

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Jméno autora: Mgr. Zdeněk Chalupský

Datum vytvoření: 27. 12. 2012

Číslo DUM: VY_32_INOVACE_20_FY_B

Ročník: I.

Fyzika

Vzdělávací oblast: Přírodovědné vzdělávání

Vzdělávací obor: Fyzika

Tematický okruh: Mechanika

Téma: Gravitační pole

Metodický list/anotace:

- *Charakteristika gravitačního pole a jeho známé účinky.*
- *Gravitační zákon a jeho matematická formulace, definice rozměrů a odvození jednotky gravitační konstanty.*
- *Gravitační síly působící na Zemi vyvolané Sluncem a Měsícem.*
- *Souvislosti mezi gravitačním, tíhovým polem a tíhou.*

Gravitační pole

- ▶ Gravitační pole
- ▶ Gravitační zákon
- ▶ Odvození jednotky gravitační konstanty
- ▶ Gravitační síly působící na Zemi
- ▶ Gravitační, tíhové pole a tíha



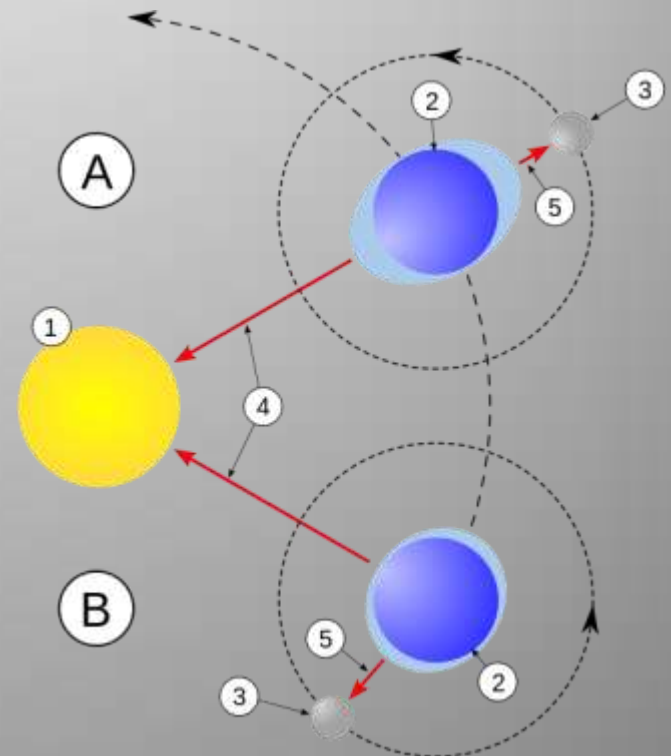
Gravitační pole

- Země přitahuje všechna tělesa ke svému povrchu.
- Tuto vlastnost vykazují všechna hmotná tělesa i ta nejmenší.
- V okolí každého hmotného tělesa je tzv. gravitační pole.
- Gravitační pole zprostředkovává působení hmotných těles „na dálku“.
- Pro měření velmi malých sil jsou používány torzní váhy.

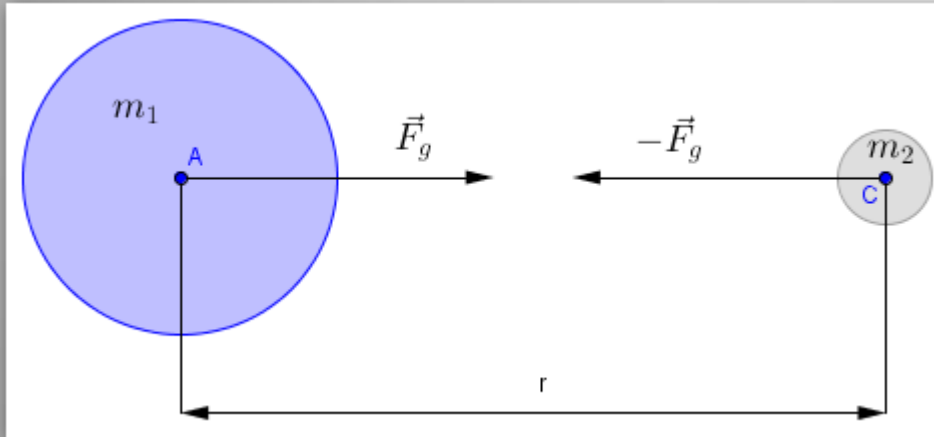
Nejbližší tělesa, jejichž účinek vliv na Zemi můžeme pozorovat, jsou Slunce a Měsíc.

Silové působení Měsíce a Slunce vyvolává mořské slapy – příliv a odliv a slapy v zemské kůře.
Výsledná síla je součtem účinku Měsíce a Slunce.

A - Slunce, Země a Měsíc jsou v řadě, pozorujeme **skočné dmutí**
B - Slunce, Země a Měsíc svírají pravý úhel, pozorujeme **hluché dmutí**



Gravitační zákon



Obr. 3

Dva hmotné body m_1 a m_2 se vzájemně přitahují stejně velikými gravitačními silami $\vec{F}_g = -\vec{F}_g$, opačného směru. Velikost této gravitační síly $\vec{F}_g$ a $-\vec{F}_g$, je přímo úměrná součinu jejich hmotností a nepřímo úměrná druhé mocnině jejich vzdáleností r .

$$\vec{F}_g = \kappa \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} = -\vec{F}_g$$

κ ... *gravitační konstanta*

Experimentálně zjištěná hodnota má hodnotu:

$$\kappa = 6,67 \cdot 10^{-11} kg^{-1} m^3 s^{-2}$$

Dosazením jednotkových hodnot :

$$m_1 = 1kg, m_2 = 1kg, r = 1m$$

Zjistíme, že gravitační konstanta κ je rovna síle, kterou by homogenní těleso o hmotnosti 1 kg přitahovalo 1 m vzdálené těleso o stejné hmotnosti silou $6,67 \cdot 10^{-11} kg^{-1} m^3 s^{-2}$.

Gravitační zákon platí pro dva hmotné body nebo dvě homogenní (stejnorodé) koule. U stejnorodých koulí r vymezuje vzdálenost jejich středů.

Odvození jednotky gravitační konstanty

$$\vec{F}_g = \kappa \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \Rightarrow \kappa = \frac{\vec{F}_g \cdot r^2}{m_1 \cdot m_2}$$

$$[\kappa] = \frac{N \cdot m^2}{kg \cdot kg} = \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$$

$$[\kappa] = \frac{N \cdot m^2}{kg^2} = N \cdot m^2 \cdot kg^{-2} = \frac{kg \cdot m}{s^2} \cdot m^2 \cdot kg^{-2} = \underbrace{kg^{-1} \cdot m^3 \cdot s^{-2}}$$

SI

Gravitační síly působící na Zemi



Obr. 4

Jak velkými silami se navzájem přitahují Slunce ↔ Země a Země ↔ Měsíc ?

$$m_Z = 6 \cdot 10^{24} kg$$

$$m_S = 2 \cdot 10^{30} kg$$

$$r = 150 \cdot 10^6 km = 150 \cdot 10^9 m$$

$$\kappa = 6,67 \cdot 10^{-11} kg^{-1} m^3 s^{-2}$$

$$\vec{F}_g = ? N$$

$$\vec{F}_g = \kappa \cdot \frac{m_Z \cdot m_S}{r^2}$$

$$\vec{F}_g = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{(150 \cdot 10^9)^2} N$$

$$\vec{F}_g = \frac{6,67 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 10^{-11} \cdot 10^{24} \cdot 10^{30}}{22,5 \cdot 10^{21}} N$$

$$\vec{F}_g = \frac{80,04 \cdot 10^{43}}{22,5 \cdot 10^{21}} N$$

$$\vec{F}_g = 3,55 \cdot 10^{22} N \approx 3,6 \cdot 10^{22} N$$

$$m_Z = 6 \cdot 10^{24} kg$$

$$m_M = 7,4 \cdot 10^{22} kg$$

$$r = 3,8 \cdot 10^8 m$$

$$\kappa = 6,67 \cdot 10^{-11} kg^{-1} m^3 s^{-2}$$

$$\vec{F}_g = ? N$$

$$\vec{F}_g = \kappa \cdot \frac{m_Z \cdot m_M}{r^2}$$

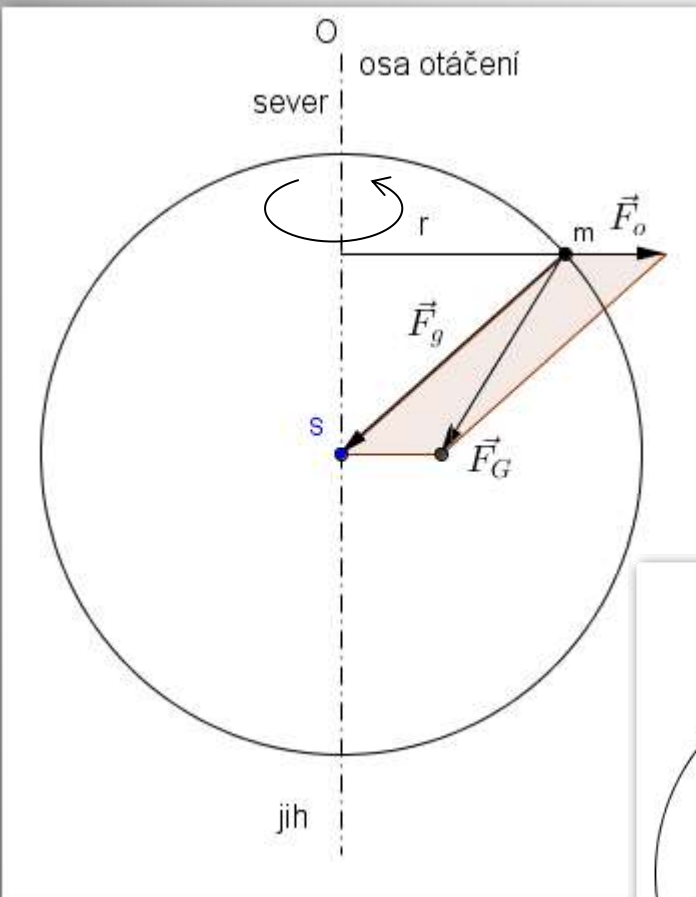
$$\vec{F}_g = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \cdot 7,4 \cdot 10^{22}}{(3,8 \cdot 10^8)^2} N$$

$$\vec{F}_g = \frac{6,67 \cdot 6 \cdot 7,4 \cdot 10^{-11} \cdot 10^{24} \cdot 10^{22}}{14,44 \cdot 10^{16}} N$$

$$\vec{F}_g = \frac{296,12 \cdot 10^{35}}{14,44 \cdot 10^{16}} N$$

$$\vec{F}_g = 2,1 \cdot 10^{20} N \approx 2 \cdot 10^{20} N$$

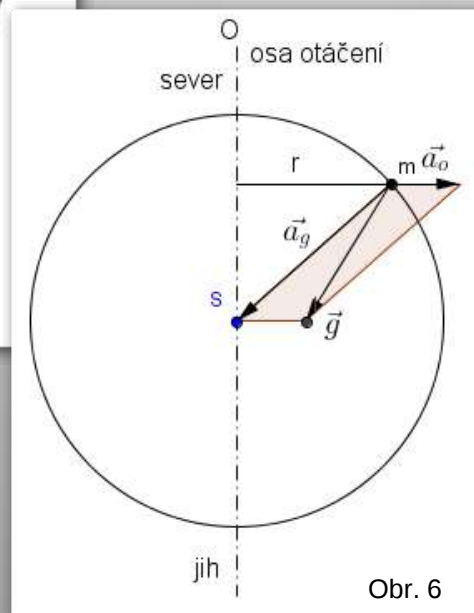
Gravitační, tíhové pole a tíha



Gravitační síla $\vec{F}_g$ uděluje hmotnému bodu **gravitační zrychlení** $\vec{a}_g$.
Rotace země působí na hmotný bod **odstředivou silou** $\vec{F}_o$ a uděluje hmotnému bodu **odstředivé zrychlení** $\vec{a}_o$.

Tíhová síla $\vec{F}_G$, která je výslednicí **gravitační síly** $\vec{F}_g$ a **odstředivé síly** $\vec{F}_o$ nepůsobí na hmotný bod již směrem do středu Země, ale je vlivem odstředivé síly odkloněna. Hmotnému bodu uděluje **tíhové zrychlení** $\vec{g}$.

Tíhové zrychlení $\vec{g}$ získáme také jako výslednicí **gravitačního zrychlení** $\vec{a}_g$ a **odstředivého zrychlení** $\vec{a}_o$.



$$\vec{F}_g = \kappa \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad \vec{F}_g = m \cdot \vec{a}_g$$

$$\vec{a}_g = \frac{\vec{F}_g}{m} \quad \Rightarrow \quad \vec{a}_g = \kappa \frac{m_1}{r^2}$$

$$\vec{F}_G = \vec{F}_g + \vec{F}_o$$

Obr. 5

$$\vec{g} = \vec{a}_g + \vec{a}_o$$

Obr. 6

V souvislosti s gravitační silou mluvíme o gravitačním poli.

V souvislosti s tíhovou silou mluvíme o tíhovém poli.

Tíhová síla $\vec{F}_g$ vzniká působením tíhového pole Země na dané těleso. Tíha tělesa $\vec{G}$ se projevuje jako tlaková síla působící na vodorovnou podložku nebo jako tahová síla napínající závěs a je vyvolána tíhovou silou.

Citace

Obr. 1 WIKIIMAGES. *Země, Modrá Planeta, Glóbus, Měsíc - Volně dostupný obrázek – 11007*[online]. [cit. 27.12.2012]. Dostupný na WWW: <http://pixabay.com/cs/zem%C4%9B-modr%C3%A1-planeta-gl%C3%B3bus-m%C4%9Bs%C3%ADc-11007/>

Obr. 2 MESSERWOLAND. *Soubor:Pływy morskie.svg – Wikipedie* [online]. [cit. 27.12.2012]. Dostupný na WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:P%C5%82ywy_morskie.svg

Obr. 4 OMNIDOOM 999. *File:Sonnensystem Navigationsleiste.png - Wikimedia Commons*[online]. [cit. 27.12.2012]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sonnensystem_Navigationsleiste.png

Obr. 3, 5, 6 Archiv autora.

Literatura

KOLEKTIV KATEDRY FYZIKY VŠZ V PRAZE. *Fyzika*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství n. p., 1964, 521 s. Učební texty vysokých škol: Fakulta mechanizace, 1043-3551.

ŘEŠÁTKO, Miloš, Jaroslav PITNER a Ivo VOLF. *Fyzika pro SOU: A. 1. díl*. Praha: SPN, n. p., 1986, 222 s. Učebnice pro střední školy.

Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2012 [cit. 27.12.2012]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page