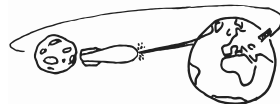


## Úloha II.3 ... Raketa Vítěz

3 body; průměr 2,03; řešilo 71 studentů

Předpokládáme, že raketa Vítěz letí k Zemi po přímce, která spojuje středy Země a Měsíce. Zjistěte, v jaké vzdálenosti od povrchu Země se nachází bod, kde gravitační síla Země působící na raketu bude vyrovnána gravitační silou Měsíce.



Hmotnost Země je  $5,97 \cdot 10^{24}$  kg a hmotnost Měsíce je  $7,35 \cdot 10^{22}$  kg.

Raketa Vítěz se pohybuje jak v radiálním gravitačním poli Země, tak Měsíce. V radiálním poli platí Newtonův gravitační zákon: „Dva hmotné body na sebe působí vzájemně gravitačními silami, které jsou stejně velké a opačně orientované. Jejich velikost je přímo úměrná součinu hmotností těchto bodů a nepřímo úměrná druhé mocnině jejich vzdálenosti.“

Aby výsledná síla působící na raketu byla nulová, musí platit

$$F_{gZ} = F_{gM},$$

$$\kappa \frac{M_Z m}{r_1^2} = \kappa \frac{M_M m}{r_2^2},$$

kde  $M_Z$  je hmotnost Země,  $M_M$  je hmotnost Měsíce,  $m$  je hmotnost rakety,  $\kappa$  je gravitační konstanta a  $r_1$ ,  $r_2$  jsou vzdálenosti rakety od středu Země resp. Měsíce.

$$\frac{M_Z}{r_1^2} = \frac{M_M}{r_2^2},$$

$$\frac{\sqrt{M_Z}}{r_1} = \frac{\sqrt{M_M}}{r_2}.$$

Za  $r_2$  můžeme dosadit  $r - r_1$ , kde  $r$  je střední vzdálenost středů Země a Měsíce ( $r = 384\,403$  km)

$$\frac{\sqrt{M_Z}}{r_1} = \frac{\sqrt{M_M}}{r - r_1},$$

$$r_1 = \frac{r\sqrt{M_Z}}{\sqrt{M_M} + \sqrt{M_Z}}.$$

Po číselném dosazení dostaneme přibližně  $r_1 = 346\,011$  km a když od této hodnoty odečteme zemský poloměr ( $R_Z = 6\,378$  km) dostaneme hledanou vzdálenost rakety od zemského povrchu, která je  $339\,633$  km.

## Poznámky k došlým řešením

1. Úlohu šlo velmi podobně řešit přes intenzitu radiálního gravitačního pole.
2. Vzdálenost Země a Měsíce není konstantní a pohybuje se od  $356\,410$  km, kdy je Měsíc Zemi nejbližší (v perigeu), po  $406\,697$  km, kdy je Měsíc nejdále (v apogeu). Běžně se používá střední vzdálenost, která je oněch  $384\,403$  km.
3. Pozor na rozdíl mezi tíhovou a gravitační silou! Nemalá část z vás si je stále plete.

---

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci 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/>.