

## Úloha II.1 . . . svítí-nesvítí

3 body; průměr 1,27; řešilo 80 studentů

*Délka dne a noci se v průběhu roku mění, přičemž na různých místech na Zemi se může měnit jinak. Jak je to však s roční průměrnou délkou dne? Je všude stejná, nebo se na různých místech na Zemi liší? Stačí uvést pouze kvalitativní popis.*

*Bonus Pokuste se odhadnout, o kolik nejvíce může být průměrný den delší, než 12 h.*

*Dodo vyhazoval staré úlohy.*

Délku dne pre pozorovateľa na Zemi ovplyvňuje kombinácia jeho zemepisnej šírky a deklinácie Slnka, ktorá sa v priebehu roka mení. Slnko je na oblohe najjužnejšie počas zimného slnovratu 21. alebo 22. decembra a najsevernejšie počas letného slnovratu 20. alebo 21. júna. To má za následok, že na severnej pologuli je deň v tieto dáta najkratší, resp. najdlhší, a na južnej pologuli naopak. Hranica, keď je dĺžka dňa a noci rovnaká, nastáva počas jarnej (20. marca) a jesennej (23. septembra) rovníkovej rovnodennosti.<sup>1</sup> V tento deň sa na póloch mení polárna noc na polárny deň. Na rovníku je situácia jednoduchá – Slnko je nad obzorom vždy 12 h, vychádza a zapadá kolmo na obzor.

Pre nás je najvýhodnejšie pozeráť sa na situáciu zo sústavy spojenjej so Slnkom a hviezdami. Hore popísané zmeny sa dajú popísať jednoducho. Okolo Slnka obieha Zem, ktorej rotačná os je v tejto sústave orientovaná pevne so sklonom asi  $23,5^\circ$ . Počas obehu sa tak postupne mení poloha snečného tieňa na Zemi. Z dĺžky rovnobežiek v tieni Zeme by sme potom ľahko určili dĺžku noci. Vidíme, že za predpokladu rovnomerného obehu Zeme okolo Slnka po kružnici, je stredná dĺžka dňa aj noci na celej Zemi presne 12 h. Dni, ktoré sú pol roka od seba sa navzájom presne spriemerujú na stred, teda na 12 h.

Tento predpoklad musíme pre riešenie problému opustiť. Zem obieha okolo Slnka po eliptickej dráhe – najbližšie k Slnku je v perihéliu, okolo 4. januára, a najďalej v aféliu, okolo 5. júna. Z druhého Keplerovho zákona potom môžeme vidieť, že v januári sa Zem okolo Slnka pohybuje rýchlejšie a v júni pomalšie. Preto je leto na severnej pologuli dlhšie ako na južnej (ktoré je práve okolo januára). Na severnej pologuli sú dni dlhšie ako 12 h viac ako pol roka, a to až 186 dní medzi rovníkmi. Na zbytok roka tak pripadá len 179 dní, čo je o týždeň menej. Máme záver, že priemerný deň je dlhší na severnej pologuli ako na južnej. Krátko ešte odhadneme dĺžku priemerného dňa na severnom póle. Je tu 186 dní Slnko nad obzorom a 179 dní pod ním. V priemere teda dostávame

$$T = 24 \text{ h} \frac{186 \text{ d}}{365 \text{ d}} = 12,23 \text{ h},$$

čo je o skoro 14 minút viac ako 12 hodín na rovníku.

Na záver spomeňme ešte iné javy spôsobujúce zmenu dĺžky dňa ako času, keď sa nachádza aspoň nejaká časť snečného kotúča nad obzorom. Prvým z nich je samotný rozmer Slnka na oblohe, jeho polomer je asi  $0,25^\circ$ . Ďalej ohyb svetla v zemskej atmosfére spôsobuje zdanlivé nadvihnutie objektov najvýraznejšie pri obzore. Objekt nachádzajúci sa na horizonte je v skutočnosti už asi  $0,5^\circ$  pod ním. Ďalej na dĺžku dňa má samozrejme vplyv aj tvar nášho lokálneho horizontu. Ako jeden zaujímavý vplyv uvedieme vplyv nadmorskej výšky (čím vyššie sa nachádzame, tým viac pod horizont budeme vidieť). Je zrejme, že tieto efekty budú mať rôzny vplyv na rôznych zemepisných šírkach, predĺženie dňa totiž závisí na sklone dráhy Slnka na oblohe

<sup>1</sup>Situácia je v skutočnosti komplikovanejšia ako načrtnuté riešenie, ktoré považuje deň za čas medzi prechodom stredu disku Slnka matematickým horizontom. Správne by sa mala uvažovať stredná refrakcia na obzore, ktorá je približne  $0,5^\circ$  a horný okraj disku. Získaný všeobecný záver je však naďalej platný.

voči horizontu. Na póloch tak uvidíme ešte o niekoľko polárnych dní viac, ako je uvedené vyššie. Tento vplyv môže k dobe trvania priemerného dňa pridať aj štvrt hodiny.

*Jozef Lipták*  
liptak.j@fykos.cz

---

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported. Pro zobrazení kopie této licence navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.