

## *Sir Isaac Newton, Jabuka i Mjesec - tajna Svemira je otključana*



**Luda:** *Kralju moj, ima jedan zgodan razlog zašto Mjesec ne padne na Zemlju.*

**Kralj:** *(zijeve) Valjda zato što još nije zreo poput jabuke.*

**Luda:** *Tako je, bome; bio bi ti dobra luda.*

**Kralj:** *Hajde, ludo, odlazi, vrijeme je za počinak (zijeve).....zzzzzz*

**Luda:** *(pleše i skakuće) He, he ...moj pospani Kralj propustit će zanimljivu noć (okreće se publici). A znate li što su propustili Galilei i Kepler? Galileo Galilei i Johannes Kepler bili su najistaknutiji fizičari svoga doba. Ove za vas značajne 2005. godine, Galilei bi bio prastari otac znanosti s navršenom 441 godinom, dok bi Kepler imao «samo» 434 ljeta. Hm, jesam li nešto pobrkao? Koliko onda ja imam godina?*

*No, nisu godine važne, nego besmrtna otkrića...Galileijev zakon tromosti i Keplerove eliptične staze planeta.*

*Ali unatoč veličini njihove pameti, obojica su propustili otkriti gravitacijsku tajnu Svemira. Ipak, njih su dvojica priredili «teren» nadolazećem Isaacu Newtonu. I to dobar i prilično ravan teren.*

### ***A zašto to Isaac Newton nije propustio?***

*Zato što Galilejevo i Keplerovo doba još nije bilo sasvim zrelo za otkriće velike tajne Svemira. Otkrivši zakon sveopće gravitacije, Newton je konačno i jednom zauvijek ujedinio nebeske i zemaljske zakone. Doduše, Newton je imao veliku prednost, poznao je Newtonove zakone! Ha, sva tri!*

*Bio je mistik. Nakon otkrića zakona gravitacije osjećao je blizinu Boga. Napisao je: "Hvala Ti što mislim Tvoje misli nakon Tebe!" Zamislite, biti prvi koji misli Njegove misli! (prstom gore) Bio je apsolutni genije i skroman čovjek, a to je, morate priznati dragi moji, svakako dobitna kombinacija.*

*Zamislimo razgovor trojice velikih znanstvenika koji se, doduše, nikada nije ostvario, ali da jest, imao bi neke elemente znanstvenog trilera. Čitajući o njihovim djelima, zapravo uvijek na neki način i razgovaramo s ljudima iz prošlosti. Nije li tako? Hm, hm.*

***Zanima li vas kako je Newton otkrio univerzalnu gravitaciju?*** (Povlači se, ulaze Galilei i Kepler.)

***Kepler:*** *Moram priznati da mi se čini kao da je prošlo 1000 godina od našeg posljednjeg susreta kada smo raspravljali o sustavima svijeta, ali je zapravo prošlo samo 360. Još se uvijek nadam, dragi moj Galileo, da ćeš konačno, i jednom zauvijek, prihvatiti moje eliptične staze planeta. To ne mogu biti kružnice, a i ti sam znaš kako je pedantno Tycho Brahe mjerio staze planeta. Platonov je program srušen. Uostalom, ti si prvi izvodio pokuse i mjerio! Pitao si Prirodu i priznao samo ono što ti je Priroda putem pokusa odgovarala. Zato si i nazvan prvim fizičarom, zar si zaboravio?*

*Galilei: Hoćeš reći da primjenjujem dvostruko mjerilo? Hm, ali ja i dalje ne mogu vjerovati da bi Priroda to dopustila. Uznemiruje me i sama pomisao da planeti ne prate savršene nebeske kružne staze.*

*Kepler: A ja ne mogu vjerovati da to govori veliki Galileo Galilei. Napokon, kružnice su samo poseban slučaj elipsa kada se dva žarišta podudaraju. Kružnica nije drugo nego elipsa!*

*Galilei: To je stara priča Kepleru. No, nisi li i ti osuđen da ne vjeruješ u moj zakon tromosti? Zašto ga nisi primijenio na planetarne staze? Nije li tako bilo? Priznaj.*

*Kepler: Istina je. Nažalost, nisam vjerovao da zakon tromosti kojega si tako lijepo objasnio za zemaljska tijela, vrijedi i za planete. Ja sam čak i pokušavao naći silu koja bi, kao neki nevidljivi anđeli, gurala planete duž njihova puta oko Sunca. Ali nisam shvatio da ih ona tako ne može skretati prema Suncu.*

*Istini za volju, više me je zanimalo kako se planeti gibaju nego zašto se tako gibaju. Ako je dragi Bog želio da se tako gibaju, tada mi nije trebalo bolje objašnjenje. Ali danas znam, On nam je dao da i dublje istražujemo. I spoznajemo koliko god možemo.*

*Ali gdje je Newton, čudi me da kasni. Baš bih želio iz prve ruke čuti kako je on sve to razriješio.*

*Galilei: Da, kasni. Kao i onda, prije 360 godina. Rodio se kad sam ja umro, a nedugo nakon što si i ti napustio onaj svijet. Da nije rođen sa zakašnjenjem, tko zna bi li se njegovi zakoni zvali Newtonovim zakonima.*

*Hoću reći, njega nitko nije proganjao, a da nije bilo naših radova Kepleru, ne znam kako bi on sve to napravio. Vidiš, ja sam ga naučio pokusu. Dao sam mu i svoj zakon tromosti kojeg on, zamisli, naziva svojim Prvim zakonom. Uostalom, čovjek je imao i podosta sreće, ne misliš li tako?*

**Luda** (šapće): *Newton ulazi u raspravu.*

**Newton:** *Neobično se radujem što vas konačno imam čast izravno upoznati. Slušao sam vaš razgovor i pustio da napravite zaplet. Evo stižem da vam pružim rasplet, iz prve ruke!*

**Kepler:** *Ooo, stiže nam engleski džentlmen. Sir Newton, slušamo te, kako je to bilo?*

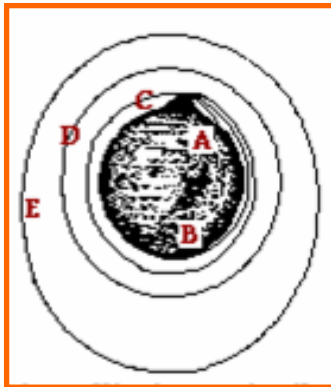
**Newton:** *Evo kako je bilo. Sjedio sam ispod drveta na seoskom imanju moje majke i kroz krošnje promatrao Mjesec. U jednom trenutku na moju glavu padne zrela jabuka...*

**Galilei:** *Ma kakva zrela jabuka Newton, pa ti si izmislio tu priču za malu djecu. Ta se otad priča po svim učionicama diljem svijeta. Zar ti je toliko stalo do slave?*

**Newton:** *Ali doista se tako zbilo. Dobro, ne sjećam se je li mi baš pala na glavu, ali je pala, i to mi je dalo poticaj. Udarac jabuke razbistrio mi je um. U trenu mi je prostrujala misao: Mjesec pada kao jabuka!*

**Galilei:** *Hm, Mjesec pada kao jabuka?! Svašta! Koliko ja znam Mjesec se ne približava Zemlji, pa kako onda može padati kao jabuka?*

**Newton:** Da, da, ali dopustite da vam objasnim. Znajući da se Mjesec kružno giba

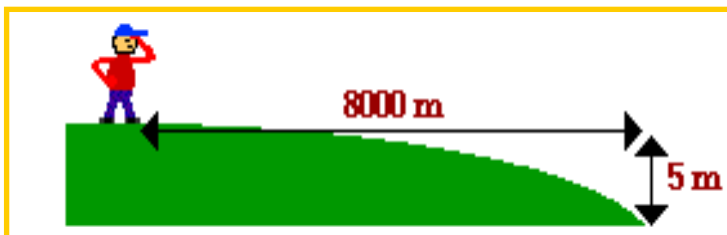


oko Zemlje, zamislio sam projektil kojeg izbacujem sve brže i brže u horizontalnom smjeru. Prvo sam uzeo kamen i ispustio ga kao što je jabuka pala. U podnožje. A onda sam ga bacao sve dalje... i dalje... i dalje. Pogledajte moj izvorni crtež.

Tada sam pomislio, kada ne bilo otpora zraka i kada bih mogao jabuku ili kamen, svejedno, baciti tolikom brzinom da može pratiti Zemljinu zakrivljenost, ona bi u tom slučaju padala i padala, ali nikada više ne bi dotaknula tlo!

**Kepler:** Ovo je zanimljivo. Nastavi, što je bilo dalje, Newton? Muči me znatiželja.

**Newton:** Vi znate da je Zakrivljenost Zemlje točno takva da se njezino tlo spusti za 5m na svakih 7900m od horizontalne linije našeg pogleda (pokazuje



štapom na sliku). Galileo nam je lijepo pokazao da svako tijelo u jednoj sekundi propadne 5m po dubini kako

god ga brzo horizontalno bacili. Ali, ako ga izbacimo s neke uzvisine tako brzo da prevali 7900m za sekundu, tijelo više ne može pasti, jer vječno prati zakrivljenost tla. Danas to zovu prvom kozmičkom brzinom. A zašto tijela padaju? Zato jer ih privlači sila teža.

Isto čini i Mjesec, samo što na većoj udaljenosti od Zemlje Mjesec Zemlju obilazi po većoj kružnici.

**Kepler:** To znači, kada bismo Mjesec spustili na Zemlju, i kad bismo mu zadali tu istu horizontalnu brzinu od 7900m/s, on bi opet bio satelit, ali puno brži nego što je sada. Pa to je sjajno, znači da gibanje Mjeseca ne bi bilo drukčije od gibanja jabuke, kamena ili nekog drugog projektila!

**Newton:** Upravo tako, bome imaš mašte Kepleru. Mjesec bi tom brzinom obilazio Zemlju svake 84 minute, a ne svakih mjesec dana.

**Galilei:** Dobro, jasno mi je zašto tijela te brzine ne mogu pasti na tlo. Padaju, padaju... ali ne padnu. Mogli bismo to nazvati vječnim kružnim padanjem. Ali zašto bi sva tijela, i teška i lagana, jednakom brzinom padala uokolo Zemlje?

**Newton:** Ali nisi li upravo ti, Galileo, izvodio pokuse ispuštajući različita tijela, i teška i lagana, s kosog tornja u Pisi? I sva su jednako padala, s jednakim ubrzanjem  $g$ .

**Galilei:** Da, ali kakve veze ima s tim Mjesec, kad je to nebesko tijelo bez težine? Nebeska tijela su sasvim različita od onozemaljskih, na njih sila teža ne može djelovati. Zato Mjesec i ne može pasti. Jabuka i Mjesec, to se ne može uspoređivati dragi moj Newton!

**Newton:** O da, ipak može! Prema Koperniku, čije smo učenje svi prihvatili, Zemlja je samo još jedno nebesko tijelo kao što su to Venera, Mars ili pak Mjesec. Zašto onda Zemlja ne bi mogla privlačiti Mjesec kao što privlači jabuku?

**Galilei:** Uvjerljivo zboriš, ali Mjesec nije blizu Zemlje, on je gore na udaljenosti oko 60 Zemljinih polumjera, kako je još stari Aristarh izmjerio. Zašto bi sila teža

koja nas sve prigiba Zemlji djelovala i u dalekom svemiru, tamo gdje su Mjesec i planeti?

**Newton:** Ali ima li što prirodnije nego pretpostaviti da je to ista ona sila zbog koje i jabuka s drveta pada na tlo?

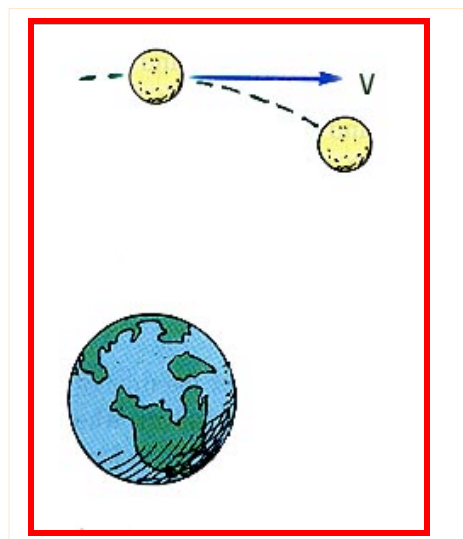
Samo što na većoj udaljenosti sila teža slabije privlači. Ali iako je sve manja i manja, ona se proteže cijelim Svemiru. To sam ja nazvao univerzalnom gravitacijom.

**Kepler:** Pa da, zaista, kada bi Zemlja bila beskrajna ravna ploča, tada sila teža ne bi slabila s visinom jer, s ma koje visine gledali, uvijek bismo Zemlju vidjeli kao beskrajnu ravninu. Ali Zemlja je oblika kugle i udaljavanjem od nje vidjeli bismo je sve manjom i manjom. Njezino privlačenje moralo bi zbog toga biti sve slabije. Zato Mjesec koji je daleko od Zemlje ne mora tako brzo kružno padati kao satelit blizu Zemlje!

**Newton:** Tako je Kepleru!

**Galilei:** Može biti da je tako.

**Kepler:** Ooo, da. Sada mi je jasno zašto Mjesec u takvom gibanju ne može pasti



na Zemlju. Uopće nije potrebno zamišljati da je on pričvršćen za nevidljivu sferu koja se zajedno s njim okreće! To nije potrebno ni planetima. I oni se održavaju na svojim stazama zbog tromosti. Newton, prema tvom prvom zakonu, planeti jednom pokrenuti, zbog tromosti ne mogu se više zaustaviti. Istodobno ih privlačenje koje

*dolazi iz Sunca zakreće s pravocrtne staze. Sunce i tromost upravljaju gibanjem planeta!*

*Newton, sada mi je sve jasno! Zakoni na Nebu jednaki su onima na Zemlji. Ti si prvi shvatio da su Nebo i Zemlja jedno!*

**Newton:** *Kepleru, shvatio si bit svega!*

**Galilei:** *Što si rekao Kepleru?! Prema Newtonovom prvom zakonu? Kako se usuđuješ? Pa to je moj zakon tromosti!*

**Newton:** *Da, ali ti si Galileo mislio da zakon tromosti vrijedi samo za horizontalne podloge, a ja sam ga generalizirao za sva moguća gibanja. Moj je put da nastojim sve obuhvatiti, svaki zakon mora vrijediti univerzalno, inače nije zakon!*

**Galilei:** *Da ... mogao sam i ja zamišljati bacanje tijela u horizontalnom smjeru velikom brzinom. Ali ... nisam zamišljao bacanje Mjeseca s kosog tornja! I kao vrhunac svemu, zamisliti toranj visok 60 Zemljinih polumjera i odande bacati Mjesec u kružno gibanje kakvo on u stvarnosti i izvodi! Zaista skidam kapu dragi Isaac, moram priznati, to je fantastična generalizacija!*

**Newton:** *Hvala ti Galileo na priznanju. Konačno si dozvolio da i netko drugi osim tebe može biti u pravu.*

**Galileo:** *No, moram primijetiti, ako je točno da se baš sva tijela međusobno privlače, zašto se onda ti i ja ne privučemo, jer i mi smo tijela u fizikalnom smislu riječi?*



**Newton:** To je zato što je gravitacija vrlo slaba sila. Da bismo primijetili tu silu, barem jedno od dva tijela mora imati ogromnu masu, kao npr. Zemlja. Zemlja tebe i mene očito privlači, ali dva tijela relativno malenih masa zbog sile trenja ne mogu se približiti. Ili, trebali bismo satima čekati da se dvije jabuke udaljene 1m negdje daleko u Svemiru međusobno spoje.

Po tom istom zakonu Sunce privlači planete. Naravno i planeti privlače Sunce, samo što Sunce ima preveliku masu da bi se pomaknulo sa svoga mjesta. Zato se svi planeti gibaju oko Sunca, a ne oko Zemlje, baš kako je Kopernik ispravno tvrdio. Gravitacija je usmjerena ravno prema Suncu i ona je s takvim smjerom uzrok skretanju planeta. Ta sila je uzrok i eliptičnim i kružnim stazama. Za kružne staze to se lako može dokazati. Za eliptične staze to sam kasnije uspio strogo matematički dokazati... samo ne znam gdje sam zametnuo te papire.

**Kepler:** Dakle sada, nakon 360 godina, moram priznati Newton, vjerujem u tvoj sustav svijeta.

**Galilei:** Također i ja. Sada se znatno bolje osjećam. Zahvalni smo ti dragi Newton na svemu.

**Newton:** Bilo mi je zadovoljstvo. Možda bismo se trebali češće susretati, možda svakih 100 godina. Do sljedećeg viđenja, Galileo i Kepler. (Odlaze svatko na svoju stranu)

**Luda:** (šapće iz prikrajka)

Tako je Newton uvjerio Galilea i Keplera u ispravnost zamisli da se sila teža proteže do Mjeseca. I iza njega. Do svih planeta. Pa i dalje.

(Dolazi do sredine i objavljuje predstavu)

Je li vam sada jasno zašto Mjesec pada, ali ne može pasti na nas?

*Što mislite jesu li veliki znanstvenici bili inteligentni ili maštoviti ljudi? Ili pak oboje? Za Newtonov spoznajni uzlet bilo je potrebno puno mašte, zar ne? He, he, istina, istina.*

*Pozdravljam vas sada i ostavljam, dragi moji, svjetlost je došla s Newtonom i obasjala vas prosvjetiteljstvom koje znači napredak. A ja, jesam li luda ili ne, procijenite svatko za se... ali ne recite mom pospanom Kralju o našoj tajni... da noćas vidjesmo i slušasmo duhove. Istina, istina...kako za koga... dakako. (Povlači se)*









(1) Autor edukacijsko-znanstveno-popularnog-mini-dramskog-trijaloga :

Goran Božić, prof.

(Grafička škola u Zagrebu, Getaldićeva 2 - IX. Gimnazija Zagreb, Dobojska 12)

e-mail: [goran.bozic1@zg.t-com.hr](mailto:goran.bozic1@zg.t-com.hr)

(2) Za organizaciju - realizaciju – kanonizaciju – motivaciju – mesmerizaciju, i-tako-dalje (u sklopu «Dana fizike» S.Š.Sesvete) odgovorna:

Antonia Božić, prof.

(3) Igrali učenici 1. razreda 2004/5 : Ivan Ladof (Luda), Ivan Kovačić (Galileo Galilei), Ante Gudelj (Johannes Kepler) i Tomislav Zrno (Sir Isaac Newton)

Srednja škola Sesvete, Bistrička 7, 10360 Sesvete

(4) Maske, tj. brade, brkove kao i Newtonovsku periku omogućilo:

Zagrebačko kazalište mladih

(5) Crtež: [www.juliantrubin.com/physicsjoke.html](http://www.juliantrubin.com/physicsjoke.html), [www.physicsclassroom.com](http://www.physicsclassroom.com)

(6) **HVALA** svima koji su sudjelovali u ovom neprofitno-produhovljenom projektu, a najviše učenicima-glumcima koji su pokazali s koliko neiskorištenog kapaciteta raspolažu 15-godišnjaci. Iskreno, mislili smo da je 2300 riječi teksta previše za njih, no motivacija je bila odlučujući faktor ... sami su to htjeli, pa su i mogli.

Hvala **dr. Ivici Avianiju** (na fotki u žutoj majici) i **dr. Perici Pervanu** (u plavom jeansu kraj Ivice) što su s **Instituta za fiziku** došli s «Godinom fizike» u Srednju školu Sesvete i pokazali nam da je fizika svuda oko nas, kao što i sugerira naslov prezentacije dr. Pervana «Sladoled-magična mješavina triju faza». Hvala našem «doktoru» za školske pokuse **prof. Mati Aliloviću** što je pripremio nekih 20 < N < 30 zanimljivih pokusa i učenicima koji su ih prezentirali braneći svoj znanstveni stav na upite «kako to radi?» i «ZAŠTO to radi?» I konačno, hvala ravnatelju S.Š. Sesvete **prof. Slavku Ivankoviću** što nas je u svemu srčano i zdušno podržao.

Društvo za razvoj i širenje ljepote fizike: «**Fizika je u nama i svuda oko nas**»