1. Záludné záření

a) Vypočtěte intenzitu slunečního záření (neboli hustotu zářivého toku) ve vzdálenosti $r = 1\,\mathrm{au}$ od Slunce. Uvažujte, že Slunce vyzařuje jako absolutně černé těleso. Poloměr Slunce je $R_S = 696000\,\mathrm{km}$ a povrchová teplota Slunce je $T_S = 5780\,\mathrm{K}$.

Nápověda: Pro vyzařování absolutně černého tělesa platí $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$, kde L je jeho zářivý výkon, R jeho poloměr, T povrchová teplota. Hodnota Stefan-Boltzmannovy konstanty je $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}\,\mathrm{Wm^{-2}K^{-4}}$ a velikost astronomické jednotky je $1\,\mathrm{au} = 1,496 \cdot 10^{11}\,\mathrm{m}$.

b) Nyní vypočtěte rovnovážnou teplotu na Zemi, pokud zanedbáme, že má atmosféru. Uvažujte, že i Země vyzařuje jako absolutně černé těleso. Planetární albedo (podíl záření které se odrazí od povrchu) Země je cca $A = 0,3$. Zhodnoťte jak moc realistická teplota vyšla a čím je nesrovnalost způsobena. Počítejte s poloměrem Země $R_Z = 6378\,\mathrm{km}$.

c) Nyní si představte, že by se Slunce zmenšilo na 50 % svého objemu. O kolik stupňů Kelvina by se musela zvýšit jeho povrchová teplota, aby rovnovážná teplota Země zůstala zachována?

d) Jaké nebezpečí by nové Slunce z bodu c) ale mohlo skýtat pro život na Zemi?

e) Nakonec zkuste spočítat rovnovážnou teplotu povrchu Země i se zahrnutím efektu atmosféry. Aby to ale nebylo moc složité, uvažme atmosféru jako pouze jednu vrstvu o konstantní teplotě. Dále předpokládejme, že všechno krátkovlnné (sluneční) záření atmosférou projde a nijak ji neovlivní, zatímco všechno dlouhovlnné (zemské) záření jí bude absorbováno. Tato „vrstva“ pak bude sama vyzařovat na obě strany, tedy dolů směrem k zemi i nahoru do vesmíru. Stejně jako u bodu a) zhodnoťte jak moc realistická teplota vyšla a čím je nesrovnalost způsobena tentokrát.

2. Káva ve vlaku

Radek jede vlakem z Ostravy do Prahy rychlostí $v = 160\,\mathrm{km}\cdot\mathrm{h}^{-1}$. Před sebou má uprostřed stolku o rozměru 40×40 cm položený kelímek s kávou. Kelímek je válec s jednou podstavou o poloměru $R = 2\,\mathrm{cm}$ a výškou $h = 8\,\mathrm{cm}$ o hmotnosti $m_1 = 50\,\mathrm{g}$. Uvažujte, že jak stěny, tak dno kelímku jsou stejně hrubé. Tloušťka stěn kelímku je zanedbatelná. Najednou začne vlak zatáčet. Uvažujte koeficient tření stolek-kelímek $f = 0,25$.

a) Po oblouku (části kružnice) o jakém největším poloměru musel vlak jet, aby se prázdný kelímek dostal do pohybu?

b) Vlak jede po části oblouku o poloměru $r = 500\,\mathrm{m}$ tak dlouhé, aby po následném vyrovnání směru jízdy zůstal kelímek stát přesně na okraji stolku (tedy tak, že se jeho těžiště bude nacházet přesně nad hranou). O jaký úhel se změnil směr jízdy?

Nyní uvažujte, že podél celého okraje stolku vede nepatrně vyvýšená hrana, o kterou se podstava kelímku zarazí.

c) Jaký by musel být největší možný poloměr oblouku, pokud by se kelímek nacházel na okraji stolku (jeho dno se dotýká vyvýšené hrany) a měl by se přes jeho hranu překlopit a spadnout z něj?