Fyzika I. KME 1 – 1. paralelka, přednášející Ilona Ali Bláhová

23. Všeobecný gravitační zákon, intenzita gravitačního pole, potenciální energie gravitačního pole.

1 Všeobecný gravitační zákon

Uvažujme tělesa o hmotnostech m_1, m_2, a polohových vektorech $\mathbf{r}_1$, $\mathbf{r}_2$

Gravitační síla, kterou působí první těleso na druhé je podle všeobecného gravitačního zákona definována

$$\mathbf{F}_{g21} = -\kappa \frac{m_1 m_2}{\mid \mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1 \mid^3} (\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1) \tag{1}$$

kde $\kappa = 6,67.10^{-11}\mathrm{N.m^2.kg^{-1}}$ je gravitační konstanta.

1.1 Gravitační pole hmotného bodu o hmotnosti M

Pro hmotnost $M \gg m$ položíme počátek soustavy souřadné do hmotného bodu o větší hmotnosti M. Na hmotný bod o hmotnosti m nacházející se v místě určeném polohovým vektorem $\mathbf{r}$ působí síla

$$\mathbf{F}_g = -\kappa \frac{Mm}{r^2} \frac{\mathbf{r}}{r} = -\kappa \frac{Mm}{r^2} \mathbf{r}_0 \tag{2}$$

1.1.1 Intenzita gravitačního pole

$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{F}}{m} = -\kappa \frac{M}{r^3} \mathbf{r} \tag{3}$$

1.1.2 Potenciální energie gravitačního pole

Položme v nekonečnu potenciální energii rovnou nule $(r_1 \to \infty)$

$$W_p = -\int_{r_1}^{r_2} F_g \mathrm{d}r = \int_{r_1}^{r_2} \kappa \frac{Mm}{r^2} \mathrm{d}r = \kappa Mm \left[-\frac{1}{r}\right]_{r_1}^{r_2} = \kappa \frac{Mm}{r_1} - \kappa \frac{Mm}{r_2} = -\kappa \frac{Mm}{r_2} \tag{4}$$

protože platí

$$\lim_{r_1 \to \infty} \kappa \frac{Mm}{r_1} = 0 \tag{5}$$

Potenciální energii tedy můžeme vyjádřit

$$W_p = -\kappa \frac{Mm}{r} \tag{6}$$

Odtud lze definovat potenciál gravitačního pole

$$U = -\kappa \frac{M}{r} \tag{7}$$

Intenzitu gravitačního pole a jeho potenciál svazuje následující vztah

$$\mathbf{I} = -\mathrm{grad}\, U \tag{8}$$