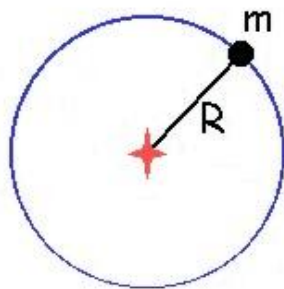


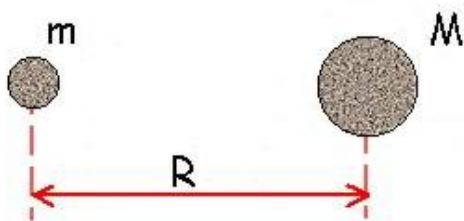
Ülemaailmne gravitatsiooniseadus. Gravitatsioonikonstant.

Juba 16. sajandil oli mehaanika põhiülesanne taevakehade jaoks lahendatud. Juba siis osati määrata üsna suure täpsusega taevakehade asukohta ruumis. Töötades olemasolevate avastustega leidis J. Kepler, et planeedid liiguvad ringikujulistel orbiitidel ja üks Kepleri seadustest kõlab: Planeedi tiirlemisraadiuse kuubi suhe tiirlemisperioodi ruutu on konstantne suurus ja sama kõikide Päikesesüsteemi planeetide jaoks $\frac{R^3}{T^2} = k$. Avaldise võib kirjutada järgmiselt $\frac{1}{T^2} = \frac{k}{R^3}$, kus k on võrdetegur.



Joonis 1

Planeetide liikumise täpse põhjenduse andis Newton. Teades, et planeedid liiguvad mööda ringjoonekujulisi orbiite, saab väita, et mistahes planeedi kesktõmbekiirendus on võrdne $a = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$. Tehes asenduse $\frac{1}{T^2} = \frac{k}{R^3}$, saame, et kesktõmbekiirendus on pöördvõrdeline kauguse ruuduga $a = \frac{4\pi^2 R k}{R^3} = \frac{4\pi^2 k}{R^2}$. Vastavalt Newtoni teisele seadusele on jõud võrdne massi ja kiirenduse korrutisega $F=ma$, siit saab teha järelduse, et jõud on pöördvõrdeline kauguse ruuduga $F \sim \frac{1}{R^2}$.

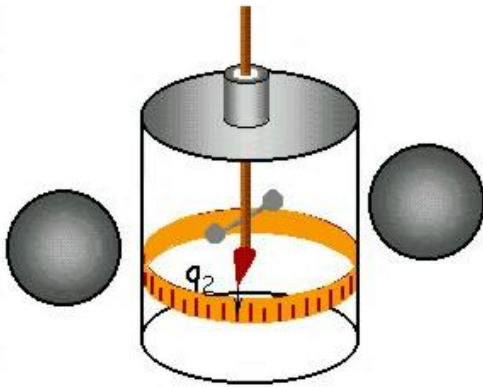


Joonis 2

Vabalangemise kiirendus on antud kohas ühesugune mistahes massiga kehale, s.t. vabalangemise kiirendus ei ole massi funktsioon. Sellel on üks võimalik selgitus, jõud, millega Maa tõmbab enda poole mis tahes keha on võrdeline selle keha massiga. Seega kui keha massi suurendada kaks korda, suureneb ka jõud kaks korda, kiirendus, mis on võrdne jõu ja massi suhtega jääb aga muutumatuks. Kaks teineteisest kaugusel R asuvat keha tõmbuvad teineteise poole jõuga F mis on võrdeline kehade massidega ja pöördvõrdeline kehade

vahelise kauguse ruuduga $F \sim \frac{Mm}{R^2}$. See ongi ülemaailmne gravitatsiooniseadus. Võrdeteguri tähistame tähega γ ja seda nimetatakse gravitatsioonikonstandiks $F = \gamma \frac{Mm}{R^2}$.

Kasutades ülemaailmset gravitatsiooniseadust saame tuletada vabalangemise kiirenduse väärtuse. Gravitatsioonijõud on jõud, millega keha tõmbub Maa poole. Jõud millega keha tõmbub Maa poole on arvutatav seosega $F=mg$. Teiselt poolt on seesama jõud arvutatav seosega $F = \gamma \frac{Mm}{R^2}$. Kui võrdsustada võrduste paremad pooled ja jagada läbi mõlemalt poolt massiga m , saame, $g = \gamma \frac{M}{R^2}$, kus mass M on planeedi mass. Nüüd on ka matemaatiliselt näha, et vabalt langeva keha kiirendus ei sõltu kaha massist. Vabalangemise kiirendus sõltub planeedi massist ja raadiusest, mille pinna lähedal me vaba langemise kiirendust leida tahame.

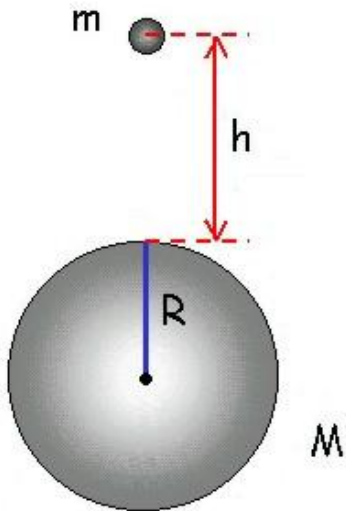


Joonis 3

Nüüd tuleks leida gravitatsioonikonstandi väärtus. Selleks, et määrata gravitatsioonikonstandi väärtus võime korrata Englise füüsiku Cavendish'e poolt korraldatud katset. Katseseadme kujutis on joonisel (vt. joon. 3). Kaks ühesugust väikest tsingist kuulikest on kinnitatud umbes kahe millimeetri pikkuse varda otsesse, varras kuulikestega on riputatud vasktraadi abil. Seadme külgedele paigutatakse kahekümne sentimeetrise läbimõõduga tsingist kuulid. Kang väikeste kuulikestega pöörduv vastasmõju tõttu suuremate kuulidega mingisuguse nurga võrra. Seega saab kuulide vahel mõjuv gravitatsioonijõud võrdseks traadi elastsusjõuga. Cavendish korraldas seda katset suuremate ja väiksemate kuulidega ning erinevate kaugustega. Katsetest saadud tulemuste abil oli võimalik leida gravitatsioonikonstandi väärtus. Gravitatsioonikonstandi mõõde on $\left[\frac{Nm^2}{kg^2} \right]$ ja arväärtus $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \left[\frac{Nm^2}{kg^2} \right]$. Just sellise jõuga mõjutavad teineteist ühe meetri kaugusel kaks keha massidega üks kilogramm.

Kasutades ülemaailmse gravitatsiooniseaduse valemit, saab leida vabalangemise kiirenduse kõrgusel h planeedi pinnast. Olgu meil mingi keha kõrgusel h planeedi pinnast, raskusjõud, mis mõjub sellele kehale avaldub seosega $F=mg^*$, märgistus "*" tähendab seda, et tegemist

on vabalangemise kiirendusega antud punktis. Teiselt poolt saab sellesama jõu avaldada kui planeedi ja keha vahelise gravitatsioonijõu $F = \gamma \frac{Mm}{(R+h)^2}$, kus h on keha kõrgus planeedi pinnast. Kui võrdsustada vasakud pooled ja jagada läbi suurusega m , saame $g = \gamma \frac{M}{(R+h)^2}$. Sellest seosest jäeldub, et mida kõrgemale planeedi pinna kohale, seda väiksem on vabalangemise kiirendus.



Joonis 4