na rovníku a póle (teploty 30 a -60 °C) je až 15 oblúčkových minút. Z tohto pohľadu je preferovaný južný pól pred severným pólom a rovníkom. Na stránkach <http://wise-obs.tau.ac.il/~eran/Wise/Util/Refraction.html> nájdete program umožňujúci vypočítať veľkosť refrakcie.

- *Zem obieha okolo Slnka po kruhovej dráhe s konštantnou rýchlosťou* – dôsledkom je, že leto na severnej pologuli trvá 186 a zima iba 179 dní. Na južný pól teda svieti Slnko dlhšie ako na severný. Tento príspevok je od všetkých najväčší. Zatiaľčo príspevok od refrakcie tvorí pre severný pól niekoľko hodín, excentricita zemskej dráhy prispieva viac ako dňom.

Záverom: Slnko je najčastejšie nad obzorom na severnom póle, potom na rovníku a najmenej ho je vidno z južného pólu.

- (2) Do roku 1999 to bola planéta Neptún, od roku 1999 si primát vzalo späť Pluto. Dráha Pluta je tak excentrická, že istý čas svojho obehu okolo Slnka strávi k nemu bližšie ako Neptún. Pre tých, ktorí z kozmogonického dôvodu neuznávajú Pluto ako planétu, je poslednou planétou Neptún. A tým, ktorý dvíhajú svoje hlavy k hviezdám a hľadajú planéty okolo vzdialených Slnk, tým poslednú planétu neprehradím. Snáď len toľko, že sa každú chvíľu mení.
- (3) Nech je Eiffelova veža vysoká h . Polomer Zeme je R . Pre uhol α platí:

$$\cos \alpha = \frac{R}{R+h} \rightarrow \alpha = \arccos \frac{R}{R+h} = 33' , \quad (1)$$

kde výška Eiffelovej veže je 300 metrov a polomer Zeme som bral 6 378 kilometrov.

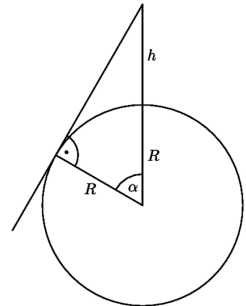
Predpokladajme, že Eiffelova veža stojí na rovníku. Čas, ktorý uplynie medzi východom Slnka na vrchole a pri päte Eiffelovky, určíme trojčlenkou:

$$t = \frac{24 \text{ hodín}}{360^\circ} \cdot \alpha = 0,037 \text{ hodín} \sim 130 \text{ s} . \quad (2)$$

To platí v prípade, že Slnko vystupuje nad obzor kolmo na horizont. V Paríži Slnko vystupuje smerom k zenitu pomalšie, a to rýchlosťou

$$t' = \frac{t}{\sin \theta} , \quad (3)$$

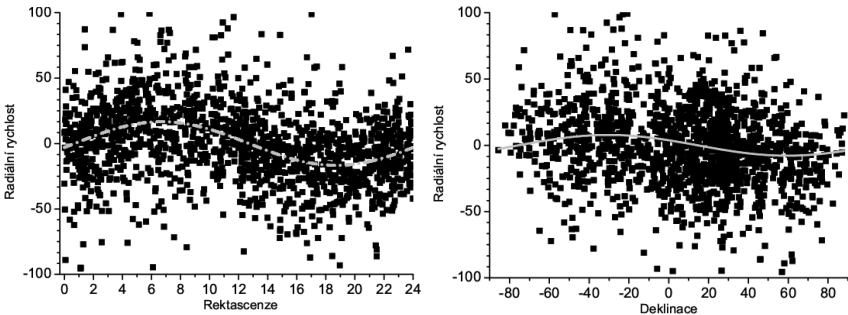
kde θ je úhol, ktorý zvierajú ekliptika s horizontom. V Paríži je to pri zimnom a letnom slnkovrate sklon okolo 35° , pri rovnodennosti stúpa toto číslo na 41° . V období



rovnodennosti bude teda Slnko na Eiffelovke vychádzať o zhruba 200 sekúnd, počas slnovratu o 240 sekúnd skôr ak u jejjej päty.

- (4) Ak je dodatočné zrýchlenie spôsobené planétou X, tak jeho smer musí smerovať ku nej. Keďže zrýchlenie pôsobí smerom k Slnku, musí sa planéta nachádzať veľmi blízko Slnka. Tam by sme ju ale asi dávno odhalili.
- (5) Z uvedenej stránky sa dostanete na stránku <http://vizier.u-strasbg.fr/cgi-bin/VizieR>. Na tejto stránke zadáte do vyhľadávania nami hľadanú radiálnu rýchlosť, samozrejme po anglicky – *radial velocity*. Na výber dostanete množstvo katalógov, z ktorých si treba zvoliť jeden. Ja som si vybral katalóg III/239 Radial Velocities with Astrometric Data (*The catalogue of radial velocities of galactic stars with high precision astrometric data (CRVAD)*, Kharchenko N.V., Piskunov A.E., Scholz R.-D., *Astron. Nachr.* 325, 439 (2004))

Tento katalóg má výhodu, že obsahuje veľké množstvo hviezd. Navyiac, a to je podstatné, je jeho časťou katalóg 3967 hviezd, ktoré majú veľmi dobre zmerané radiálne rýchlosti. Z týchto som ďalej vylúčil hviezdy, ktorých paralaxa je malá (sú od nás ďalej ako 100 pc) – na väčších vzdialenostiach sa začína uplatňovať špirálna povaha Galaxie. Tiež som vypustil hviezdy, ktorých radiálna rýchlosť je vyššia ako 100 km/s. Z uvedených obrázkov vidíte, že rýchlych hviezd je dosť málo. Zostalo mi 1608 hviezd. Rozloženie týchto hviezd na oblohe (v rektascenzii a deklinácii) môžete vidieť na obrázkoch:



V programe Origin 7 som následne preložil oboma grafmi krivku

$$y = v_0 \sin(x - \varphi_0), \quad (4)$$

odkiaľ som získal nasledujúce hodnoty: $v_\alpha = 17 \pm 1$ km/s, $v_\delta = 8 \pm 1$ km/s, $\varphi_\alpha = 10 \pm 3^\circ$, $\varphi_\delta = -75 \pm 7^\circ$.

A aká je interpretácia nameraných veličín? Ukazuje sa, že hviezdy sa voči Slnku nepohybujú náhodne, ale preferujú jeden smer. Je to smer opačný, akým sa pohybuje Galaxiou Slnko. Z uvedených údajov môžeme spočítať polohu apexu² Slnka:

- 2 Apex je bod, do ktorého smeruje rýchlosť telesa pri jeho pohybe priestorom. Jeho súradnice vypočítame podľa vzorcov: $\alpha = \varphi_\alpha - 90^\circ$, $\delta = \varphi_\delta - 90^\circ$.

Trpasličí astrokvíz – druhá sada otázek

- (1) *Ak by sa Zem na svojej drahe okolo Slnka zastavila, za aký dlhý čas by nan spadla?*
- (2) *Je možno vidieť v jednom a tom istom okamihu z povrchu Zeme zatmenie Mesiaca aj Slnko nad obzorom?*
- (3) *V 3. úlohe tvrdím, že Slnko stúpa v Paríži nad obzor vždy pod uhlom 30–40 stupňov. Ako je to možné, keď ekliptika v Paríži zvierá s horizontom uhol v intervale 25°–72° ($\varphi - \varepsilon$; $\varphi + \varepsilon$, ε je sklon ekliptiky)?*
- (4) *Ak pustíme zo šikmej veže v Pise kladivo a klobúk, ktorý predmet dopadne na povrch Zeme skôr?*
- (5) *V okoli Slnka do vzdialenosti 10ly sa nachádza 11 hviezd (so Slnkom 12). Pre hviezdy s paralaxou $> 0,01''$ sme este schopni paralaxu schopni určiť. Pre koľko hviezd sme schopni určiť paralaxu, ak predpokladáme v slnečnom okolí vsade rovnaku hustotu hviezd?*

$\alpha = 280 \pm 3^\circ$, $\delta = 60 \pm 7^\circ$. Táto poloha sedí voči tabulkovej hodnote veľmi dobre v rektascenzii ($\alpha_{\text{real}} = 277^\circ$), ale veľmi zle v deklinácii ($\delta_{\text{real}} = 30^\circ$). Čím je chyba v deklinácii spôsobená, to neviem. Zaujímavé je, že chyba určenia deklinácie je petkrát väčšia ako rektascenzia.

Čo sa týka výslednej rýchlosti, $v = (v_\alpha + v_\delta)^{1/2} = 19 \pm 1$ km/s, tá je tiež v dobrej zhode s uvádzanou hodnotou 20 km/s.

Obsah čísla:

Tarja Trygg vrací úder, Jiří Dušek	1
Karvinský solarograf, Jan Kondziolka	2
Volání sněhu a mlhy, Iva Boková	3
Jaký bude příští cyklus sluneční aktivity?, Michal Švanda	5
Zajímavá pozorování	9
Trpasličí astrokvíz	13



BÍLÝ TRPASLÍK je zpravodaj sdružení Amatérská prohlídka oblohy. Adresa redakce Bílého trpaslíka: Marek Kolasa, J. Vrchlického 3, 736 01 Havířov-Podlesí, e-mail: marek.kolasa@gmail.com. Najdete nás také na WWW stránkách <http://www.astronomie.cz>. Na přípravě spolupracují Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně, Hvězdárna a planetárium Johanna Palisy v Ostravě a Hvězdárna v Úpici. Redakční rada: Jana Adamcová, Jiří Dušek, Zdeněk Janák, Pavel Karas, Marek Kolasa, Petr Scheirich, Petr Skřehot, Tereza Sedivcová, Petr Štastný, Michal Švanda, Martin Vilášek, Viktor Votruba.