

## 2. cvičení (9.-11.3.2010)

V těchto cvičeních budeme postupovat v historii sluneční fyziky od antiky až po současnost a budeme prověřovat, který z předpokládaných zdrojů energie ve Slunci může účinně hradit ztráty způsobené slunečním zářivým výkonem ( $L_{\odot} = 3.83 \cdot 10^{26} \text{ W}$ ). V dobových teoriích se silně zrcadlí vědecká vyspělost lidstva, i když mohou tyto teorie u nás vyvolávat úsměv, nepaměťme, že za každou z nich stálo obrovské úsilí. Pro výpočet budete potřebovat znát hmotnost a poloměr Slunce  $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ ,  $R_{\odot} = 7 \cdot 10^8 \text{ m}$ .

1. V antice bylo Slunce představováno jako dobřela rozžhavený železný kotouč. Jak dlouho by energie železa dokázala hradit sluneční výkon? Měrná tepelná kapacita železa je  $c = 452 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .
2. K prvním moderním přístupům řadíme Helmholtzovu teorii chemického hoření (z roku 1854). Za jak dlouho by takto Slunce vyhořelo? Nejznámější reakcí je oxidace vodíku, jejíž energetická vydatnost je 120 MJ na 1 kg vodíku. Ve výpočtu zohledněte informaci, že na 1000 kg sluneční látky připadá 733 kg vodíku.
3. Velmi zajímavou a v některých jiných hvězdných případech použitelnou teorií je teorie gravitačního smršťování navrhaná Kelvinem a Helmholtzem. Jak dlouho by Slunce vydrželo takto zářit?
4. Dopady meteoritů i komet se dnes běžně pozorují např. družicí SOHO. Jak velké množství látky by bylo potřeba, aby dopadem vzniklá energie hradila zářivý výkon? Je možné touto teorií navrženou Mayerem roku 1846 vysvětlit zářivý výkon, budeme-li předpokládat průměrnou rychlost dopadajících těles  $100 \text{ km s}^{-1}$ ? Za jak dlouho by na Slunce dopadla hmotna srovnatelná s hmotností Země ( $M_{\oplus} = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ )? Zjistěte, jak hodně by se přírůstek hmotnosti Slunce projevil na délkách oběžných period planet.
5. Teorie jaderného štěpení bere v úvahu kvantovou fyziku. Je toto štěpení těžkých prvků schopné dostatečně zásobovat Slunce energií po celou dobu? Co je na této úvaze naprosto chybné? Při rozpadu jednoho izotopu uranu  $^{235}\text{U}$  se uvolní energie 200 MeV.
6. Už od základní školky se učíme, že energie ve Slunci se bere z jaderné syntézy vodíku na helium. Napadlo vás si tuto teorii ověřit? Teď máte příležitost. Relativní hmotnost vodíku je  $m_u = 1,0079$ , hmotnost helia  $m_{He} = 4,0026$  a víte, že 4 atomy vodíku vytvoří jeden heliový atom. Užitím nejznámější Einsteinovy rovnice  $E = mc^2$  spočtete, kolik energie se může uvolnit ze Slunce a jak dlouho by mohlo zářit současným slunečním výkonem.