

Newtonov zakon gravitacije

Newtonov zakon gravitacije je prirodni zakon koji opisuje pojavu općeg privlačenja među svim tijelima u svemiru. Smatra se "najveličanstvenijim otkrićem koje je ikad učinio ljudski um": ista ona sila, koja privlači poslovičnu Newtonovu jabuku tlu, održava Mjesec u njegovoj putanji oko Zemlje i planete u njihovim putanjama oko Sunca (a danas je jasno da se to privlačenje prostire i dalje, u međuzvezdana i međugalaktička prostranstva).

Pretpostavljajući važenje prvih dvaju Keplerovih zakona, Newton u Principia pokazuje da iz njih slijedi da dva tijela djeluju jedno na drugo silom koja je proporcionalna umnošku njihovih masa, a obrnuto proporcionalna kvadratu njihove međusobne udaljenosti:

$$F = G \frac{Mm}{R^2} \text{ (Važna formula)}$$

gdje je $G = (6,67 \cdot 10^{-12} \text{ m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s}^2))$ tzv. univerzalna gravitacijska konstanta čija je vrijednost eksperimentalno utvrđena (Cavendish je pokus kojim je odredio gravitacijsku konstantu nazvao "vaganjem Zemlje").

Gravitacijska je sila razmjerno slaba (omjer električnog odbijanja i gravitacijskog privlačenja dvaju elektrona je $4,17 \cdot 10^{42}$) -- težina je tijela zamjetna zato što je masa Zemlje velika. Težina tijela mase m na površini Zemlje bit će $T = G \frac{Mm}{R^2}$, gdje je M masa Zemlje, a R njen "polumjer"; kako Zemlja nije kugla nego, približno, vanjski rotacijski elipsoid (tzv. geoid), R , a time i T , ovise o položaju na njenoj površini. Iz $T = mg$ slijedi da je gravitacijsko ubrzanje $g = Gm/R^2$; njegova vrijednost varira od $g = 9,781 \text{ m/s}^2$ na ekvatoru do $g = 9,833 \text{ m/s}^2$ na polovima.

Lekcija 2

Kozmičke brzine

Kozmička brzina je brzina koju treba postići fizikalno tijelo (na primjer prirodni ili umjetni satelit) kako bi se i bez dodatne sile potiska nastavilo kretati kružnom stazom oko nekoga nebeskog tijela (prva kozmička brzina), oslobodilo njegova gravitacijskoga polja i počelo udaljavati paraboličnom stazom (druga kozmička brzina), odnosno oslobodilo gravitacijskog utjecaja Sunca (treća kozmička brzina). Centrifugalna sila tijela koje je postiglo prvu kozmičku brzinu izjednačava se s privlačnom silom planeta. Ako zbog nekog razloga, na primjer zbog sudara s česticama prašine ili plinova iz atmosfere, ne dođe do postupnog opadanja brzine, tijelo se zauvijek kreće po prvobitnoj kružnoj stazi.

Prva kozmička brzina ili brzina kruženja v_k ovisi o gravitacijskoj konstanti nebeskoga tijela G , njegovoj masi M i o polumjeru kružne staze r :

$$v_k = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$$

Druga kozmička brzina naziva se i brzinom oslobađanja, a iznosi:

$$v_o = v_k \cdot \sqrt{2}$$

što je na površini Zemlje 11,15 km/s. Tom se brzinom, na primjer, moraju lansirati svemirske letjelice (međuplanetarne sonde) na putu od Zemlje k Mjesecu i planetima Sunčeva sustava.

Treća kozmička brzina za svemirsku letjelicu lansiranu sa Zemlje da bi se oslobodila gravitacijskog utjecaja Sunca iznosi 16,7 km/s.