



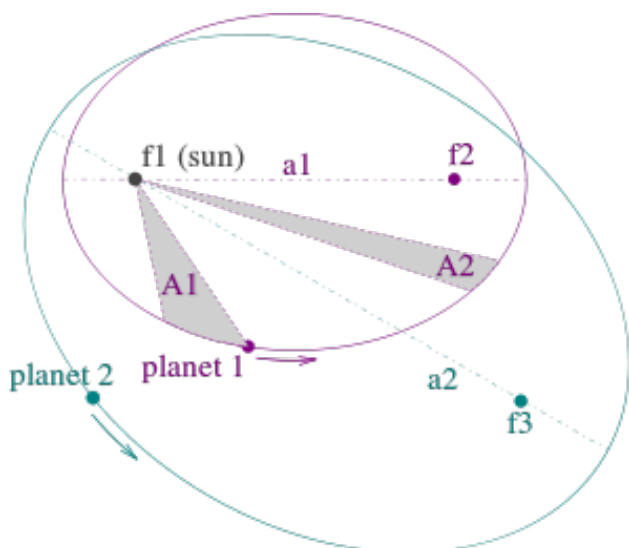
Keplerjevi zakoni in Newtonov gravitacijski zakon

II. del: Newtonovi zakoni

V prejšnjem Mesečniku smo si ogledali, kako je Kepler odkril zakone gibanja planetov. Tako je končno postalo jasno, kako se gibljejo planeti, vendar pa ni bilo jasno, zakaj se gibljejo tako. Na to vprašanje je odgovoril eden največjih fizikov vseh časov – Isaac Newton.

Newton, ki se je rodil dobro desetletje po Keplerjevi smrti, je opredelil pojem sile. Leta 1687 je svoje ugotovitve strnil v treh zakonih.

- 1. Zakon gibanja.** Telo vztraja v stanju mirovanja ali enakomernega gibanja, če nanj ne deluje nobena sila.
- 2. Zakon vztrajnosti.** Če na telo deluje nespremenljiva sila se giblje enakomerno pospešeno. Zveza med silo F , pospeškom a in maso telesa m je izražena v obliki enačbe $F = ma$.
- 3. Zakon akcije in reakcije.** Če eno telo deluje na drugo z določeno silo, potem tudi drugo telo deluje na prvo z enako silo.



Združimo ugotovitve Keplerja o gibanju planetov z Newtonovimi zakoni. Vzemimo, da kroži planet okoli zvezde v razdalji R . Dolžina poti enega obhoda je enaka $l = 2\pi R$. Hitrost kroženja je potemtakem enaka $v = l/T = 2\pi R/T$, kjer je T obhodni čas kroženja.

$$\frac{R^3}{T^2} = \frac{1}{k}, \rightarrow Rv^2 = \frac{4\pi^2}{k}, \rightarrow \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2}{k} \frac{1}{R^2}$$

Telo kroži, če deluje nanj po velikosti nespremenljiva sila, ki je usmerjena proti središču kroženja, sredotežna sila. Pri kroženju planetov je ta privlačna sila zvezde. Njen pospešek je $a = v^2/R$. Če je masa planeta m , je ta sila po Newtonovem zakonu enaka

$$F = ma = m \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2}{k} \frac{m}{R^2}.$$

Zaradi zakona o akciji in reakciji mora nastopati v enačbi simetrično tudi masa zvezde, okoli katere kroži planet. Združimo konstante v eno samo konstanto G , ki jo bomo imenovali gravitacijska konstanta, označimo maso zvezde z M upoštevamo, da morata obe masi m in M v enačbi nastopati simetrično in dobimo sloviti Newtonov zakon gravitacije,

$$F = G \frac{mM}{R^2}.$$

Hitrost gibanja planeta okoli zvezde z maso M na razdalji R izračunamo iz enačbe:

$$\frac{v^2}{R} = \frac{GM}{R^2}, \rightarrow v^2 = \frac{GM}{R}$$

Zemlja kroži okoli Sonca s hitrostjo 30 m/s.

Newton ni opredelil pojma energije. Na to je bilo potrebno počakati še nadaljnjega pol stoletja. Leta 1749 je izšel francoski prevod Newtonovega dela *Principia Mathematica*, ki ga je pripravila Èmily do Châtelet. Èmily se je v svoji znanstveni karieri med drugim ukvarjala tudi s pojmom energije. Naredila je pomemben korak pri opredelitvi tega pojma.

V A B I L O

Vabimo vas na mesečni sestanek, ki bo v torek 18. 06. 2013 ob 18^h v predavalnici F4 Fakultete za matematiko in fiziko, Jadranska 19, v Ljubljani.

Tema predavanja še ni znana. Predavatelja, naslov in vsebino bomo objavili na domači strani društva (<http://www.adj.si/>).

Vabljeni!

Bernard, bernard.zenko@ijs.si

Knjigo je opremila s pripombami, s katerimi je v Newtonovo mehaniko uvedla pojem energije. Zapisala je, da je kinetična energija telesa z maso m in hitrostjo v enaka $E_k = mv^2/2$.

Delo je premagovanje sile na določeni poti, $A = Fs$. Za opravljanje dela, potrebujemo energijo. Če želimo premagati težnostno silo zvezde z maso M in izvleči telo z maso m , ki se nahaja v razdalji R , moramo premagati privlačno silo zvezde na poti od R do neskončnosti; pri tem opravimo delo, za to pa potrebujemo energijo. Delo bomo opravili tako, da dodelimo telesu ustrezno kinetično energijo. Delo A pri premagovanju privlačne sile zvezde izračunamo takole:

$$A = \int_R^\infty \frac{GMm}{r^2} dr = \frac{GMm}{R} = \frac{mv^2}{2}.$$

Telo bo premagalo silo težnosti, če je njegova hitrost enaka $v = \sqrt{2GM/R}$.

Predstavljajmo si zvezdo, katere snov bi bila tako zgoščena, da bi telo lahko ubežalo iz površine zvezde v neskončnost le, če bi bila njegova začetna hitrost enaka svetlobni. Če je masa zvezde enaka M , bi moral biti njen polmer enak $R_s = 2GM/c^2$, kjer je c hitrost svetlobe. Kot se bo izkazalo v nadaljevanju, iz površine take zvezde ne bi mogel ulti niti svetlobni žarek. Prva, ki sta pomislila na to, sta bila John Michell in Pierre-Simon Laplace, ki sta živela v 18. stoletju.

Borut Jurčič Zlobec

Efemeride julij 2013

(Efemeride si lahko ogledate tudi v reviji Življenje in tehnika.)

datum	Sonce		Luna		čas
	vzhod	zahod	vzhod	zahod	
01.07.	05:15	20:57	00:50	14:42	CEST
05.07.	05:17	20:55	03:08	18:33	CEST
10.07.	05:21	20:53	07:36	21:42	CEST
15.07.	05:26	20:50	12:53	23:57	CEST
20.07.	05:31	20:45	18:31	02:53	CEST
25.07.	05:36	20:40	21:55	09:00	CEST
30.07.	05:42	20:34	--	14:35	CEST

Planeti:

- ★ **Merkur** je viden proti koncu meseca na jutranjem nebu, ko v ozvezdju Dvojčkov vzhaja dobro uro pred Soncem.
- ★ **Venera** je julija Večernica; sprva zahaja okoli pol enajstih, konec meseca pa že pred deseto. Sredi meseca se iz ozvezdja Raka preseli v ozvezdje Leva.
- ★ **Mars** je viden zjutraj, ko vzhaja okoli štirih zjutraj. Sredi meseca se iz ozvezdja Bika preseli v ozvezdje Dvojčkov.
- ★ **Jupiter** sprva vzhaja le pol ure pred Soncem, nato pa je na nebu vse bolj zgodaj in konec meseca vziđe kmalu po tretji uri. Giblje se v ozvezdju Dvojčkov.
- ★ **Saturn** je v ozvezdju Device sprva na nebu do dveh zjutraj, potem pa zahaja vse bolj zgodaj in konec meseca zaide že pred polnočjo.
- ★ **Uran** v začetku meseca vzhaja nekaj pred eno, nato pa vse bolj zgodaj in je konec meseca na nebu že pred enajsto. Nahaja se v ozvezdju Rib.

Urška Pajer

Javorniški Mesečnik izdaja Astronomsko društvo Javornik, Ljubljana / ISSN 1581-1379 / urednik Aram Karalič / izhaja v prvi polovici meseca / prejemajo ga brezplačno vsi člani Astronomskega društva Javornik / prispevke pošljite na naslov jam@adj.si / **ROK ZA ODDAJO PRISPEVKOV JE 7. DAN V MESECU** / prispevkov praviloma ne lektoriramo / stavljeno v L^AT_EXu