

Meno a priezvisko:

Škola:

Škola pre mimoriadne nadané deti a Gymnázium

Školský rok/blok:

Predmet:

Fyzika

Skupina:

Trieda:

Dátum:

Teória

3 Gravitačné pole

Newtonov gravitačný zákon, Gravitačné pole

3.1.1 Formulácia Newtonovho gravitačného zákona

Z každodennej skúsenosti vieme, že všetky telesá sú priťahované k Zemi: neupevnené predmety padajú k Zemi, lopta vykopnutá nahor sa tiež vráti k Zemi, družice obiehajú okolo Zeme, dažďové kvapky padajú,

Príčinou týchto javov je **gravitačná sila Zeme**, ktorá pôsobí na telesá nachádzajúce sa v jej okolí. Toto vzájomné silové pôsobenie telies „na diaľku“ sprostredkuje **gravitačné pole**. Zdrojom gravitačného poľa nie je len Zem, ale všetky hmotné telesá.

Zdrojom gravitačného poľa sú skutočne všetky telesá, a to napriek tomu, že by sme boli gravitačne priťahovaní napríklad k spolužiakovi alebo spolužiačke. Dôvodom, že toto gravitačné priťahovanie v prípade bežných telies vo svojom okolí nepozorujeme, je veľmi malá hmotnosť týchto telies. Preto sú zdrojom veľmi slabého gravitačného poľa.

Ak by sme do priestoru bez akéhokoľvek gravitačného pôsobenia neďaleko seba umiestnili dve hracie kocky z hry „Človeče nehnevaj sa!“, pozorovali by sme, že asi v priebehu jednej minúty by sa k sebe začali priťahovať prostredníctvom gravitácie.

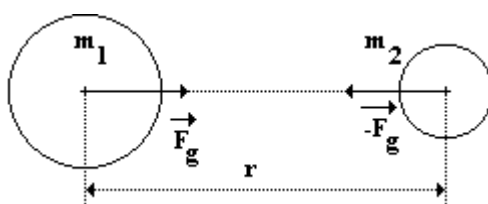
Vlastnosť hmoty, ktorá sa prejavuje práve prostredníctvom gravitačného poľa, sa nazýva **gravitácia**.

Vlastnosti gravitačných síl, ktorými sa každé dve telesá priťahujú, študoval a ako prvý v 17. storočí opísal Isaac Newton. Na základe pozorovania pohybu Mesiaca okolo Zeme a pohybu planét okolo Slnka vyslovil na vtedajšiu dobu revolučnú myšlienku: že príčinou pohybu týchto telies sú gravitačné sily. Svoje poznatky zhrnul do jedného z najvýznamnejších prírodných zákonov – do **Newtonovho gravitačného zákona**:

Každé dve telesá (resp. častice, resp. hmotné body) **sa vzájomne priťahujú rovnako veľkými gravitačnými silami opačného smeru**. **Veľkosť gravitačnej sily $\vec{F}_g$ pre dve rovnorodé telesá tvaru gule je priamo úmerná súčinu ich hmotností m_1 a m_2 a nepriamo úmerná druhej mocnine vzdialenosti r ich stredov**. Platí vzťah:

$$|\vec{F}_g| = F_g = \kappa \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

kde konštantou úmernosti je (univerzálna) gravitačná konštanta $\kappa = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ (presnejšia hodnota a v SI jednotkách: $\kappa = 6,67384 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$, zvykne sa označovať aj ako G).



Gravitačná sila leží na spojnici stredov oboch telies.

Gravitačnou silou sú vzájomne priťahované každé dve telesá, napríklad padajúci kameň je priťahovaný k Zemi rovnako veľkou silou (ale opačne orientovanou) ako je priťahovaná Zem ku kameňu. Vzhľadom k výrazne rozdielnej hmotnosti Zeme a kameňa, udeľuje rovnako veľká sila pôsobiaca na Zem aj na kameň obom telesám rôzne zrýchlenia (podľa druhého Newtonovho zákona). Preto je tvrdenie, že „kameň padá k Zemi“ správne, a to aj napriek tomu, že v skutočnosti sa pohybujú obe telesá oproti sebe. Za dobu, počas ktorej dopadne kameň na Zem, sa Zem pohne veľmi nepatrne.

Uvedený vzťah je možné použiť aj pre nerovnorodé telesá iných ako guľových tvarov za predpokladu, že **ich rozmery sú zanedbateľne malé** pri porovnaní s ich vzájomnou vzdialenosťou, t.j. pokiaľ môžeme telesá považovať za hmotné body (napríklad dvojica Zem-Mesiak, Zem-kozmodická loď, ...).

Pozorovania a experimenty potvrdzujú, že hmotné objekty pôsobia na seba príťažlivými silami. Tento druh interakcie, ktorej sa zúčastňujú všetky hmotné objekty, sa nazýva **gravitačná interakcia**. Vlastnosť hmotných objektov vstupovať do gravitačnej interakcie sa nazýva **gravitácia**.

Mierou gravitačných vlastností hmotných objektov je **hmotnosť**.

Všeobecný gravitačný zákon v uvedenom tvare platí presne aj pre dve homogénne gule, kde r je vzdialenosť ich stredov. Pre telesá iných tvarov sa veľkosť gravitačnej sily počíta zložitejším postupom.

Príklad:

Dva hmotné body, každý s hmotnosťou m , pôsobia na seba vo vzdialenosti r silou veľkosti F . Akou silou F' budú na seba pôsobiť hmotné body s hmotnosťami $3m$ a $4m$ vo vzdialenosti $2r$?

Riešenie:

Pre hmotné body s hmotnosťou m platí: $\kappa \frac{m_1 m_2}{r^2} = \kappa \frac{m^2}{r^2} = F$. Potom platí:

$$F' = \kappa \frac{3m \cdot 4m}{(2r)^2} = 3 \cdot \kappa \frac{m^2}{r^2} = 3F.$$

Hmotné body na seba pôsobia silou $3F$.

3.1.2 Gravitačné pole

Po objavení všeobecného gravitačného zákona sa fyzici začali zamýšľať nad mechanizmom pôsobenia gravitačných síl. Vznikli dve hypotézy:

- hypotéza pôsobenia na diaľku, podľa ktorej hmotné objekty pôsobia na seba gravitačnými silami okamžite bez akéhokoľvek sprostredkovateľa,
- hypotéza pôsobenia poľa, podľa ktorej sa gravitačná interakcia uskutočňuje prostredníctvom poľa.

Podľa súčasnej fyziky každé teleso vytvára vo svojom okolí gravitačné pole. Gravitačné pole je forma hmoty, ktorej základným prejavom je silové pôsobenie na všetky hmotné objekty v ňom sa nachádzajúce. teda gravitačná interakcia sa uskutočňuje prostredníctvom gravitačného poľa. Je to ďalekodosahová interakcia, t.j. jej pôsobenie siaha teoreticky do nekonečna.

Ukazuje sa, že fyzikálne polia nemajú spojitú štruktúru, ale sú tvorené časticami. Častice gravitačného poľa, hoci zatiaľ neboli pozorované, dostali názov gravitóny.