

21. ročník, úloha III . P ... příliv a odliv (3 body; průměr 2,77; řešilo 30 studentů)

Přiliv a odliv jsou způsobeny slapovými silami, tj. především gravitační silou Měsíce. Přiliv se opakuje každých 12 hodin a 25 minut, nicméně na zeměkouli pozorujeme vždy dva přílivy na opačných stranách zeměkoule. Tzn. jeden příliv oběhne Zemí za dvojnásobek doby, tj. asi 25 hodin. Tudíž na rovníku o délce 40 000 km se příliv musí pohybovat přibližně rychlostí $40\,000/25\text{ km/h} = 1\,600\text{ km/h}$. To je dokonce více než rychlost zvuku ve vzduchu.

Ze zkušenosti však víme, že voda v moři touto rychlostí neproudí, neboť lodě nám vozí banány z Kostariky atd. Je tedy nějaká chyba ve výpočtu, nebo je potřeba výsledek interpretovat jinak?

Úlohu navrhl Honza Hradil.

Uvedený paradox by nastával, kdyby se kolem Země pohybovala určitá masa vody, zatímco zbytek by zůstával nehybný. Tomu tak však není. Žádná z molekul vody necestuje každý den kolem zeměkoule, ale zůstává přibližně na stejném místě a kmitá hlavně ve svislém směru.

Představme si vodorovný řetězek kuliček, z nichž každá kmitá ve svislé rovině. Vhodnou volbou fází jejich kmitání můžeme vytvořit iluzi vlny rychle se pohybující ve vodorovném směru, i když kuličky se vůbec nepřemisťují. Řešitelé z Trenčína to přirovnali k mexické vlně na stadionu.

Všimavý čtenář si uvědomí, že analogie popsaná v předchozím odstavci plně neodpovídá našemu případu. Vzhledem k tomu, že vodu můžeme považovat za nestlačitelnou, nemůže pohyb molekul probíhat jen ve vertikálním směru. Vzniklou mezeru můžeme ale zaplnit pomalým pohybem většího množství vody (oproti výšce přílivu řádově v metrech průměrná hloubka oceánu je 3 až 4 kilometry).

Ve skutečnosti je pohyb vody v oceánech ovlivňován mořskými proudy, nestejnou hloubkou a slaností. K problémům popsaným v zadání může docházet například u velké zátoky spojené úzkým průlivem. Při přílivu zde vznikne takový proud, že lodě skutečně nemohou ze zátoky odplout.

Jirka Lipovský

jirka@fykos.mff.cuni.cz