

Úloha IV.V ... Sluneční družice

7 bodů; průměr 6,08; řešilo 71 studentů

Výfuček se jednoho dne zamyslel nad tím, jak Slunce září. Začal se o to zajímat, a tak si na internetu vyhledal něco o SDO družici. Družice SDO pozorující Slunce se nachází 36 000 km nad povrchem Země.

1. Solární panely SDO pokrývají plochu $S = 6,6 \text{ m}^2$ kolmou k přicházejícímu záření ze Slunce. Jaký maximální zářivý výkon může SDO ze Slunce získávat?
2. Došlo k erupci a ze Slunce se odtrhlo plazma, které letělo přímo k družici rychlostí $v = 1\,500 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$. O kolik procent se zkrátí případně prodlouží jeho pozorovaná vlnová délka oproti té původní?
3. Vypočítejte, za jak dlouho dorazí částice oblaku plazmatu k oběžné dráze Země.

Vzdálenost Země od Slunce je přibližně $r = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$ a zářivý výkon Slunce $L = 3,85 \cdot 10^{26} \text{ W}$.

1. Slunce každou sekundu vyzáří energii $E = 3,85 \cdot 10^{26} \text{ J}$, která se šíří jako kulová plocha do prostoru. Ve vzdálenosti r se tedy vyslaná energie rovnoměrně rozprostře na ploše o velikosti povrchu koule s poloměrem r , tj. $S = 4\pi r^2$. Na 1 m^2 pak ve vzdálenosti Země, která je od Slunce vzdálená $1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$, dopadne

$$\frac{E}{S} = \frac{E}{4\pi r^2} \doteq 1\,362 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}.$$

Takto vypočítanou hodnotu nazýváme *sluneční konstantou pro Zemi*. Na solární panely SDO proto každou $t = 1 \text{ s}$ dopadne $6,6 \cdot 1\,362 \doteq 9 \text{ kJ}$, mohou tedy ze Slunce odebírat maximální výkon přibližně $P = 9 \text{ kJ}/1 \text{ s} \doteq 9 \text{ kW}$.

2. Pro výpočet využijeme vztah pro relativistický dopplerovský posuv z Výfučení

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c},$$

kde $\Delta\lambda/\lambda$ vyjadřuje hledaný poměr změny vlnové délky $\Delta\lambda$ a původní vlnové délky λ , jež odpovídá poměru relativní rychlosti pozorovatele se zdrojem v a rychlosti světla $c \doteq 3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Částice a pozorovací družice se k sobě přibližují relativní rychlostí $v = 1\,500 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$, tudíž se pozorovaná vlnová délka zkrátí, a to o $v/c = 0,5\%$.

3. Částice letící rovnoměrně přímočaře rychlostí v se dostanou na úroveň oběžné dráhy Země za čas

$$t = \frac{s}{v} = \frac{1,5 \cdot 10^8 \text{ km}}{1\,500 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}} \doteq 1 \text{ d } 4 \text{ h}.$$

Michaela Urbanová

michaela.urbanova@vyfuk.org

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

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