

Petar Bosnic Petrus

ANTIGRAVITACIJA I GRAVIFUGALNA LEVITACIJA (Levitacija, antigravitacija i gravifugalna letjelica)

1 LEVITACIJA

Riječ unaprijed

Kod rasprave o fenomenu levitacije možda je najvažnije istaknuti da su postignuti svi uistinu poželjni njeni vidovi, i to ne na osnovu neke slučajnosti, ili nekakvog posebno rijetkog dara, nego na osnovu općepoznatih i široko primjenjenih znanstveno-tehnoloških metoda. I ne samo to. Niže u članku pokazat ću da je levitacija bila način opstanka univerzuma već davno prije nego se čovjek pojavio na kozmičkoj pozornici.

Ipak, usprkos svemu tome, današnji ljudi - među kojima gotovo da i nema onih koji, posredstvom TV-a, nisu već više puta vidjeli najzbiljskije levitiranje ljudi – usprkos svemu tome, dakle, ti današnji ljudi doživljavaju levitaciju kao nešto fantastično, nemoguće ili gotovo nemoguće i pitaju se: da li ju je moguće ostvariti; da li je ona ikada bila ostvarena, te da li će budućnost donijeti njeno ostvarenje itd!!!???

Čak i nakon nekog ovakvog članka koji budi svijest o njoj, objašnjava ju, i nakon diskusije o njoj, odnos prema fenomenu levitacije ostaje isti!!!???

Nije, dakle, nikakav problem objasniti samu levitaciju, nego okloniti tu psihološku ili kulturološku barijeru, koja sprečava da ju vidimo, odnosno postanemo svjesni njene realnosti.

""Levitacija uopće""

Levitacija je pojava kad neko tijelo ne reagira na djelovanje privlačne sile u čijem je polju smješteno. Odsutnost nužne reakcije – pojave padanja, tj. akceleracije ka hvatištu privlačne sile, ili pak pojave težine – odsutnost, dakle, takve reakcije, tj. levitacija, koliko je poznato, može biti uzrokovana istovremenim djelovanjem neke repulzivne, odbojne sile ili pak specifičnim (orbitalnim) kretanjem levitirajućeg tijela u polju privlačne sile.

Nasuprot ovom, znanstveno-fizikalnom poimanju levitacije, ima mišljenja da i nekakva duhovna snaga može uzrokovati levitaciju. No o tome će više govora biti kasnije.

Levitacija ili lebdenje uvijek je lebdenje u odnosu na nešto: nekakvo polje, čvrstu podlogu, čvrstu površinu Zemlje, masu ili površinu nekog drugog nebeskog tijela. Može se govoriti o prirodnoj levitaciji, a i o onoj koja je nastala iz ljudskog umijeća i koristi se na razne načine u tehnologiji.

""Stvarna i prividna levitacija""

Treba razlikovati stvarnu i prividnu levitaciju. Stvarna levitacija ustvari je trajno bestežinsko stanje – stanje u kojem tijela gube težinu. Slučajevi, pak, u kojima tijela, za vrijeme levitiranja, ne gube težinu spadaju u područje prividne levitacije.

""Vidovi prividne levitacije""

Tu spadaju magnetska i dijamagnetska levitacija, elektrostatska, aerodinamička i još neke druge. U tim slučajevima lebdjenje se postiže odbijanjem istoimenih magnetskih polova ili istoimenog električnog naboja, ili pak odupiranjem o zrak. No u svim tim slučajevima, tijela koja lebde, (preko nevidljivog i neopipljivog medija - magnetskog ili električnog polja ili pak zraka) svom svojom težinom pritišću podlogu iznad koje lebde. Ove vrste levitacije efikasne su i ekonomične samo na vrlo malim udaljenostima – udaljenostima od nekoliko milimetara do nekoliko decimetara.

Prividna levitacija je vrlo korisna u tehnologiji. Koristi se za magnetske ležajeve, superbrze, maglev vlakove, hoverkrafte itd.

No, ovdje treba skrenuti pažnju na još jednu stvar. Svi vidovi prividne levitacije dijele se na dvije vrste: 1. levitaciju za čije je održanje potrebno trošiti energiju, i 2., onu za čije održanje nije potrebno trošiti nikakvu energiju. U prvu vrstu spada lebdjenje helikoptera i howerkrafata, i druga, slična, a u onu drugu lebdjenje bazirano na odbojnim silama što proizlaze is magnetskih ili elektrostatskih polja. Ova druga vrsta levitacije bitno je ekonomičnija, ali je ograničena samo na vrlo male udaljenosti između lebdećeg predmeta i podloge koja mu omogućuje lebdjenje.

""Stvarna levitacija""

Stvarna levitacija, trajno bestežinsko stanje. Postiže se kružnim kretanjem, orbitiranjem u Zemljinom gravitacijskom polju. Npr: lebdjenje astronauta u njihovim svemirskim brodovima dok kruže oko Zemlje. (Stvarna levitacija može se postići i slobodnim padanjem ili paraboličkim kretanjem aviona, ali je kratkotrajna.). Dok se satelit ili svemirska stanica kreću oko Zemlje, gravitacija na njih djeluje kao centripetalna sila, tj. privlači ih i skreće na kružnu putanju. Mase letjelica i astronauta opiru se promjeni smjera kretanja. Posljedica tog njihovog opiranja, tj. inercije (pri brzini od 7,9 km/sec.) jest trajno bestežinsko stanje, levitiranje. Kod ovakvih kretanja, inercija tijela manifestira se kao reaktivna, centrifugalna sila [Gallileo – Zakon inercije i Newton 3 (Zakon akcije i reakcije)]. Pri brzini od 7,9km/sec. ona je jednaka centripetalnoj (tj. gravitaciji koja vrši funkciju centripetalne sile), pa ju ukida, anulira i tako omogućuje lebdjenje.

Trajno bestežinsko stanje ili stvarna levitacija je, dakle, posljedica jednakosti centripetalne i centrifugalne sile. Za vrijeme te levitacije tijela gube svoju težinu, ali ne i masu i inerciju. Ova vrsta levitacije funkcionalna je i apsolutno ekonomična i na vrlo velikim udaljenostima od tijela u odnosu na koje se zbiva. Neophodna je za održavanje umjetnih satelita u njihovim orbitama, ali je štetna za ljudsko zdravlje.

Za održavanje stvarne levitacije nije potrebna nikakva energija. Prirodni ili umjetni sateliti mogu lebdjeti u odnosu na neko drugo nebesko tijelo mnogo milijardi godina, a da za to ne potroše nikakvu energiju. Primjer za to je lebdjenje Zemlje u odnosu na Sunce. Još bolji slikovitiji primjer su geostacionarni sateliti, koji nepomično lebde iznad neke točke na ekvatoru ne trošeći apsolutno nikakvu energiju. Energija se mora potrošiti samo na postizanje brzine levitacije, odnosno satelizacije i izdizanje iznad atmosfere, tj. plinskog omotača onih nebeskih tijela koja ga imaju. (Plinski omotač, naime, svojim otporom kretanju letjelica smanjuje njihovu brzinu.) Zbog ove svoje osobitosti, ovaj vid stvarne

levitacije je iznimno ekonomično sredstvo za zadovoljavanje nekih vitalnih potreba ljudske vrste.

Jednadžba za izračunavanje brzine neophodne za postizanje trajne levitacije, v_l identična je jednadžbi za veličinu brzine satelizacije:

$$v_l = \text{korijen iz } GM/R$$

Gdje je G gravitacijska konstanta, M masa nebeskog tijela, i R radius kretanja satelita, tj. udaljenost od središta nebeskog tijela, npr. Zemlje.

Brzina levitacije, v_l ustvari je brzina satelizacije v_s .

U najnižim orbitama, brzina levitacije ili satelizacije je 7,9km/sec. U višim orbitama ta je brzina manja. Geostacionarni sateliti, koji lebde iznad određene točke na ekvatoru, kreću se brzinom od samo 3,05km/sec. Kutna brzina njihovog kretanja jednaka je Zemljinoj. Mjesec lebdi u odnosu na Zemlju također na osnovu centrifugalne sile koja proizlazi iz brzine njegovog orbitiranja oko Zemlje, od svega 1,002km/sec. Zemlja je u bestežinskom stanju u odnosu na Sunce, tj. lebdi u odnosu na njega na bazi brzine od 30km/sec.

Kako je upravo rečeno, Zemlja je u bestežinskom stanju i levitra u odnosu na Sunce, a i ljudi i stvari na Zemlji također, ali i ljudi i stvari na Zemljinoj površini nisu u bestežinskom stanju, tj. ne levitiraju u odnosu na sâmu Zemlju. Radi toga je gore bilo istaknuto da je levitiranje uvijek levitiranje u odnosu na nešto.

""Gravifugalna levitacija""

U svim navedenim slučajevima levitacije, a i mnogim sličnim, u kojima gravitacija ima funkciju centripetalne sile, možda bi, radi što veće jasnoće, gravitaciju trebalo nazivati gravipetalnom silom, a reakciju na njeno djelovanje gravifugalnom. Levitacija i kružna putanja levitirajućeg tijela bila bi, po toj terminologiji, posljedica jednakosti gravipetalnih i gravifugalnih sila. Gore opisani slučajevi stvarne levitacije mogli bi se, dakle, nazivati gravifugalnom levitacijom. Za razliku od npr. magnetske ili dijamagnetske, ta vrsta levitacije do sada nije imala nikakvog imena. Ako se, dakle ne bi koristila ova terminologija onda bi levitiranje astronauta i sva ostala koja se baziraju na djelovanju gravitacije kao centripetalne sile, ostala bez svog specifičnog imena kojeg bi, radi lakšeg i točnijeg razumijevanja trebali imati.

To je naročito važno kad je u pitanju gravifugalna levitacija, jer je ona najvažniji vid levitacije za ljudsku vrstu, tj. ostvarivanje njenih ciljeva i "normalnog" načina njenog opstanka.

Ali, i ostale fundamentalne sile mogu imati funkciju centripetalne sile. Npr. Elektricitet. Elektron koji kruži oko atomske jezgre, lebdi u odnosu na nju, i to na osnovu jednakosti elektropetalne i elektrofugalne sile. To je također primjer stvarne levitacije.

Stvar stoji slično ili isto i sa magnetizmom i nuklearnom silom.

Korištenjem ovakvih termina uspostavlja se mogućnost razlikovanja uistinu različitih oblika levitacije: magnetske i magnetofugalne, elektrostatske i elektrofugalne, gravifugalne itd. Nadalje, moguće je jasno razlikovati stvarnu od prividne levitacije.

Pored toga, ovdje treba razlikovati prirodnu levitaciju od one koja je postignuta čovjekovim umijećem – umjetne. Prirodna je ona u okviru koje jedna nebeska tijela lebde u odnosu na druga, a umjetna obuhvaća lebdjenje ljudskih tvorevina u odnosu Zemlju ili moguće lebdjenje u odnosu na druga masivna nebeska tijela – planete, njihove prirodne satelite itd. No obje ove vrste levitacije počivaju na istim fizikalnim, odnosno prirodnim zakonima.

Umjetna levitacija češća je u slučajevima prividne levitacije. Npr. magnetska, dijamagnetska ili elektrostatska levitacija. No elektrostatska levitacija može biti i prirodna. Npr. levitiranje jednog protona u odnosu na drugi.

""Inercija i levitacija""

Stvarna levitacija postiže se suprotstavljanjem inercije tijela nekoj od fundamentalnih sila koja ima funkciju centripetalne sile – gravipetalnoj, elektropetalnoj... Inercija se suprotstavlja određenoj sili centripetalnog smjera tako što tijelo, koje se želi dovesti u stanje levitacije, ubrza na kružnu putanju oko hvatišta te centripetalne sile. Npr. Astronaute i njihove brodove oko središta Zemlje, jer je hvatište gravipetalne sile u središtu, odnosno težištu Zemlje. Kružno kretanje oko Zemlje ili nekog drugog nebeskog tijela, na neki način povećava inerciju tijela koja se tada manifestira kao centrifugalna, tj., preciznije, gravifugalna sila koja odvlači tijelo od gravipetalne sile.

Važna napomena. Jedino suprotstavljanjem inercije tijela gravitacijskom privlačenju može se spriječiti gravitacijsko ubrzanje (slobodni pad), na takav način da tijelo ostane u trajnom bestežinskom stanju, jer, kako je već rečeno, tijelo je u (privremenom) bestežinskom stanju i onda dok slobodno pada.

No slobodni pad, iako je stvarno bestežinsko stanje, nije levitacija u pravom smislu te riječi, jer levitacija podrazumjeva da se udaljenost, između tjelesa koja se privlače, ne smanjuje. Kod padanja, međutim, radi se o baš smanjivanju te udaljenosti. Za ono što pada, nikako ne možemo tvrditi da lebdi. Levitacija i bestežinsko stanje ne moraju u svim slučajevima biti identične pojave. Svako bestežinsko stanje nije ujedno i levitacija, a svaka levitacija nije nužno i bestežinsko stanje.

""Postizanje prividne levitacije""

Privlačna sila između dvaju tijela, naime, može se manifestirati, ili kao ubrzanje(slobodni pad), ili kao težina. Ako se manifestira kao ubrzanje, onda nema težine. A ako se nekom vanjskom silom spriječi ubrzanje, pojavljuje se kao težina - privlačni mehanički napon, teženje ili težnja.

Ako se gravitacijsko ubrzanje, slobodni pad nekog tijela spriječi nekom vanjskom odbojnom (repulzivnom), silom (magnetizmom ili elektrostatskim nabojem), ono će lebdjeti u magnetskom ili elektrostatskom polju. No magnetizam ili elektricitet, koji uzrokuju lebdjenje tijela, uvijek, i istovremeno uzrokuju i pojavu težine tog tijela koje lebdi. Magneti, npr. koji lebde jedan iznad drugoga na vagi pokazati će istu težinu kao i

onda kada ne lebde, nego leže na plitici vage, jedan pored drugoga. A ako ih se pusti da padaju, neće imati nikakve težine.

Gravitacijsko ubrzavanje tijela može se spriječiti i nekom vanjskom pseudosilom. Npr. čvrstoćom površine nekog drugog tijela ili čvrstom površinom Zemlje. I u tom se slučaju privlačna sila između Zemlje i tijela koje leži ili stoji na njoj pojavljuje kao težina. Razlika je samo u tome što je pritisak na podlogu, kod prividnog lebdenja - pritisak koji potiče od težine tijela - posredovan nevidljivim i neopipljivim magnetskim ili elektrostatskim poljem.

""Razlika u postizanju prividne i stvarne levitacije""

U stanje prividne levitacije, tijela se dovode tako da se njihovo ubrzavanje prema hvatištu sile koja ih privlači ne sprečava djelovanjem njihove vlastite inercije, nego nekom vanjskom silom (magnetizmom, električnošću itd.). Tim istim činom, tijela se čine i teškim, jer, kako je već rečeno, za vrijeme prividne levitacije tijela dobijaju i zadržavaju svoju težinu.

Prava tj. stvarna levitacija, trajno bestežinsko stanje, postiže se dovoljno brzim kretanjem koje je uvijek okomito na smjer djelovanja privlačne sile. To je kružno, orbitalno kretanje. Pri takvom kretanju, kao što je gore rečeno, inercija tijela manifestira se kao sila centrifugalnog smjera, koja anulira privlačnu silu, tj. silu centripetalnog smjera, gravitaciju, ili pak puno točnije, gravipetalnu silu.

Razlika između gravitacije i gravipetalne sile nije samo u imenu, nego također i u matematičkim izrazima kojima se određuje njihova narav i veličina. Izraz za veličinu gravitacije, F je

$$F = GMm/R^2 ,$$

a za veličinu gravipetalne sile:

$$F_{gp} = GMm/R^2 - mv^2/R$$

""Različiti vidovi stvarne levitacije""

Kao što postoje različite vrste prividne levitacije, tako ima i raznih vrsta stvarne levitacije, a razlikuju se po tome koja od privlačnih sila vrši funkciju centripetalne sile. Evo tih sila i centrifugalnih reakcija na njihovo centripetalno djelovanje.

Termini «centripetalan» i «centrifugalan» samo su opće oznake smjera djelovanja neke sile – ka centru, ili od njega.

""Sila.....centripet. smjer.....centrifug.smjer.....posljedica""

Gravitacija.....gravipetalna s.....gravifugalna s.....levitacija

Električna s.....elektropetalna.....elektrofugalna.....levitacija

Magnetizam.....magnetopetalna s.....magnetofugalna.....levitacija

Nuklearna s.....nukleopetalna.....nukleofugalna.....levitacija

Čvrstoća.....solidopetalna.....solidofugalna.....**nema levitacije.**

Stvarna levitacija može se pojaviti jedino ako neka od fundamentalnih sila služi kao centripetalna sila – gravipetalna, elektropetalna, magnetopetalna i nukleopetalna. Reakcije na centripetalno djelovanje fundamentalnih sila - gravifugalna, elektrofugalna magnetofugalna i nukleofugalna - uvijek su reaktivne sile ili pseudosile - manifestacije inercije mase i pri adekvatnoj brzini očituju se kao levitiranje.

Čvrstoća - soliditas - tretira se u fizici kao pseudosila, a solidopetalna sila također. Stoga solidofugalna sila ne može uzrokovati levitaciju kao u gornjim slučajevima, nego samo mehanički napon, naprezanje u masi rotirajućeg tijela.

"Fizikalne činjenice i zakoni koji omogućuju da se shvati zašto se pojavljuje stvarna levitacija"

U slučaju rotacije čvrstog tijela, veličine solidopetalne i solidofugalne sile uvijek su jednake i suprotnog smjera (Newton 3). Veličina im je proporcionalna brzini rotacije čvrstog tijela:

$$F = mv^2/r.$$

U slučaju u kojem gravipetalna sila ima funkciju centripetalne sile (npr. u slučaju orbitiranja astronauta i njihovih svemirskih brodova oko Zemlje), gravipetalna i gravifugalna sila također su jednake i suprotnog su smjera, ali su obje sile obrnuto proporcionalne brzini rotacije, tj. orbitiranja.

Ako se, npr. poveća brzina nekog tijela (pri kretanju koje je okomito na smer djelovanja gravitacije onda se tim činom (prije postizanja brzine levitacije ili satelizacije) neće povećati, nego smanjiti veličina gravipetalne i gravifugalne sile, što će se najprije očitovati kao smanjenje težine ubrzanog tijela. Npr.: zbog Zemljine rotacije, npr. na ekvatoru, zbog brzine od 464 m/sec. tijela gube 0, 34% svoje težine. S postizanjem brzine levitacije ta težina potpuno se gubi, jer se, pri brzini levitacije ili satelizacije gravifugalna i gravipetalna sila potpuno isključuju i svode na nulu. To je ključni faktor koji omogućuje levitaciju. Ako bi se pak, nakon postizanja brzine levitacije, još više povećala brzina, ne bi se povećala veličina gravifugalne sile, niti postigla nekakva antitežina, nego bi se samo povećao radius, R kretanja ubrzanog tijela.

Imajući na umu da, se, povećavanjem radiusa orbitiranja, R, eksponencijalno (za R^2), smanjuje gravipetalna sila (tj. gravitacija koja vrši funkciju centripetalne sile), lako je razumjeti zašto tijela koja orbitiraju na većim visinama trebaju imati manju linearnu, ili perifernu brzinu orbitiranja. Vidi prethodni tekst.

Treći faktor koji omogućuje stvarnu levitaciju za sada još nema neko znanstveno objašnjenje, kao ni sama gravitacija, ali je dobro poznat način njegovog ponašanja. Radi se o inerciji. Ona djeluje na masu isto kao i gravitacija, ali uvijek u suprotnom smjeru. Da nema inercije, gravitacijsko ubrzanje tjelesa bilo bi neusporedivo veće nego što stvarno

jest, no inercija ga radikalno smanjuje. Pri kružnom kretanju tijela oko hvatišta gravitacijske, tj. gravipetalne sile, inercija se manifestira kao gravifugalna, repulzivna, odbojna, sila u odnosu na gravitaciju. Pri brzini satelizacije inercija neutralizira gravitaciju i omogućuje lebdenje, a pri povećanju brzine iznad brzine satelizacije, «odbija», tj. udaljava promatrano tijelo od nebeskog tijela oko kojeg orbitira.

Vjerovanja o levitaciji

Takozvani trezveni ljudi, koji su redovito pesimisti ili skeptici, najčešće potpuno previdaju onu stvarnost levitacije koja je gore bila opisana, pa o ovoj stvari misle na osnovu predrasude: da levitacija nije moguća i da nikad neće biti ni postignuta. S druge strane pak, ono neosvijesteno i nekritičko optimističko mišljenje, koje vjeruje u mogućnost levitacije, također previda njenu stvarnost i najčešće ju povezuje sa «antigravitacijom», pa podrazumijeva da bi levitacija trebala biti posljedica djelovanja antimaterije, nekog polja, ili pak nekakve antigravitacijske sile.

No **antigravitacijska levitacija**, o kojoj se najčešće govori, još nigdje nije detektirana, a niti pojmljena, shvaćena. Za sada postoji samo u formi nekakve nejasne, nedefinirane opće želje za oslobođenjem od gravitacije. Na bazi suvremene znanosti nije moguće razumjeti unutarnju strukturu te želje, niti njenu zbiljsku, fizikalnu bazu. Isto važi i za tzv. antigravitacijsku silu. I ona, za sada postoji samo kao potpuno nejasna, proturječna fantazmagorija bazirana isključivo na onoj želji. Nema nikakvog dokaza o uspješnom stvaranju nekakvog antigravitacijskog uređaja, polja ili štita. Ono što je, na tom polju uistinu ostvareno i dalo određene (vrlo male) efekte, spada u područje prividne levitacije pomoću koje se ne mogu zadovoljiti ljudske potrebe za izlaskom u svemir i opstankom u njemu.

Meditativna, volitivna ili tzv. paranormalna ili spiritualna levitacija – također se čini kao stvar želje, religijskih vjerovanja ili praznovjerja. O slučajevima levitiranja nekih svetih ljudi ili jogina, o kojima se već odavno izvještava, ne može se govoriti bez opravdane i temeljite skepse.

U jednom drugom članku rekao sam da je ovakvo, spiritualističko shvaćanje levitacije stvar radikalno infantilnih želja, te da, nasuprot općem, vrlo raširenom uvjerenju, njeno ostvarenje, čovjeku ne bi donijelo ništa dobroga.

""Moguća budućnost levitacije""

Ljudska potreba za oslobađanjem od gravitacije; za posjetom drugim nebeskim tijelima i potreba za osvajanjem svemira i životom u njemu, moći će se - gdje to bude potrebno i moguće - kao i do sada, zadovoljavati, korištenjem gravifugalne sile i gravifugalne levitacije, ali ne isključivo upotrebom raketne tehnike, nego također upotrebom gravifugalne letjelice.

Pomoću nje se može postići levitacija i bez orbitiranja Zemlje ili nekog drugog nebeskog tijela. Za razliku od geostacionarnih satelita, ova letjelica moći će lebđeti iznad bilo koje točke na zemlji i na bilo kojoj visini, i to - isto kao i geostacionarni sateliti - bez ikakvog utroška energije za održavanje levitacijskog stanja.

2. ANTIGRAVITACIJA

Osnova za diskusije i polemike

Da li je moguće proizvesti antigravitacijsku silu, levitirati ili se osloboditi gravitacije? To je pitanje koje već više stoljeća muči ne-znanstveni, a pomalo i znanstveni svijet. Evo nekoliko sažetih pogleda na tu problematiku, koji su se iskristalizirali tokom mog istraživanja ovog, uglavnom ne-znanstvenog, područja ljudskog interesa.

Što je antigravitacija?

Najjednostavnije rečeno, to bi trebala biti nekakva sila koja bi se suprotstavljala gravitaciji, poništavala ju i omogućavala lebdjenje tjelesa – levitaciju.

Za fizičare antigravitacija je besmislica, jer ne postoji takva masa koja bi mogla odbijati drugu masu, sprečavati rasprostiranje gravitacije, ili, poput Verneovog Cavorita, izolirati neko tijelo od njenog utjecaja. To se, po dosadašnjim spoznajama, ne može postići, niti pomoću tzv. antimaterije, a niti pomoću nekog polja.

Za SF pisce antigravitacija i levitacija su nešto što je toliko fantastično i toliko poželjno da se njeno ostvarenje i stavljanje u službu čovjeka smatra nemogućim, pa stoga, o tim stvarima, čak i ovi pisci nerado i rijetko pišu.

Za razne «izumitelje» antigravitacija je, isto kao i za konstruktore perpetuumobilea, mogućnost da se bez muke i rada, «na brzinu» proslave konstrukcijom nekakve antigravitacijske letjelice.

Meditativno levitiranje

Velik broj ljudi, čak i znanstvenika, misli da se levitacija može ostvariti jedino meditacijom. Oni smatraju da je jedino duh toliko i tako suptilno moćan da može učiniti da tijelo lebdi. To je navodno čak i potvrđeno lebdjenjem fra. Giuseppea iz Copertina, 15.st., sv. Svete Terezije Avilske, zatim levitiranjem Sri Aurobinda i brojnih drugih jogina. I danas ima mnogo ljudi koji se zdušno trude da ostvare levitaciju na neki takav, meditativni ili voljni način i smatraju da bi time postigli neko božansko stanje i božansku razinu postojanja. Na TV-u često možete vidjeti «jogine» i njihove učenike kako skakuću u sjedećem stavu i to proglašavaju lebdjenjem.

No, ako, bez predrasuda i iluzija, razmislimo što bi se zapravo postiglo takvim meditativnim levitiranjem, vidjet ćemo slijedeće. Duh bi se osposobio da podiže i nosi fizički teret, tijelo u kojem prebiva, a i razne druge stvari. To je posao kojeg su nekad, davno obavljali robovi, konji i magarci, a danas dizalice, kamioni, vlakovi itd. Malo je vjerojatno, dakle, da bi ljudski duh, čak i kad bi postigao tu vrstu levitacije, bio zadovoljan svojim novim poslom i da bi to smatrao nekim božanskim postignućem. Toliko, ukratko o meditativnom levitiranju.

Antigravitacijski uređaji

Jedno temeljno, vrlo često i bolno potvrđivano ljudsko iskustvo jest: da su tjelesne stvari teške i da padaju. Iskustvo težine i padanja toliko je puta potvrđeno da se nehotično identificira sa smislom i unutrašnjom logikom samih stvari. Padanje materijalnih stvari je naprosto nešto smisljeno, logično, «normalno». Na toj premisi nastao je jedan vrlo interesantan, nesvjesni, ili, u najboljem slučaju, polusvjesni «zaključak», odnosno, točnije jedna fantastična misaona akrobacija:

ako je padanje nešto logično i smisljeno, onda nešto što je besmisleno neće padati!!!!????

Ta akrobacija postala je «teorijski», odnosno psihološki temelj za velik broj «antigravitacijskih uređaja» koje možete naći na internetu. Najpoznatiji «projekti» te vrste su oni T. T. Brown-a, J. Searl-a, de Palm-e, Modanesea, E. Podkletnov-a, Ning Li, R.L. Forward-a i brojnih drugih autora. Ima ih na tisuće. Zajednička im je karakteristika to da su unutarnja kretanja njihovih djelova i sile kojima raspolažu namjerno postavljene u potpuno, nesvrshodan, nefunkcionalan ili ne-zakonit, apsurdan odnos. «Objašnjenja» koja prate projekte tih uređaja obično sugeriraju da je to nešto revolucionarno novo.

I ova se «objašnjenja» temelje na nesvjesnoj pretpostavci: da je ono što nema nikakve veze sa znanošću i prirodnim zakonima, samim tim apsolutno superiorno znanosti i produktima njene primjene.

Nije poznato da je ikada ijedan od tih uređaja doista levitirao. Doduše, svojevremeno je J. Searl tvrdio da je izradio jedan vrlo veliki takav uređaj, ali ga nije mogao prikazati javnosti, jer mu je «pobjegao u svemir», a za gradnju novog uređaja nije mu više dostajalo novca. Tako je, eto, čovječanstvo, zbog tog njegovog peha, ostalo bez jednog dragocjenog svjedočanstva.

No, evo i nekoliko ohrabrujućih i utješnih riječi. NASA već duže vremena troši značajne novce na eksperimentiranje s uređajem E. Podkletnova...!!!!??? ????!!!

Ali tu je nešto još bolje! Upravo je nedavno 1. Novembra, 2005. god. patentni ured USA izdao patent Borisu Volfsonu za «izum» koji nije ništa manje nego perpetuumobile, i antigravitacijska letjelica.

Šta kažete na to, a ...!!!!????

Ono što ne mogu geniji, mogu činovnici patentnog ureda!!!

Kritika i kontrakritika

Zbog ovakvog - s jedne strane raspamećenog , a s druge šarlatanskog pristupa problemu «antigravitacije» - ta je problematika izišla na vrlo loš glas, tako da velika većina stručnjaka unaprijed osuđuje svaki pokušaj rješavanja tog problema kao nekakvo ludilo, ili kao šarlatanstvo. Takav stav je razumljiv, a može se reći i opravdan, ali on stvarno pogađa jedino one ozbiljne, uistinu kreativne i revolucionarne znanstvene radove kao što je ovaj. Odatle nevolje i odbijanja s kojima se on već godinama susreće. Racionalna, znanstvena kritika raznih ludorija pod firmom antigravitacijskih strojeva ili letjelica neće naškoditi ludama ni šarlatanima. Ludama neće naškoditi, niti će ih opametiti, jer se njima ne može ukazati na to da su ljudi, a šarlatani takvu kritiku iskorištavaju kao povod za kontrakritiku – da su «službeni znanstvenici» i «službena znanost» nekreativni, rigidni, glupi, uskogledni... - i tom kontrakritikom dobijaju željeni publicitet i podršku onog ne-znanstvenog dijela javnosti, koji se nimalo ne razumije u stvari koje podržava i u koje vjeruje. A da stvar bude još gora, taj dio javnosti obožava upravo ono što ne može razumjeti, i zbog te svoje malodušnosti najčešće baš razne besmislice nakićene znanstvenim terminima smatra nečim revolucionarnm. Ono što je jasno i logično, za ovu je vrstu ljudi sasvim bezvrijedno.

Levitacija - paradoks nad paradoksima!

Već sam rekao kako je općeprihvaćeno mišljenje da je sve što je tjelesno ujedno i teško te da neumitno pada, i da to pravilo, poput neke unutrašnje logike samih stvari važi za cijeli materijalni svemir. Ogleđajmo je li to doista tako.

Astronauti, npr. i njihovi svemirski brodovi lebde u odnosu na Zemlju. Mjesec također lebdi u odnosu na Zemlju. Zemlja lebdi u odnosu na Sunce. Sunce lebdi u odnosu na druge zvijezde i središte galaksije. Atomi lebde jedni u odnosu na druge. Elektroni lebde u odnosu na atomske jezgre, nukleoni, jedni u odnosu na druge i tako do u beskraj.

Cijeli svemir lebdi u samom sebi.

Stanje lebdjenja, a ne težina i padanje, trebalo bi biti naše pravo iskustvo, osnovano na znanosti i mišljenju. Naše stvarno iskustvo pak - iskustvo težine i padanja – zasnovano je na osjetima i stečeno u jednom vrlo uskom pojasu svemira gdje se - slučajnim stjecajem specifičnih okolnosti, stvari doista - našim osjetilima, doimaju kao teške i padaju. Mi smo to naše, bitno neadekvatno i nepotpuno iskustvo generalizirali i aplicirali na cijeli svemir. To je bila fatalna pogreška, jer svemir doista nema težine, a da ne lebdi u samom sebi ne bi mogao niti opstati.

Eto, dakle, ljudi već stoljećima bezuspješno tragaju za barem jednim pouzdanim, nedvojbenim slučajem levitacije, a ne primjećuju da se ona stalno zbiva posvuda oko njih!!!???

Zar to nije paradoks nad paradoksima!?

Što je istina?

Opreka levitacije i težine vrlo je slična Kopernikovoj dilemi o tome: da li se Sunce i zvijezde okreću oko Zemlje (od istoka prema zapadu) ili je to samo privid koji nastaje rotacijom Zemlje oko svoje osi – prema istoku. Za naša osjetila, Sunce i zvijezde zaista se okreću oko Zemlje. Za razum, pak, odnosno mišljenje, to je privid uzrokovan Zemljinom rotacijom.

Budući da istina nije «adequatio sensus et rei» – podudaranje osjeta sa stvarima, nego, «adequatio intellectus et rei» -- podudaranje mišljenja sa stvarima – Aristotel - istina je da Zemlja rotira i da su ona nebeska tijela i svjetlila nepomična, kao i to da mi lebdimo čak i dok stojimo na zemlji ili dok se udobno zavaljeni odmaramo u fotelji.(vidi R. Boškovića: Teoria prirodne filozofije – asimptotsko povećavanje repulzivnih sila, ili pak nešto konkretnije: problemi fuzije – dodirivanje i spajanje dviju materijalnih čestica izuzetno je teško postići i rezultira termonuklearnom reakcijom)

Jasno, s takvom vrstom lebdjenja ne može se ništa postići, pa nas ona toliko i ne zanima. Zanima nas ono što ima praktičnu važnost za čovjeka, a to je samo ona vrsta lebdjenja ili levitacije s kojom čovjek može izvesti neki potreban i koristan učinak, rad. Zahvaljujući upravo toj njenoj praktičnoj važnosti, ova vrsta levitacije ima i teorijsku važnost.

Rotacija Zemlje i naše levitiranje imaju i neke relativističke implikacije, ali ni to nije od našeg interesa, pored ostalog i zbog toga što neki relevantni elementi relativističke teorije počivaju na senzualističkom odnosu prema stvarnosti kojeg smo gore već odbacili kao neistinit.

Gravifugalna sila

Ono sveopće levitiranje o kojem je gore bilo riječi ne temelji se na antigravitaciji, nego na gravifugalnoj sili. Gravifugalna sila je reakcija na djelovanje gravipetalne sile, a gravipetalna sila je ustvari gravitacija koja djeluje kao centripetalna sila. Gravifugalna sila, po Zakonu akcije i reakcije, uvijek je jednaka gravipetalnoj i uvijek djeluje u smjeru suprotnom od gravipetalne, tj. od gravitacije, i zato ju poništava. (Newton 3.)

Astronauti, koji kruže oko Zemlje brzinom od oko 7,9 km/sec., lebde zbog toga što razvijaju gravifugalnu silu koja je jednaka gravipetalnoj. (gravitaciji). (Tzv. «obični ljudi» misle da oni lebde zato što «tamo gore» nema gravitacije.) Geostacionarni sateliti također lebde iznad određene točke na ekvatoru zahvaljujući gravifugalnoj sili koja proizlazi iz njihovog kruženja oko Zemlje – brzinom od oko 3.05km/sec. (Kutna brzina njihovog kruženja jednaka je Zemljinoj.) Mjesečeva brzina kruženja je svega 1,002km/sec., no gravifugalna sila koju on razvija dovoljno je velika da neutralizira Zemljinu gravitaciju i omogućuje mu lebdjenje. Zemlja lebdi u odnosu na Sunce, također na osnovu gravifugalne sile koja proizlazi iz njenog kretanja oko Sunca. - brzinom od 30km/sec. itd. itd.

Cijeli svemir je u nekoj vrsti kružnog kretanja, a njegovo lebdjenje zasniva se na ravnoteži gravifugalnih i gravipetalnih sila. Kad bi prevladala gravipetalna, svemir bi se urušio u sebe, a kad bi prevladala gravifugalna on bi se raspao i razletio kao disk koji se prebrzo vrti.

Ali, ogledajmo nešto drugo što je od praktične, odnosno tehnološke važnosti za čovjeka.

Teorijska osnova gravifugalne letjelice

Brzina Zemljine rotacije na ekvatoru je 464m/sec. To razvija gravifugalnu akceleraciju od $0,034\text{m/sec.}^2$, pa stvari na ekvatoru gube na težini 0,34%. Na geo. šir. 45° gdje je brzina Zemlje 338m/sec., manja je i gravifugalna sila, pa stvari gube na težini 0,17%. Na geo. šir. 70° , gdje je brzina Zemlje još manja predmeti gube samo 0,035% od svoje težine. Na polu je linearna brzina Zemlje jednaka nuli pa je i gravifugalna sila jednaka nuli. Tu Zemljina rotacija ništa ne smanjuje težinu stvari. Spomenute vrijednosti naveo sam zato što su potvrđene brojnim gravimetrijskom mjerenjima i mogu se naći u udžbenicima za geofiziku. *Ovdje je presudno važna činjenica to:*

da predmeti gube od svoje težine i izvan ravnine rotacije, što znači da gravifugalna sila djeluje i izvan ravnine rotacije.

Ta je činjenica važna zato što pokazuje da je moguće izgraditi gravifugalnu letjelicu. Za potrebe razjašnjavanja ovih pojava, možemo pretpostaviti da je svaka paralela na Zemlji zapravo jedan čvrsti prsten kojem možemo mjenjati brzinu. S promjenom brzine, v , mjenjat će se i veličina gravifugalne sile. $F_{gf} = mv^2/R$. (Gdje je m promatrana masa, v njena linearna brzina a R radiusvektor, udaljenost od središta Zemlje. No pretpostavimo npr. samo to da na sjevernom polu imamo jedan masivni i čvrsti prsten radiusa 10 m, čija bi os rotacije bila identična, tj. koaksijalna sa

Zemljinom osi. Ako bi taj prsten ubrzali na brzinu od 7,9km/sec., on bi izgubio svu svoju težinu i lebdio bi. No, takav prsten ne bi levitirao samo na polovima, nego i bilo gdje na Zemlji, samo ako bi rotirao brzinom 7,9km/sec. A ako bi smo mu mogli dati i veću brzinu, on bi mogao nositi kućište i neki teret. Teorijske i eksperimentalne dokaze za to možete naći na mnogo mjesta u udžbenicima zafiziku ili geofiziku, samo ako pred njima želite otvoriti oči.

Pored toga pogledajte i rezultate u promjeni težine vrlo brzih giroskopa. To su vrlo konkretni eksperimentalni dokazi. Dobivene vrijednosti u skladu su sa jednadžbama za veličinu gravifugalne sile, ali su, nažalost, vrlo su male, pa se objašnjavaju kao greške pri mjerenju. Pored toga, prije nastanka teorije gravifugalne sile, nije postojao nikakav znanstveno-matematički aparat na osnovu kojeg bi se protumačili ti rezultati, pa se pribjegavalo hipotezi o vrtložnim magnetskim poljima, što je neka vrsta SF-a. Najčistije rezultate postigao je team Hidea Hayasake, na državnom sveučilištu u Tokiu. Najveća brzina njegovih giroskopa bila je cca 30 m/sec. a smanjenje gravitacijskog ubrzanja, Δg , po jednadžbi: $\Delta g = v^2/R$ iznosilo je cca 0,0001428m/sec² -. No, ove bi eksperimente trebalo ponoviti sa daleko bržim giroskopima nego što su bili oni s kojima su izvedeni dosadašnji eksperimenti, jer linearna ili periferna brzina mase giroskopa presudno je važna. Jednadžba za veličinu gravifugalne sile koja smanjuje težinu giroskopa ili njegovo ubrzanje pri slobodnom padu je: $F_{gf} = mv^2/R$. Gdje je m masa giroskopa, v je prosječna brzina njegove mase, a R udaljenost giroskopa od središta Zemlje, tj. hvatišta gravipetalne sile. Ta udaljenost iznosi u prosjeku cca 6 367 657m.

Najmanje skupa i apsolutno neprijeporna potvrda teorije gravifugalne sile dobila bi se ponavljanjem tih eksperimenata ali s boljim tj. bržim giroskopima. Zbog što veće prosječne brzine mase giroskopa, najbolje bi bilo da on bude prstenastog oblika i bez osovine, (vidi sliku 9 - internet), a izrađen od ugljičnih vlakana koja mogu izdržati daleko veće brzine nego najčvršći čelici - do 1300m/sec. Prije se eksperimentiralo sa giroskopima od aluminijske ili bronce kod kojih je veći dio njihove mase bio koncentriran oko osovine čija je brzina nužno jednaka nuli ili je pak blizu nje!?? Dobro građen prsten od ugljičnih vlakana, pri maksimalnoj brzini od 1300m/sec. smanjio bi vlastito gravitacijsko ubrzanje za 0,2654m/sec² , odnosno, svoju težinu za 2,654% To bi se moglo smatrati neprijepornom potvrdom ispravnosti teorije o gravifugalnoj sili i neprijepornim dokazom o mogućnosti izrade i korištenja gravifugalne letjelice.

Gravifugalna letjelica

To je, eto, rješenje za neku buduću «antigravitacijsku», tj., točnije gravifugalnu letjelicu, jer letjelica može lebdjeti na osnovu jednog čvrstog prstena koji velikom brzinom rotira duž njenog najšireg oboda (Vidi sliku). Do sada nije bilo mogućnosti za izgradnju takve letjelice iz tri razloga:

1. zbog zablude da je gravifugalna sila samo derivat geocentrifugalne, čija bi veličina stoga uvijek - bez obzira na brzinu – trebala biti jednaka nuli.
2. Zbog brzoplete i neproverene pretpostavke da se gravifugalna i gravipetalna sila, isto kao i kod rotacije čvrstog tijela, povećavaju proporcionalno s brzinom rotacije.

Stvar je tu međutim obrnuta. Kod svih slučajeva rotacije u kojima neka od fundamentalnih sila (gravitacija, elektricitet, magnetizam ili nuklearna sila) ima

funkciju centripetalne sile, s povećanjem brzine rotacije povećava se radius rotirajuće mase, a same privlačne sile se ne povećavaju, nego smanjuju. Veličina centripetalnih i centrifugalnih sila u ovim je slučajevima obrnuto proporcionalna brzini rotacije. Prema jednadžbi: $F_{gr} = mv^2/R$, s povećanjem brzine, v , gravifugalna sila, F_{gf} se ne povećava, nego opada, a povećava se radius R po kojem masa m kruži oko središta Zemlje. No, budući da opada gravifugalna sila, opada i gravipetalna, jer te dvije sile ni u kom slučaju ne mogu biti nejednake (Newton 3.). Kad ne bi bilo tako kako sam rekao nikada ne bi mogao biti lansiran niti jedan umjetni satelit, niti bi oni pri brzini od 7,9 km/sec. bili u bestežinskom stanju u odnosu na Zemlju.

Ovo su važne znanstvene činjenice koje se zbog brzopletosti i površnosti lako previdaju, pa bih, prije nego navedem onaj treći razlog, dao bih još jednu ilustraciju toga kako one određuju ponašanje mase u slučajevima koje promatramo.

Kad nekom umjetnom satelitu, npr. hoćemo povećati visinu, tj. radius, rotacije oko Zemlje, R , onda to činimo povećavanjem njegove brzine, v . S povećavanjem veličine radiusa R eksponencijalno opada veličina fundamentalne sile (gravitacije, odnosno gravipetalne sile) koja omogućuje rotaciju kontinuiranim mjenjanjem smjera kretanja satelita, tj. skretanjem na kružnu putanju. Opadanje gravipetalne sile uzrokuje i opadanje gravifugalne. (Newton 3)

Cjelovita jednadžba za veličinu gravifugalne sile, izražena u terminima i veličinama klasične mehanike glasi: $F_{gr} = GMm/R^2 - mv^2/R$ G je gravitacijska konstanta; M je masa nebeskog tijela; m je promatrana masa (masa prstena). Ostale simbole već smo definirali. Ta je jednadžba istovremeno i jednadžba za veličinu gravipetalne sile, F_{gp} , jer su gravifugalna i gravipetalna sila uvijek jednake.1

Newtonova jednadžba za veličinu gravitacijske sile kojom se privlače nebeska tijela: $F_{gf} = GMm/R^2$ savršeno je točna, ali ona može važiti samo hipotetski, - u svemiru u kojem nebeska tijela uopće ne bi kružila jedna oko drugih. U stvarnom svemiru, međutim, gdje se sve vrti, veličina njihove gravitacijske, tj. preciznije, gravipetalne sile mora se izračunavati po već navedenoj jednadžbi: $F_{gp} = GMm/R^2 - mv^2/R$, ili, što je isto: $F_{gr} = GMm/R^2 - mv^2/R$. Rezultat ove jednadžbe uvijek je jednak nuli, što znači da su centripetalne i centrifugalne sile među nebeskim tijelima ujednačene, tj. da su njihove mase - jedne u odnosu na druge - u bestežinskom stanju.

3: Treći razlog zbog kojeg do sada nije bilo moguće izraditi gravifugalnu letjelicu jest to što sve do nedavnog otkrića nano-cijevi nije bilo materijala koji bi izdržao tako velike rotacijske brzine što omogućuju levitaciju i elevaciju.

Gravifugalne letjelice s mehaničkim i kvantnim prstenom

Uskoro, kad i ako nano-cijevi postanu jeftinije, moći će se graditi komercijalne letjelice sa dva tipa prstena: mehaničkim i kvantnim. Pogonska energija za ubrzavanje prstena bit će električna energija. Za dizanje letjelice odnosno ubrzavanje prstena, praznit će se električni akumulatori i pretvarati u kinetičku energiju prstena. Za spuštanje letjelice, prsten će se morati usporavati a njegova kinetička energija pretvarat će se natrag u električnu i vraćati u akumulator. (Kod letjelice s kvantnim prstenom povećavat će se ili samnjivati samo «količina svjetlosti» u toroidnom tubusu, a njena brzina ostajat će uvijek ista, c.)

Jedna letjelica moći će se najmanje desetak puta u toku dana vinuti do orbite i vratiti natrag uz troškove koji bi bili zanemarivo mali. Ništa veći ne bi bili niti transportni troškovi posjeta nekim drugim nebeskim tijelima – Mjesecu ili planetima.

Budući da gravifugalna letjelica ne bi bila skupa i da bi se s njom moglo lako upravljati, vrlo je vjerojatno da će, u ne tako dalekoj budućnosti, svakog vikenda mnogo tisuća obitelji sa svojim letjelicama razgledavati površinu mjeseca.

Gravifugalna civilizacija

No evo jedne druge, naizgled fantastične stvari. Čitatelji koji znadu kako funkcionira Zakon o održanju energije shvatiti će da gravifugalna letjelica ne bi vršila nikakav fizikalni rad ako bi lebdila stalno na istoj visini, npr: 2, 3, 4 km. ili na nekoj drugoj. A ako ne bi vršila nikakav rad (slično kao ni geostacionarni satelit), ne bi trošila energiju. Dobro izrađena letjelica s prstenovima koji bi ujedno bili i snažni permanentni magneti, zatvoreni u evakuirano kućište, mogla bi, dakle, čak i tisućama godina lebdjeti na nekoj visini, a da za to ne potroši nikakvu ili gotovo nikakvu energiju. Takva bi letjelica bila pogodna za stanovanje, a mnogo njih za formiranje nekog lebdećeg grada ili otoka. Ja vjerujem da će cijela buduća civilizacija lebdjeti u Zemljinoj atmosferi i svemiru koji ju okružuje i da će to biti zreli oblik ljudske materijalne civilizacije.

Kao što jedni djelovi svemira lebde u odnosu na druge, tako bi, čini se, i zrela, potpuno razvijena materijalna civilizacija trebala lebdjeti u odnosu na Zemlju. Uostalom, već smo vidjeli da je lebdenje pravi, zbiljski način opstanka materijalnog svemira, pa ne bi bilo ništa čudno ni u tome ako bi takvo lebdenje bio i pravi način opstanka materijalne civilizacije. A što se tiče čovjeka, za njega bi život u takvoj civilizaciji bio puno pogodniji, zdraviji i sigurniji od života na vlažnoj i blatnjavoj površini našeg planeta, koja je idealna životna sredina za viruse, bakterije, insekte, i druge vrste živih bića, ali ne i za jednu kreativnu vrstu kakva je ljudska. Zemlja je, govoreći subjektivno ljudski, vrlo lijep i blagodar planet. No tu ljepotu i blagodat moći ćemo potpuno doživjeti tek kad ju budemo uživali iz udobnih i sigurnih gravifugalnih domova, koje će zračne struje, poput oblaka, nositi oko cijelog planeta.

Ko bi pomislio da bi i ljudi lebdjeli u tim lebdećim gradovima ili kućama taj bi se prevario. Ljudi i stvari zadržale bi svoju težinu. Lebдио bi samo prsten koji bi rotirao brzinom većom od 8km u sekundi i koji bi gravifugalnom silom koju bi razvijao, posredstvom evakuiranog magnetskog ležaja nosio cijelu konstrukciju letjelice, te stvari i ljude u njoj.

3. GRAVIFUGALNA LETJELICA

Sadržaj:

1. Fizikalni temelji, 2. Tehnološka rješenja, 3. Moguća upotreba gravifugalne letjelice

I DIO

FIZIKALNI TEMELJI GRAVIFUGALNE LETJELICE

Gravifugalna sila

Gravifugalna sila je pogonska sila gravifugalne letjelice. To je jedna od niza centrifugalnih sila. Međutim, kako je područje poznavanja ovih sila tek sumarno razvijeno, morat ćemo najprije njemu posvetiti adekvatnu pažnju, jer bez dobrog i detaljnog poznavanja centrifugalnih i centripetalnih sila ne možemo s potrebnom sigurnošću i egzaktnošću prići niti izučavanju gravifugalne sile.

Centripetalne i centrifugalne sile

Teorija centripetalne i centrifugalne sile je, dakle, jedno od ključnih referentnih područja od kojeg polazi ova rasprava. Radi lakšeg razumijevanja teksta koji slijedi, ja ću najprije navesti neka bitna opća mjesta te teorije. Pri tome ću, također radi što veće jasnoće, nekim pojavama dati prikladnije nazive. Oni, naravno, ni najmanje ne zadiru u postojeće, etablirano shvaćanje ovih pojava, niti mjenjaju teoriju, nego ju samo čine jasnijom i preglednijom, što je za naše svrhe veoma važno.

Već sam naslov, u kojem se o navedenim silama govori u množini, sugerira da ima više vrsta centripetalnih i centrifugalnih sila. Ta sugestija potpuno je opravdana, a evo zbog čega.

Naziv “centripetalan” i “centrifugalan” nije naziv za neku posebnu silu, nego samo za **smjer** djelovanja sile kod vrtnje - ka centru, ili od centra, odnosno, ka osi vrtnje ili od nje. Centripetalan smjer, odnosno funkciju centripetalne sile, može imati bilo koja od poznatih sila. Naprimjer: kod vrtnje Zemlje ili drugih planeta oko Sunca, ili, kod rotacije nebeskih tijela oko njihove vlastite osi, funkciju centripetalne sile ima **gravitacija**. Kod vrtnje elektrona oko atomske jezgre, funkciju centripetalne sile imaju **električne ili tzv. Coullobove sile**, dok kod rotacije atomske jezgre oko njene vlastite osi, funkciju centripetalne sile ima **nuklearna sila**. U ciklotronima se pak sila koja proizlazi iz magnetskog polja, **magnetizam** koristi kao centripetalna sila. Kod vrtnje čvrstog tijela, kao centripetalna sila služi njegova čvrstoća, koja potiče od **kohezivnih sila**.

Termin “centripetalan” je, dakle, samo opći naziv za **smjer** djelovanja neke od navedenih sila - ka centru ili osi rotacije. Ista je stvar i sa izrazom “centrifugalan”. On je također samo opći naziv za silu suprotnog **smjera**, silu koja - po Zakonu akcije i reakcije - nastaje kao reakcija na djelovanje neke sile centripetalnog smjera.

Budući, dakle, da ima više vrsta sila koje mogu imati centripetalan smjer, i da ima više vrsta reakcija na njihovo djelovanje, bilo bi dobro svakoj od njih dati poseban, prikladan naziv.

Pogodan naziv za gravitaciju koja ima funkciju centripetalne sile bio bi “**gravipetalna sila**”, a za reakciju na njeno djelovanje “**gravifugalna sila**”. Dobar termin za centripetalnu funkciju električnih sila je “**elektropetalan**” itd. Ovakvi nazivi pogodni su naročito zbog toga što se dodavanjem sufiksa “petalan” i “fugalan” osnovi imena posebne sile jasno ukazuje na to da se radi o pojavama koje nastaju kod vrtnje. Sufiksi “petalan” i “fugalan” označavaju smjer djelovanja sile, a osnova imena posebne sile : “gravi” i “elektro” govori o tome koja od posebnih sila omogućuje vrtnju, tj. ima funkciju centripetalne sile. Evo tablice svih centripetalnih i centrifugalnih sila čija su imena sačinjena po tom načelu.

Tablica 1.

Naziv posebne sile	Centripetalne sile	Centrifugalne sile
gravitacija elektricitet magnetizam nuklearna sila	gravipetalna sila elektropetalna sila magnetopetalna sila nukleopetalna sila	gravifugalna sila elektrofugalna sila magnetofugalna sila nukleofugalna sila
kohezija	kohezipetalna sila	kohezifugalna sila
fundamentalne sile	Funkcija	prividne ili pseudo-sile

Iz tablice se odmah vidi da funkciju centripetalne sile imaju fundamentalne sile. Izuzetak je jedino kohezivna sila, pa je zato malo izdvojena.

Kohezija spada među prividne ili takozvane pseudosile. Kohezivna sila je, naime, čvrstoća, i definira se kao **otpor** kojeg materijal pruža sili koja mu želi promijeniti oblik, odnosno kao **reakcija** materijala na djelovanje neke vanjske sile. Budući da se čvrstoća definira kao **reaktivna** sila, ona je pseudosila. Kohezipetalna sila je **reakcija** materijala, mehanički napon mase materijala, usmjeren prema **osi** rotacije.

*(Umjesto naziva : kohezija, kohezipetalan i kohezifugalan, mogu se koristiti i nazivi : **solidopetalan i solidofugalan**, što dolazi od latinskog pridjeva solidus -a,-um,-čvrst, ili soliditas - čvrstoća)*

Ovakvo imenovanje centripetalnih i centrifugalnih sila čini mi se vrlo pogodnim, jer ono, kako sam već rekao, odmah daje na znanje da se tu radi o njihovoj funkciji pri vrtnji. Ali, zašto je to važno ?

Stvar je u tome da fundamentalne sile mogu djelovati i tamo gdje nema vrtnje. Tada se ponašaju kao **centralne** sile - sile koje ubrzavaju mase ili naboje po pravcu koji spaja njihova težišta. Ako, međutim, djeluju kao **centripetalne**, onda skreću putanju neke mase ili naboja na kružnu putanju oko svog hvatišta. Kada, npr., neki umjetni satelit ne bi imao kutnu brzinu u odnosu na središte Zemlje, onda bi ga gravitacija privlačila i ubrzavala kao centralna sila – pravocrtno prema svom hvatištu (središtu ili težištu Zemlje). No ako satelit ima stanovitu kutnu brzinu, tj. ako se kreće oko Zemlje, gravitacija na njega djeluje kao **centripetalna, tj. gravipetalna sila** - stalno mjenja smjer njegovog kretanja i skreće ga u krug.

Reakcija na takvo, gravipetalno djelovanje gravitacije jest gravifugalna sila. Ona - shodno Zakonu akcije i reakcije - **uvijek ima isti pravac djelovanja kao i gravipetalna sila, ali suprotan smjer.**

Slučajevi gravipetalnog djelovanja gravitacije u prirodi vrlo su česti. Sve mase koje se vrte jedna u odnosu na drugu, tj. koje imaju neku kutnu brzinu, ω privlače se gravipetalnom silom. Jedino tamo gdje je kutna brzina, $\omega = 0$ možemo govoriti o gravitacijskom privlačenju, tj. o djelovanju gravitacijske sile kao centralne sile. Stoga gravitacijsko privlačenje masa i gravitacijsko ubrzanje možemo smatrati posebnim slučajem gravipetalnog. Razlika između gravitacijskog i gravipetalnog ubrzanja nije samo verbalna. Gravitacijsko ubrzanje duž pravca koji spaja težišta masa računa se po jednadžbi :

$$g = \frac{GM}{R^2},$$

a gravipetalno ubrzanje (ubrzanje duž radiusvektora koji spaja gravitacijske mase) po jednadžbi :

$$g_{sp} = \frac{GM}{R^2} - \omega^2 R \quad \text{ili} \quad g_{sp} = \frac{GM}{R^2} - \frac{V^2}{R}$$

g je gravitacijsko ubrzanje; G je gravitacijska konstanta; g_{gp} je gravipetalna akceleracija; M je masa nebeskog tijela; R je udaljenost između dviju masa koje se privlače

Razlike u rotiranju mase nebeskih tijela u odnosu na masu čvrstih tijela - centripetalna, aksipetalna i aksilongalna sila

Smatram da je, radi potpunijeg i točnijeg poznavanja ovih pojava, potrebno upoznati se sa nekim važnim specifičnostima rotiranja mase nebeskih tijela u odnosu na rotaciju mase čvrstog tijela, a račun bazirati na uvažavanju tih specifičnosti.

Prije svega, valja podsjetiti na činjenicu da **kohezipetalna sila** koja omogućuje rotaciju čvrstog tijela nije fundamentalna, nego **inercijalna, prividna sila**. Razlike u posljedicama koje proizlaze iz rotacije (razlike u odnosu na rotaciju nebeskog tijela) vrlo su važne, a nastaju iz toga što nebeskim tijelima rotaciju omogućuje **fundamentalna, gravipetalna sila**. Do sada se rotacija čvrstog tijela uzimala kao paradigmatični tip rotacije. Zakoni te rotacije primjenjivani su i na rotaciju nebeskih tijela. To je bila jedna od pogreški zbog kojih je gravifugalna sila koja proizlazi iz rotacije Zemlje bila shvaćena kao derivat "geocentrifugalne" sile.

Kako smo već rekli, kohezifugalna ili solidofugalna sila je manifestacija inertnosti mase. Smjer njenog djelovanja, kod rotiranja čvrstog tijela uvijek leži u ravnini rotacije, a smjer djelovanja kohezipetalne sile koja je zapravo rezultanta naprezanja materijala - po Zakonu akcije i reakcije - određen je smjerom djelovanja kohezifugalne. Pravac djelovanja obiju sila određen je, dakle, ravninom rotacije i uvijek je identičan s njom, koplanaran.

Kod čvrstog tijela ne postoji kohezipetalna sila prije nego se ono zavrti. Ona nastaje tek kao reakcija na djelovanje kohezifugalne sile, i nije ništa drugo do usmjeravanje kohezijskih sila prema **osi** vrtnje. Kod nebeskog tijela, naprotiv, sila usmjerena prema **točki središta** postoji i prije vrtnje. To je gravitacijska sila. Ovdje je gravifugalna sila ta reakcija koja, tek nakon što se nebesko tijelo zavrti, nastaje uslijed djelovanja gravipetalne sile.

Točke hvatišta kohezipetalne sile čine **os** rotacije čvrstog tijela. Ta os dugačka je toliko koliko je "visoko" ili "debelo" tijelo koje rotira, npr. , nekakva kamena ili metalna ploča, disk ili kugla. Kohezipetalna sila usmjerena je, dakle, prema **osi** rotacije i uvijek je okomita na nju. Gravipetalna sila usmjerena je uvijek prema **točki središta** nebeskog tijela, a ne prema osi rotacije i samo je na ekvatoru okomita na os. Ta je razlika veoma važna činjenica, pa molim čitatelja da ju ubuduće stalno ima na umu.

Budući da je kohezipetalna sila usmjerena prema osi rotacije, ja sam ju u ovom radu označio kao **aksipetalnu silu**, F_{axp} , a kohezifugalnu kao aksifugalnu, F_{axf} . Kod rotacije čvrstog tijela, ove su sile uvijek okomite na os rotacije, a kod nebeskog tijela, kako će se pokazati u tekstu koji slijedi, ne moraju biti okomite na os rotacije.

Kod nebeskog tijela, kojem isključivo gravipetalna sila daje onu "čvrstoću" koja mu omogućuje rotiranje, tj. kod kojeg isključivo ta sila savladava inertnost mase i skreće ju na kružnu putanju, ta, gravipetalna sila određuje i smjer djelovanja gravifugalne sile, koji je uvijek suprotan smjeru gravipetalne. Pravac njenog djelovanja ne ovisi o ravnini rotacije i samo je na ekvatoru identičan s njom, koplanaran.

Kod rotacije čvrstog tijela, geometrijska ravnina rotacije uvijek se podudara sa ravninom djelovanja kohezipetalne sile, a hvatište kohezipetalne sile uvijek je u geometrijskoj ravnini rotacije. Kod rotacije nebeskog tijela, hvatište gravipetalne sile samo je na ekvatoru u geometrijskoj ravnini rotacije, a na svim ostalim geografskim širinama je izvan te ravnine.

Najvažnija razlika u vrtnji nebeskog i čvrstog tijela, jest u tome što vrtnja nebeskog tijela stvara **aksilongalnu silu**, F_{axl} . Objašnjenju te sile, kasnije ćemo posvetiti puno prostora.

Osnova aksilongalne sile, F_{axl}

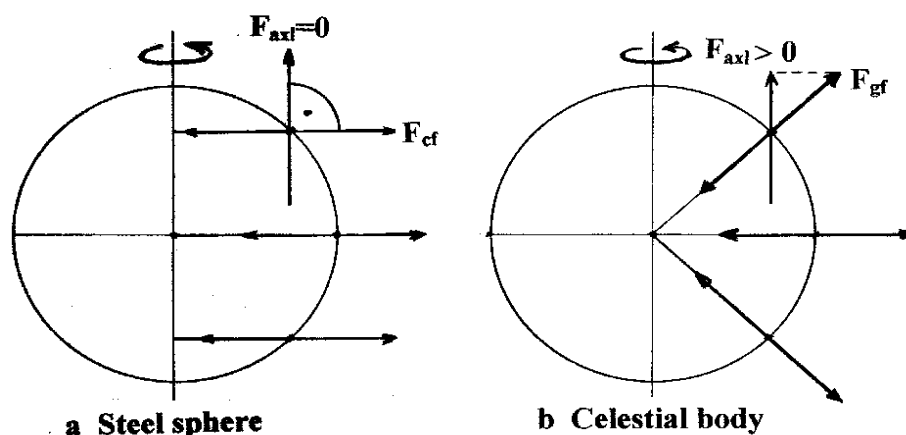
Promatramo **sliku (1 a i b)** koja pokazuje sile što nastaju rotiranjem čelične kugle, **(1a)** i sile što nastaju rotiranjem sfernog nebeskog tijela, **(1b)**. Kohezipetalne sile što nastaju rotiranjem čelične kugle okomite su na **os** rotacije, a međusobno su paralelne. Budući da su usmjerene prema **osi** rotacije zovemo ih **aksipetalnim** silama. Gravipetalne sile usmjerene su u jednu točku u **središtu** nebeskog tijela **(1b)**, a gravifugalne, F_{gf} radijalno se šire iz te **točke** - hvatišta.

Kod čelične kugle, **(1a)** aksilongalna sila, F_{axl} , što djeluje u pravcu koji je paralelan s osi njene rotacije bit će jednaka nuli zbog dva nezavisna razloga.

Po zakonu simetrije, u odnosu na ravninu rotacije, sila usmjerena “gore” jednaka je onoj što je usmjerena “dole”, pa se one poništavaju.

Veličinu sile paralelno osi rotacije dobijamo tako da kohezifugalnu ili kohezipetalnu silu pomnožimo sa $\cos 90^\circ$, koji je jednak nuli. Obzirom na to da je $\cos 90^\circ=0$, sila paralelna s osi rotacije, tj. sila u pravcu F_{axl} bit će jednaka nuli bez obzira na to kako velikom brzinom rotirala kugla, prsten ili neka druga masa.

Ako bi, kod nebeskog tijela koje rotira, **(1b)**, aksilongalna sila, F_{axl} , također bila jednaka nuli, kao kod čelične kugle, **(1a)**, očekivanje da bi gravifugalna letjelica mogla levitirati, bilo bi uzaludno, jer levitacija je moguća samo ako je $F_{axl} > 0$.



Slika 1 a i b

No činjenica da se gravipetalna i gravifugalna sila, **(sl.1b)** rasprostiru drugačije nego kohezipetalna i kohezifugalna, **(sl.1a)** ukazuje na to da bi, kod rotacije nebeskog tijela, **(1b)** aksilongalna sila, F_{axl} mogla biti veća od nule. To znači da nade u gravifugalnu letjelicu ipak nisu uzaludne, jer bi rotacija prstena, koji bi, na već prikazan način, (slike 6 i 10.), rotirao u blizini nekog nebeskog tijela, stvarala aksilongalnu silu, F_{axl} , čija bi veličina bila proporcionalna brzini vrtnje prstena, v .

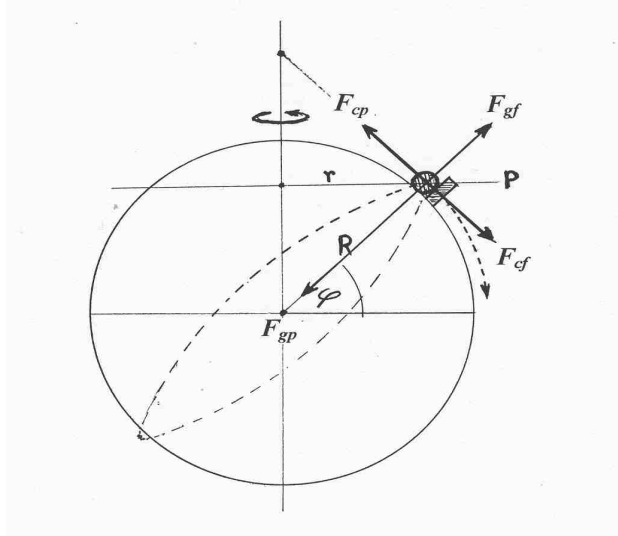
Ali, da bi čitatelj s dovoljnom sigurnošću mogao prosuditi o tome da li postoje teorijske mogućnosti za levitiranje ili ne, mora se upoznati s još nekim važnim činjenicama koje su u direktnoj vezi sa silama što nastaju rotacijom nebeskog tijela.

Slijedeći ogled poduzimamo, dakle, radi toga da pokažemo da je sila koja djeluje duž osi rotacije prstena, aksilongalna sila, $F_{axl} > 0$ i da je, zbog toga levitacija moguća.

Vektorska analiza vrtnje mase na geo. šir. $\varphi = 45^\circ$

Prva grupa činjenica i veličina gravifugalne sile

Rotaciju mase, nebeskog tijela na ekvatoru određuje samo jedna, gravipetalna sila, F_{gp} , dok je za rotaciju mase na geografskim širinama većim od 0° , potrebna još jedna, kohezipetalna sila, F_{cp} . (Slika 2.) Ona je uvijek okomita na pravac djelovanja gravipetalne i gravifugalne sile. Njena je funkcija da promatranu masu drži na paraleli koja ima radijus, r manji od radijusa ekvatora, R . Kohezipetalna sila, F_{cp} zapravo je mehanički napon (napon materijala čvrstog tijela) usmjeren u označenu točku na osi rotacije nebeskog tijela.



Slika 2.

Kad ne bi bilo kohezipetalne sile, promatrač koji stoji na Zemlji i vrti se zajedno s njom, vidio bi da se promatrana, masa ubrzava prema ekvatoru, tj. u pravcu djelovanja kohezifugalne sile, F_{cf} . Ta njena potencijalna putanja označena je zakrivljenom isprekidanom linijom, sa strelicom na vrhu. Takozvana “horizontalna komponenta centrifugalne sile” nije zapravo ništa drugo do kohezifugalna sila, F_{cf}). Za promatrača koji bi mirovao u svemiru i bilježio putanju promatrane mase, ona bi izgledala kao kružnica koja je na slici predstavljena elipsom (isprekidana linija).

(Kohezipetalna sila koja se javlja kod rotirajućih nebeskih tijela je, u krajnjoj liniji, derivat gravitacijske sile. To je neposredno vidljivo kod rotirajućih plinovitih nebeskih tijela, tj. onih koja nemaju čvrstu koru. No ovdje ne možemo dublje ulaziti u objašnjavanje

ove pojave). Izraz za veličinu gravifugalne sile, $F_{gf} = \frac{mv^2}{R}$, a izraz za veličinu

kohezifugalne, $F_{cf} = \frac{mv^2 \sin \varphi}{R \cos \varphi}$

Druga grupa činjenica i relativna vrijednost gravipetalne sile.

Rotiranje promatrane mase, kako pokazuju slike (2. i 3.) određeno je četirima silama. Samo gravipetalna sila, F_{gp} je fundamentalna, ostale tri: kohezipetalna, kohezifugalna i gravifugalna su pseudosile.

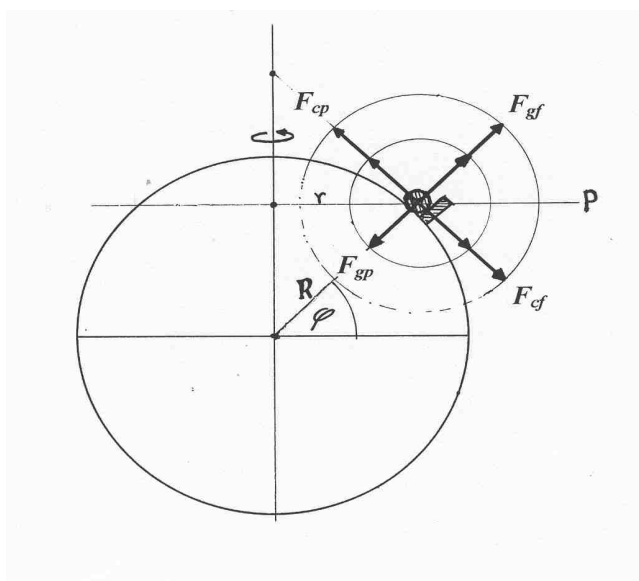
Veličina kohezipetalne i kohezifugalne proporcionalna je brzini vrtnje nebeskog tijela. Gravipetalna i gravifugalna, međutim, nisu. Gravipetalna sila, F_{gp} , štoviše postoji, u obliku gravitacije, F_g i prije vrtnje, što nije slučaj ni sa jednom od ostale tri **pseudo** sile. Nas zanima njena **relativna** veličina - veličina u odnosu na ostale tri sile - a ona je

obrnuto proporcionalna brzini vrtnje nebeskog tijela. To se vidi iz izraza za veličinu gravipetalne sile:

$$F_{gp} = \frac{G M m}{R^2} - \frac{mv^2}{R}$$

G je gravitacijska konstanta; M je masa Zemlje; m je promatrana masa; R je radius Zemlje, odnosno udaljenost tzv. promatrane mase od središta (težišta) Zemlje; v je periferna brzina promatrane mase

Slika3. prikazuje promatranu masu na 45° geografske širine. Najprije pretpostavimo da nebesko tijelo ne rotira. Tada će postojati samo gravitacijska sila. Promatrana masa pritiskati će površinu nebeskog tijela silom, $F_g=9,81$ N. Budući da nema rotacije, nema niti simetrije u odnosu na ravninu rotacije, P.



Slika 3.

Sada pretpostavimo da je linearna brzina promatrane mase jednaka brzini satelizacije, cca 7900m/s. Pri toj brzini, na navedenoj geografskoj širini, sve četiri sile koje određuju rotaciju promatrane mase - sile unutar užeg kruga - bit će potpuno jednake - cca 9,81 N. Kao što se sasvim jasno vidi, one su simetrične u odnosu na ravninu rotacije, ali je težina promatrane mase, tj. njen pritisak na površinu nebeskog tijela pao na nulu.

Sada pretpostavimo da možemo znatno povećati brzinu rotacije nebeskog tijela, a samim tim i brzinu promatrane mase, pa ogledamo kako će se ponašati sile pri povećanoj brzini. Širi krug predstavlja područje povećane brzine i granicu do koje su se povećale promatrane sile.

Vidimo da su se povećale samo pseudosile : kohezipetalna, kohezifugalna i gravifugalna. To je logično i nužno, jer veličina ovih sila ovisi o faktoru v^2/R , tj. proporcionalna je brzini, v, a obrnuto proporcionalna veličini radijusa R.

Četvrta, gravipetalna sila, F_{gp} nije se povećala. Ona je fundamentalna sila. Njena **apsolutna** veličina određena je izrazom $\frac{G M m}{R^2}$ i postojala je i prije rotacije, što nije bio slučaj s prethodne tri **pseudo** sile. **relativna** veličina gravipetalne sile obrnuto je proporcionalna brzini rotacije nebeskog tijela, tj. brzini promatrane mase. Ta, **relativna** veličina gravipetalne sile, F_{gp} određena je izrazom: $\left(\frac{G M m}{R^2} \right) - \left(\frac{mv^2}{R} \right)$. Pod relativnom

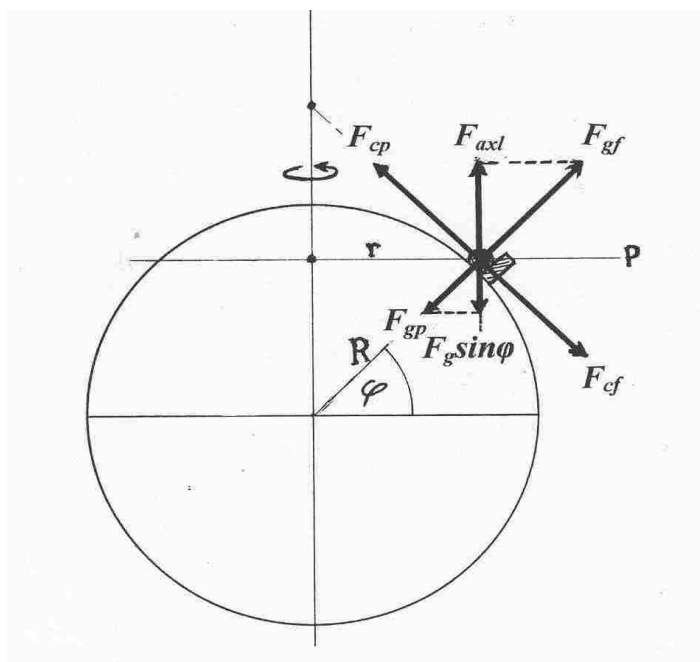
veličinom gravipetalne sile podrazumijevamo njenu veličinu u odnosu na veličinu ostalih, **pseudo** sile. Ona, tj. njena relativna veličina je to manja što su pseudosile veće, tj. što je veća brzina rotacije nebeskog tijela.

Ovdje moramo unijeti jednu malu ispravku. Gravifugalna sila, naime, iako je pseudosila, nikako ne može postati veća od gravipetalne, jer bi to proturječilo Newtonovom zakonu akcije i reakcije. Kad se brzina promatrane mase poveća iznad brzine satelizacije, v_s , onda se ne povećava gravifugalna sila nego promatrana masa nastoji povećati radijus svog kretanja, tj. udaljenost od centra nebeskog tijela - hvatišta gravipetalne sile. No to je posljedica koja, naravno, ni najmanje ne sprečava levitiranje i elevaciju gravifugalne letjelice, nego ih, štoviše, omogućuje. O tome će dole, niže biti nešto više govora

Ovdje je najvažnije uočiti da više nema simetrije u odnosu na ravninu rotacije, P. Vektorski zbroj sila s "gornje" strane ravnine veći je od zbroja sila s "donje" strane. To znači da će se promatrana masa ubrzavati u smjeru djelovanja gravifugalne sile, F_{gf} (Kad je vektorski zbroj sila veći s "donje" strane ravnine rotacije, onda se ta neravnoteža očituje kao težina - pritisak na površinu nebeskog tijela - ili pak kao ubrzanje promatrane mase u smjeru djelovanja gravipetalne, odnosno gravitacijske sile).

Treća grupa činjenica i vrijednost aksilongalne sile, F_{axl}

No za potrebe gravifugalne letjelice važna je veličina ubrzanja u smjeru djelovanja aksilongalne sile, F_{axl} . Slijedeća slika, **slika 4**, pomoći će nam da lakše odredimo veličinu tog ubrzanja.



Slika 4.

Veličinu aksilongalne sile, F_{axl} dobijemo tako da kohezipetalnu silu, F_{cp} pomnožimo sa $\cos \varphi$, a gravifugalnu, F_{gf} sa $\sin \varphi$ i zbrojimo ih. Od njihovog zbroja odbijamo veličinu kohezifugalne sile, F_{gf} pomnoženu sa $\sin \varphi$.

$$F_{axl} = F_{cp} \cos\varphi + F_{gf} \sin\varphi - F_{cp} \cos\varphi$$

$$F_{axl} = \frac{mv^2 \sin\varphi \cos\varphi}{R \cos\varphi} + \frac{mv^2 \sin\varphi}{R} - \frac{mv^2 \sin\varphi \cos\varphi}{R \cos\varphi}$$

$$F_{axl} = \frac{mv^2 \sin\varphi}{R} + \frac{mv^2 \sin\varphi}{R} - \frac{mv^2 \sin\varphi}{R}$$

$$F_{axl} = \frac{mv^2 \sin\varphi}{R}$$

Veličina aksilongalne sile proporcionalna je dakle brzini rotacije, v sinusu kuta φ i obrnuto proporcionalna radijusu kretanja promatrane mase, R, tj. udaljenosti od središta nebeskog tijela.

Rezultanta sila u pravcu F_{axl} određena je izrazom :

$$F_{RESUL} = g \sin\varphi - \frac{mv^2 \sin\varphi}{R}$$

Sve sile koje nastaju vrtnjom nebeskog tijela i matematički izrazi za njihovu vrijednost.

Slijedi slika popis sila i izraza za njihovu veličinu, te **slika 5** koja prikazuje sve te sile.

Gravitacija, $F_g = \frac{G M m}{R^2}$

Gravipetalna, $F_{gp} = \frac{G M m}{R^2} - \frac{mv^2}{R}$ ili $\frac{G M m}{R^2} - m\omega^2 R \cos\varphi$

Gravifugalna, $F_{gf} = \frac{mv^2}{R}$ ili $m\omega^2 R \cos^2\varphi$

Kohezipetalna, $F_{cp} = \frac{mv^2 \sin\varphi}{R \cos\varphi}$ ili $m\omega^2 R \cos\varphi \sin\varphi$

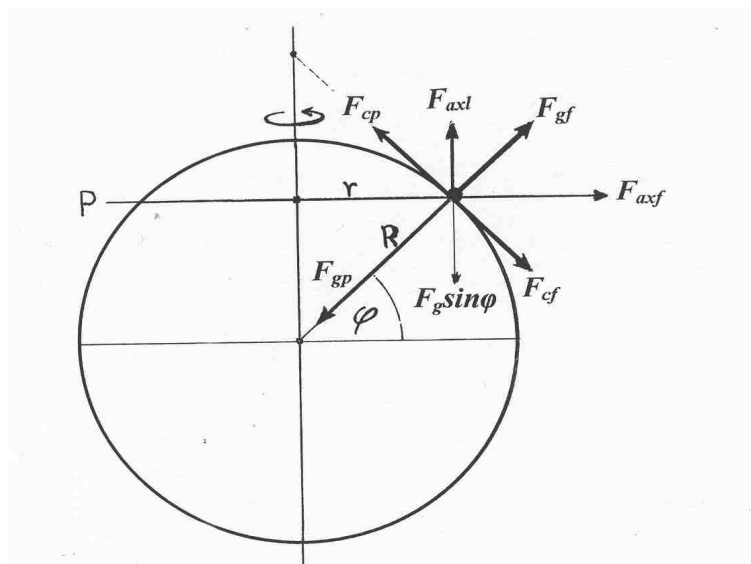
Kohezifugalna, $F_{cf} = \frac{mv^2 \sin\varphi}{R \cos\varphi}$ ili $m\omega^2 R \cos\varphi \sin\varphi$

Aksifugalna, $F_{axf} = \frac{mv^2}{R \cos\varphi}$ ili $m\omega^2 R \cos\varphi$

Aksipetalna, $F_{axp} = \frac{mv^2}{R \cos\varphi}$ ili $m\omega^2 R \cos\varphi$

Aksilongalna, $F_{axl} = \frac{mv^2 \sin\varphi}{R}$ ili $m\omega^2 R \cos^2\varphi \sin\varphi$

Slika 5 je grafički prikaz svih tih sila.



Slika 5

Veličinu geoaksifugalne sile, F_{axl} dobijemo iz vektorskog zbroja gravifugalne i kohezifugalne sile :

$$F_{axf} = F_{gf} \cos \varphi + F_{cf} \sin \varphi$$

$$F_{axf} = \left(\frac{mv^2}{R} \right) \cos \varphi + \left(\frac{mv^2 \sin \varphi}{R \cos \varphi} \right) \sin \varphi$$

$$F_{axf} = \frac{mv^2 (\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi)}{R \cos \varphi}$$

Budući da je $(\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi) = 1$

$$F_{axf} = \frac{mv^2}{R \cos \varphi}$$

Ta je jednačica poznata svakom fizičaru.

Primjena tih načela na vrtnju prstena gravifugalne letjelice

Prsten gravifugalne letjelice imao bi promjer od 1 m, do npr: 20m. To je isto kao da se neka masa okreće oko polarne osi na udaljenosti svega desetak metara, što odgovara geografskoj širini, $\varphi = 89,9999998$. Sinus tog kuta je praktički 1, pa jednačica za veličinu aksilongalne sile može glasiti : $F_{axl} = \frac{mv^2}{R}$, a za veličinu rezultantne sile, odnosno

akceleracije : $g - \frac{v^2}{R}$. Radijus prstena, $r = R \cos \varphi$.

Pri brzini od oko 7 900 m/s prsten gravifugalne letjelice trebao bi levitirati, a pri većim brzinama on bi mogao podizati i kućište u koje je zatvoren. Dovoljno čvrsti prsten mogao bi nositi letjelicu s nekim korisnim teretom.

Još jedan teorijski argument

Ovdje bih još jednim teorijskom argumentom pokušao ukazati na to da će prsten koji se vrti dovoljno velikom brzinom doista lebdjeti i da je upravo to u skladu sa fizikalnim zakonima.

Radi što veće jasnoće, pretpostavimo najprije da se prsten uopće ne vrti. Tada će njegova masa vršiti pritisak na površinu zemlje na kojoj leži. Po zakonu akcije i reakcije, Zemljina će površina, na taj pritisak odgovarati jednakom protusilom i zbog toga prsten neće utonuti u masu Zemlje, nego će mirno ležati na njenoj površini.

Sada pretpostavimo da prstenu dademo neku brzinu i da ju povećavamo.

No prije nego prijedemo na analizu treba ponovo podsjetiti da se pri rotaciji prstena javljaju dva para sila. Prvi se sastoji od kohezipetalne i kohezifugalne. Obje su pseudosile i uvijek se poništavaju. a manifestiraju se kao napon ili naprezanje materijala od kojeg je izrađen prsten. Drugi par sastoji se od gravifugalne i gravipetalne. Gravifugalna sila je pseudosila, a gravipetalna je **fundamentalna**.

I one se, u skladu s Zakonom o jednakosti akcije i reakcije, uvijek poništavaju, ali na bitno drugačiji način, nego kohezifugalna i kohezipetalna, i upravo to je ono što omogućuje i elevaciju.

Kad masa prstena, dakle, ima neku brzinu onda gravifugalna sila, koja proizlazi iz njegove vrtnje, preuzima od Zemljine površine dio protusile i težina prstena (njegov pritisak na podlogu) se smanjuje. Zbroj gravifugalne sile i protusile kojom površina djeluje na prsten, po zakonu akcije i reakcije uvijek mora biti jednak veličini sile u pravcu djelovanja gravipetalne sile

Pretpostavimo nadalje da se prsten vrti brzinom satelizacije. **U tom bi slučaju gravifugalna sila potpuno preuzela funkciju protusile kojom je Zemljina površina "odgurivala" prsten dok se nije vrtio** i bila bi jednaka gravipetalnoj sili, F_{gp} . Posljedica njihove jednakosti bila bi bestežinsko stanje prstena odnosno levitacija.

Tvrđnja da bi se prsten počeo dizati, ako bi smo mu povećali brzinu iznad brzine satelizacije, na prvi pogled, čini se **kao da obara Newtonov zakon o jednakosti akcije i reakcije**, jer, ne razmišljajući pravilno, pomišljamo da bi, zbog povećanja brzine, reaktivna, gravifugalna sila postala **veća** od gravipetalne sile, F_{gp} koja ju izaziva. Na takav nas zaključak podstiče pomisao da bi veličina gravifugalne sile trebala biti proporcionalna brzini vrtnje prstena. Na prvi pogled, na toupućuje i jednadžba: $F_{gf} = mv^2/R$

Ali to je ipak krivi način promatranja ove pojave. Gravifugalna sila, ni na koji način, ne može postati veća od gravipetalne sile, F_{gp} .

Kad se brzina prstena poveća iznad brzine satelizacije, onda, baš zbog djelovanja Zakona o jednakosti akcije i reakcije, prsten nastoji smanjiti veličinu gravifugalne sile na veličinu gravipetalne, i čini to tako što povećava radius R svog kretanja, tj. udaljuje se od središta nebeskog tijela (hvatišta gravipetalne sile). (Veličina gravifugalne sile obrnuto je proporcionalna veličini tog radiusa R .) Na isti način i umjetni sateliti, povećavanjem svoje brzine, povećavaju visinu, tj. radius svog orbitiranja oko Zemlje i ni najmanje ne narušavaju zakon o jednakosti akcije i reakcije. Oni povećavaju svoju udaljenost od hvatišta gravipetalne sile u pravcu vektora gravifugalne sile, F_{gf} . Kod prstena je, međutim, jedini pravac kojim se on može udaljiti od Središta nebeskog tijela pravac vektora aksilongalne sile, F_{axl} . Vidi slike 4 i 5.

Iz toga možemo izvesti jedno važno pravilo, a ono glasi:

Ravnoteža između kohezipetalne i kohezifugalne sile kod vrtnje prstena ili bilo kojeg drugog čvrstog tijela održava se simultanim povećavanjem odnosno smanjivanjem tih sila i to proporcionalno s povećavanjem ili smanjivanjem brzine prstena ili nekog drugog rotirajućeg tijela, a ravnoteža gravifugalne i gravipetalne sile povećavanjem ili smanjivanjem radiusa R . (udaljenosti prstena od središta Zemlje), a u slučaju da je brzina

vrtnje prstena **manja od brzine satelizacije**, povećavanjem ili smanjivanjem težine prstena.

Kod rotacije prstena prikazane slikama 6 i 10 kohezivetalna i kohezifugalna sila rastu proporcionalno s brzinom rotacije prstena, a gravipetalna i gravifugalna opadaju

To proizlazi iz prirode gravitacije, odnosno gravipetalne sile. Ona se, poput kohezivetalne, ne može, povećavati s povećavanjem brzine, jer ne ovisi o brzini, nego o masi nebeskog tijela, pa je nužno da se gravifugalna sila, čija veličina ovisi o brzini izjednačava s gravipetalnom povećavanjem udaljenosti od središta nebeskog tijela, tj. povećavanjem radiusa R , što smanjuje veličinu gravipetalne sile, a s njom nužno i gravifugalne.

Tako se priroda brine o održavanju valjanosti Newtonovog "Zakona o jednakosti akcije i reakcije", a ta njena briga, ili, radije, nekakva umna osobitost jest ono što omogućuje levitaciju, elevaciju i funkcioniranje gravifugalne letjelice općenito, a pravilno, znanstveno promatranje i objašnjavanje ove pojave ukazuje na to da levitacija i elevacija prstena ne bi obarale, nego baš, naprotiv, potvrđivale zakon akcije i reakcije.

Eksperimentalni dokazi

Eksperimentalni dokazi za postojanje gravifugalne sile pribavljeni su gravimetrijskim mjerenjima. Vrijednosti gravifugalne akceleracije mogu se naći u svakom boljem udžbeniku za geofiziku, u gravimetrijskim tablicama.

Na smanjenje gravitacijske akceleracije (idući od pola prema ekvatoru) i određenje tzv. "teorijske vrijednosti", Δg_{φ} , na svakoj geo. šir. utječu dva faktora: spljoštenost Zemlje i gravifugalna sila koja proizlazi iz njene rotacije. Ako od ukupnog Δg_{φ} odbijemo ono što otpada na spljoštenost Zemlje, dobit ćemo upravo onu vrijednost koju daje izraz, odnosno jednadžba za vrijednost gravifugalne akceleracije,

$$g_{gf} = \frac{v^2}{R}.$$

Eksperimentalni dokaz za postojanje aksilongalne sile, F_{axl} , nalazi se u navigacijskim tablicama, tj. u tablicama iz kojih se vidi tzv. "greška geografske širine". Ta je greška do sada bila neobjašnjena. Ja sam ju objasnio djelovanjem aksilongalne sile na rotor girokompasa. Njena veličina može se izračunati iz izraza :

$$\text{tang } \theta = \frac{F_{axl}}{F_i}$$

Kut θ je veličina "greške geografske širine" tj. veličina kuta za koji se os rotora girokompasa otklanja u smjeru istoka. F_i je sila koja proizlazi iz giroskopske inercije ubrzanog rotora.

Ova jednadžba validna je samo dok je linearna brzina mase rotora manja od linearne brzine kretanja Zemlje na zadanoj geografskoj širini.

U više navrata bili su izvedeni eksperimenti i mjerenja smanjivanja težine ubrzanih giroskopa i smanjivanja njihovog ubrzanja pri slobodnom padu. Svi su ti eksperimenti dali nekakve rezultate koji se nikako nisu mogli objasniti bez Gravifugalne teorije, a budući da su rezultati bili vrlo mali, uglavnom su proglašeni greškama pri mjerenju.

Najpouzdanije i najčišće rezultate dala je grupa prof. Hidea Hayasake sa Državnog univerziteta u Tokiju. U prosječnoj vrijednosti od 0,0001428% smanjenja težine ili gravitacijskog ubrzanja. Prosječna brzina mase giroskopa bila je oko 30m/sec. Usporedi s rezultatom jednadžbe.

$$F_{gf} = mv^2/R \text{ ili, } a_{gf} = v^2/R$$

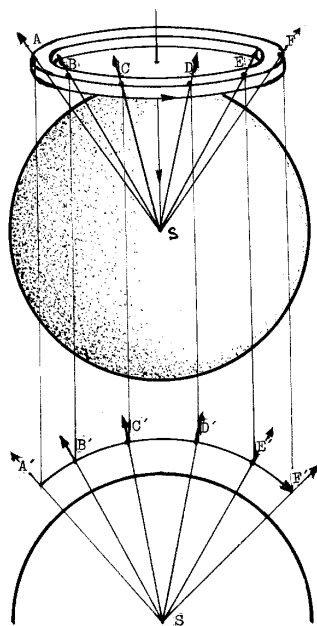
m je masa giroskopa; v je prosječna brzina mase giroskopa, a R je radijus Zemlje , 6 367 657m

Za smanjenje težine od svega 1% bila bi potrebno da prosječna brzina mase giroskopa bude 800m/sec. To pak može izdržati samo giroskop napravljen od ugljičnih vlakana.

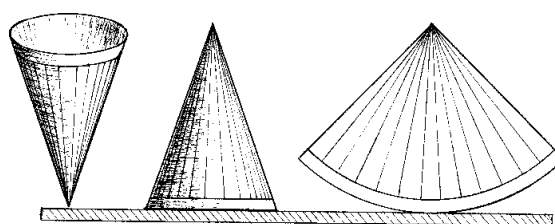
Dvostruka zakrivljenost – 1. temeljni ili ključni dio cjelokupne teorije

Radi što lakšeg razumijevanja ove pojave, skrećem pažnju na to da bi veliku poteškoću ili prepreku njenom razumijevanju mogla predstavljati navika da se on promatra neposredno kroz optiku plošne, euklidske geometrije. Ovo je, međutim, problem sferne geometrije Riemana i Lobacevskog, i može se pravilno shvatiti i razriješiti tek ako se odnosi iz sferne geometrije pravilno proiciraju na plohu.

Da bih pojednostavio stvari i tako olakšao razumijevanje, molim čitatelja da, umjesto mase na geografskoj širini Zagreba ili New Yorka, ili nekoj drugoj većoj od 0° , zamisli jedan rotirajući prsten, kao na slici 7 (S obzirom na to da je prsten zamišljen na nekoj od većih geografskih širina, njegov geometrijski centar nužno je različit od centra (težišta) nebeskog tijela).



Slika 6



Slika 7

Ako želimo putanju mase prstena predstaviti pomoću euklidske geometrije, onda moramo neizostavno uvažiti činjenicu da je pri rotaciji prstena *svaka čestica njegove mase uvijek jednako udaljena od centra nebeskog tijela*. Pretpostavlja se, naravno, da je os rotacije prstena identična s pravcem djelovanja gravitacijske sile. Ako dakle, putanju neke čestice mase prstena, od točke A do točke F, projiciramo na ravninu, dobit ćemo pravilno zakrivljenu liniju, tj. dio kružnice (luk), jer jedino su na kružnici sve točke podjednako udaljene od centra. Iz projicirane putanje lakše je razumijeti zašto rotacija prstena, isto kao i rotacija mase na nekoj od većih geografskih širina, mora uzrokovati gravifugalnu silu. Ona proizlazi iz toga što ta masa, za vrijeme rotacije, stalno “skreće” prema centru nebeskog tijela. **Dakle, putanja bilo koje mase koja rotira na opisan način istovremeno je zakrivljena prema geometrijskom centru odnosno osi svoje rotacije i**

prema centru nebeskog tijela, koje je hvatište gravipetalne sile. To je ona dvostruka zakrivljenost koja nikome na ulazi u glavu. Zakrivljenost prema geometrijskom centru neposredno je vidljiva, a do shvaćanja zakrivljenosti putanje prema centru nebeskog tijela možemo doći samo na osnovu poznavanja sferne geometrije i pravilnog zaključivanja. "Njena nevidljivost"- kako je rekao moj prijatelj, prof. Damir Fresl - ne čini ju manje stvarnom."

Radi što veće jasnoće htio bih dati još jedno slikovito objašnjenje gornje tvrdnje; da putanja mase prstena nije ravna u odnosu na centar nebeskog tijela, nego da, za vrijeme rotacije, stalno skreće prema njemu. Čitatelja molim da napravi jedan papirnati stožac, te da na njegovom vanjskom plaštu nacрта ravne linije od vrha do ruba baze, kao na **slici 7**. Zatim, neka stožac bazom postavi na stol, knjigu ili neku drugu ravnu površinu. Rub baze učinit će mu se ravnim isto kao i površina na kojoj stoji. Ali, kad otvorimo plašt stošca i razvijemo ga vidjet ćemo da rub baze nije ravan, nego zakrivljen, kružan, te da rubna linija stalno skreće prema "bivšem" vrhu stošca. Prije nego razvijemo plašt, doista je teško vidjeti, tj. shvatiti da se rubna linija njegove baze stalno zakrivljuje prema njegovu vrhu.

Slična poteškoća prati i uočavanje stvarnog oblika putanje mase prstena. Bez detaljne analize, nitko ne bi rekao da čestice njegove mase stalno skreću prema centru nebeskog tijela - hvatištu gravipetalne sile. Masa se, naravno, opire tom skretanju, tj. promjeni smjera kretanja. Posljedica tog njenog opiranja, tj. inercije jest gravifugalna sila. Smjer njenog djelovanja označen je strelicama (Slika 1, 2, 4, 7 i druge).

Uvjeti i nužnost pojavljivanja gravifugalne sile

Prije svega treba ponovo istaknuti da je gravifugalna sila jedan od načina na koji se pojavljuje inercija - specifičan oblik pojavljivanja inercije. Za razliku od "obične" inercije, koja proizlazi iz opiranja mase **promjeni brzine**, gravifugalna sila je reakcija mase na promijenu **pravca kretanja**, u odnosu na apsolutni prostor. Iz istih razloga proizlazi i svaka centrifugalna ili aksifugalna sila.

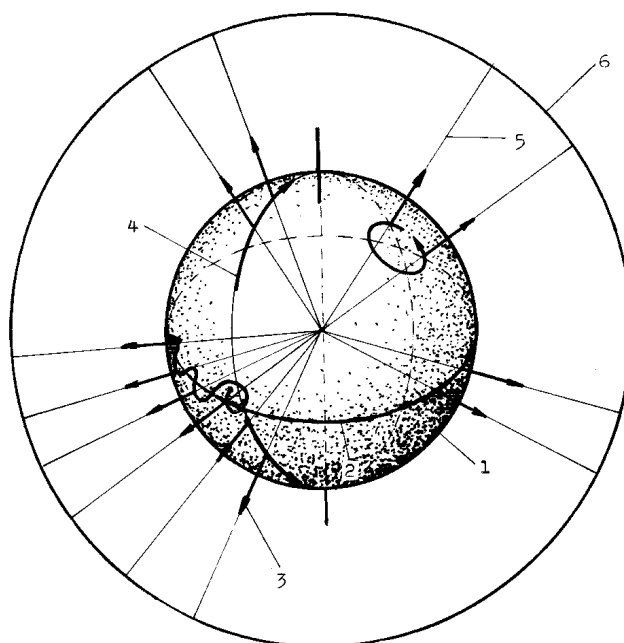
Specifičnost "**fugalnih**" sila, kao manifestacije inertnosti mase, jest u tome što one stalno mijenjaju pravac svog djelovanja u odnosu na apsolutni prostor. To biva stoga što i "**petalne**" sile, koje su im neposredni uzrok, kontinuirano mijenjaju pravac svog djelovanja.

Ovdje bih htio ukazati na one momente koji su nužni da bi se pojavila centrifugalna sila. Objasnimo to hipotetskim primjerima.

Ako se neka masa kreće po ravnoj površini nebeskog tijela koje ne rotira, npr. po površini vode, u tom će slučaju, za masu koja se kreće, gravitacijska sila opet funkcionirati kao gravipetalna sila, pa će se iz njenog kretanja razviti gravifugalna sila, koja će, u skladu sa zakonom akcije i reakcije, imati isti pravac djelovanja kao i gravitacija, ali suprotan smjer. To pravilo vrijedi bez obzira na to u kojem se pravcu ona masa kreće po vodoravnoj površini nebeskog tijela, i bez obzira na to da li se kreće pravocrtnom ili zakrivljenom, geometrijski pravilnom ili nepravilnom, krivudavom putanjom. Jer, kako god se kretala, njena je putanja, upravo zbog zakrivljenosti površine nebeskog tijela, uvijek i nužno zakrivljena prema središtu nebeskog tijela koje je ujedno i hvatište gravitacijske sile koja u slučaju kretanja mase ima funkciju centripetalne tj. gravipetalne sile. **Vidi sliku 6 i 7.**

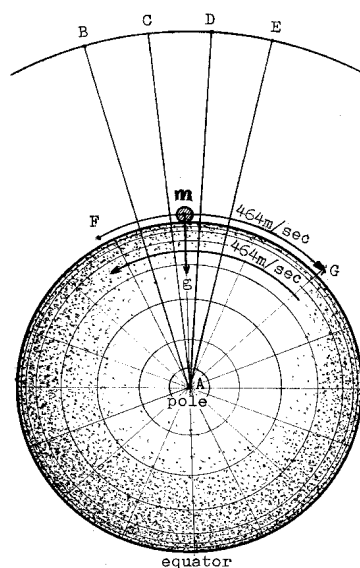
Kad god neka masa ima kutnu brzinu u odnosu na središte (težište) nebeskog tijela (hvatište gravipetalne sile) - a ima ju onda ako presjeca **zamišljene** ravne linije koje spajaju centar nebeskog tijela sa nepomičnom nebeskom pozadinom (**Vidi sliku 8.**) - onda gravitacijsko privlačenje između te mase i nebeskog tijela funkcionira kao gravipetalna sila. Iz toga onda nužno nastaje gravifugalna sila koja je **inercijska** reakcija na gravipetalno djelovanje gravitacije, odnosno **promjenu smjera kretanja**. Gravifugalna

sila neće se pojaviti samo ako je brzina presjecanja onih zamišljenih ravnih linija jednaka nuli, i ako je radius, R beskonačno velik.



Slika 8

Slika 8. 1 - nebesko tijelo, 2- ekvator, 3- strelice koje pokazuju pravac djelovanja gravifugalne sile, 4 strelice koje pokazuju različite pravce kretanja mase po vodoravnoj površini nebskog tijela, te “pravocrtne” i krivudave putanje te mase, 5 - zamišljene ravne linije koje spajaju centar (težište) nebeskog tijela, tj. hvatište centripetalne (gravipetalne) sile i nepomičnu nebesku pozadinu (sferu zvijezda stajačica, 6). **Gravifugalna sila nastaje tek kad kretanje mase presjeca te zamišljene ravne linije.**



Slika 9

Slika 9. Kao što je poznato Zemlja se okreće prema istoku. Njena brzina na ekvatoru je 464m/s. Iz toga se razvija gravifugalna sila zbog koje su sve stvari na ekvatoru lakše za 0,34%.No ako bi se neka masa, m na ekvatoru kretala istom brzinom, ali u suprotnom smjeru, onda njeno kretanje **nebi** presjecalo **zamišljene** ravne linije AB, AC, AD, AE. Zbog toga se nebi razvijala gravifugalna sila, pa bi promatrana masa bila za

0,34% teža nego da miruje na ekvatoru, tj. nego da se, zajedno sa Zemljom, kreće prema istoku

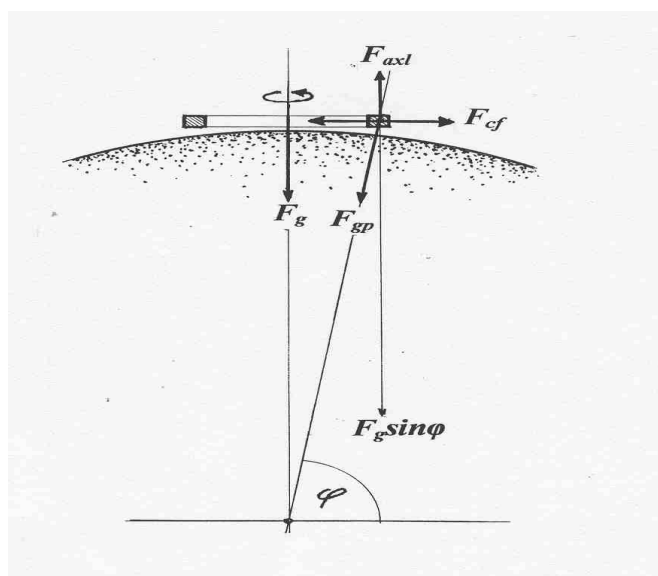
Zamišljene ravne linije koje spajaju centar nebeskog tijela, (hvatište gravipetalne sile) sa nepomičnom nebeskom pozadinom (**slika 8**) su “nepomična referenca” u odnosu na koju možemo utvrditi da li se neka masa kreće u odnosu na apsolutni prostor i da li ima neku kutnu brzinu u odnosu na središte nebeskog tijela. **Ako kretanje mase presjeca te zamišljene ravne linije, onda ona ima kutnu brzinu u odnosu na središte nebeskog tijela. A ako ih uvijek presjeca pod pravim kutem, onda je to kružno kretanje iz kojeg nužno nastaje gravifugalna sila.**

Na masu koja nema kutnu brzinu u odnosu na središte nebeskog tijela gravitacija djeluje kao **centralna sila**. (Sila uslijed čijeg se djelovanja mase privlače po pravcu koji spaja njihova težišta). No čim ona dobije stanovitu kutnu brzinu, gravitacija počinje djelovati kao **gravipetalna sila**. Time se, naravno, ništa ne mijenja u naravi gravitacije niti u zakonomjernosti njenog djelovanja, nego se samo, zbog pojavljivanja **gravifugalne sile**, za veličinu, **gravifugalnog** ubrzanja, smanjuje gravitacijsko tj. točnije gravipetalno ubrzanje.

$$g_{gp} = G \frac{M}{R^2} - \frac{v^2}{R} \text{ ili } g_{gp} = G \frac{M}{R^2} - \omega^2 R$$

Kako stoji stvar s prstenom gravifugalne letjelice?

Gravifugalna letjelica je uređaj u kojem bi jedan prsten velikog promjera rotirao velikom brzinom tako da mu je os rotacije uvijek koaksijalna s pravcem djelovanja gravitacijske sile. Letjelica bi se dizala i levitirala na osnovu sile koja bi proizlazila iz vrtnje prstena, a koja bi djelovala duž osi rotacije, tj. paralelno s njom. Vidi sliku 10. Ovu silu, kako se već moglo vidjeti iz prethodnog teksta, nazvao sam **aksilongalnom silom**, F_{axl} , zato jer djeluje duž osi rotacije, tj. paralelno s njom. Aksilongalna sila je, kako smo već rekli, derivat gravifugalne.



Slika 10

Masa prstena koji ne rotira ne presjeca one zamišljene ravne linije, pa prema tome, nema kutnu brzinu u odnosu na središte nebeskog tijela. Njegovu će masu gravitacija ubrzavati pravocrtno prema središtu nebeskog tijela. Masa prstena koji rotira presjeca one linije i ima kutnu brzinu u odnosu na središte nebeskog tijela. Za nju gravitacija

funkcionira kao **gravipetalna** sila - savija putanju njegove mase prema svom hvatištu. Reakcija na to njeno djelovanje je pojava gravifugalne sile. Pri tome je potpuno irelevantno što masa prstena presjeca zamišljene ravne linije vrteći se u krug, jer, dok god ih presjeca i u kojem god pravcu, ona ima kutnu brzinu u odnosu na centar nebeskog tijela. A budući da ih uvijek presjeca pod pravim kutem, njena je putanja savijena prema središtu nebeskog tijela i na svakom dijelu jednako je udaljena od njega. Iz takvog kretanja nužno nastaje gravifugalna sila.

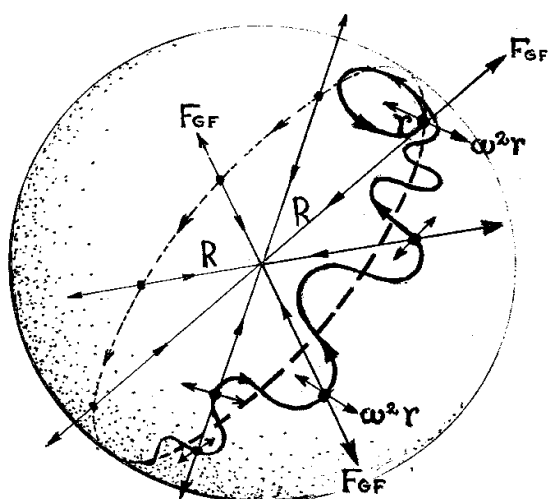
Radi još veće jasnoće, neka čitatelj, na nekoj kugli ili globusu nacрта krug ili povuče bilo kakvu pa makar i najnepravilniju ili najluđu liniju. No kako god ju povukao, ta će linija uvijek okomito presjecati one zamišljene linije koje spajaju centar kugle sa točkama u prostoru oko nje. Svaka točka na nacrtanoj liniji nužno će biti jednako udaljena od njenog središta, jer su sve točke na površini kugle jednako udaljene od njega, a sama linija, ma gdje, i kako god ju povukli bit će jednako zakrivljena prema središtu kugle.

Jasno, središta nebeskih tijela nisu samo proste geometrijske točke, nego hvatišta gravitacijske, odnosno - za masu koja ima kutnu brzinu - gravipetalne sile. Veličina gravifugalne sile ovisi samo o veličini mase koja se kreće, kvadratu brzine i udaljenosti od tog hvatišta, a nimalo ne ovisi o pravcu vektora kutne brzine ili mijenjanju tog pravca. Ni jedan od mnogobrojnih špijunskih, umjetnih satelita, koji, ovisno o potrebama svojih vlasnika, s vremenom na vrijeme moraju mijenjati pravac vektora svoje kutne brzine, ni jedan, dakle, od tih satelita nije pao na zemlju zato što je mijenjao smjer svoga kretanja.

Dodatni teorijski dokazi

Razmotrimo sada opet slučaj kretanja čestice mase po površini nebeskog tijela koje **ne rotira**.

Slika 11. prikazuje nebesko tijelo koje **ne rotira**. Po njegovoj glatkoj površini kreće se čestica mase, $m=1$. Dok je gravipetalna sila jedina (aktivna) sila koja djeluje na česticu, ona se kreće "ravno", tj. po putanji koja je prikazana isprekidanom linijom. Gravipetalna sila stalno zakrivljuje putanju čestice prema centru nebeskog tijela i prisiljava ju da slijedi njegovu sfernu površinu, tj. da se kreće po radijusu R .



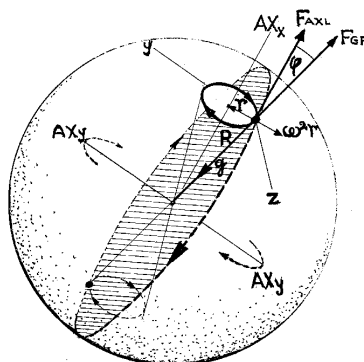
Slika 11.

No pretpostavimo da, nakon nekog vremena, na česticu počne djelovati još neka sila, najprije sa lijeve, a onda sa desne strane od "pravca" kretanja čestice. Tada će putanja

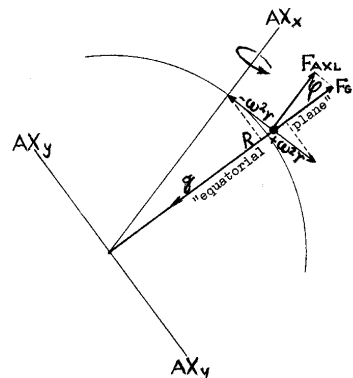
čestice, koja je dotad bila zakrivljena isključivo prema centru nebeskog tijela, dobiti još i stanovitu zakrivljenost u lijevo ili desno. Dakle, bit će dvostruko zakrivljena. Zakrivljenost putanje prema lijevo ili desno (označena punom linijom) vidi se odmah, dok onu zakrivljenost prema centru nebeskog tijela gotovo je nemoguće uočiti, pogotovo ako se čestica kreće u malom krugu, tj. krugu malog promjera. Silu koja skreće česticu u lijevo ili desno nazvao sam kohezipetalnom silom. Na slici 11. označena je malim strelicama. Veličina gravifugalne sile, F_{gf} ovisi isključivo o brzini čestice, v i radijusu “nevidljive” zakrivljenosti, R , (prema centru nebeskog tijela), a nimalo o veličini kohezipetalne sile $\omega^2 r$, a niti o veličini kohezifugalne (također označene malim strelicama). **Kohezipetalna sila služi samo zato da mijenja “pravac” kretanja čestice u lijevo ili desno.**

Slika 12. i 13. (nebesko tijelo **ne rotira**). Promatramo česticu mase prstena koji rotira u smjeru označenom strelicama. Obje slike prikazuju istu pojavu.

Čestica se kreće po radijusu prstena, r zato što je kohezipetalnom silom vezana za os rotacije prstena AX_x . Iz njenog kretanja po radijusu r nastaje kohezifugalna sila, $\omega^2 r$. No kako se čestica istovremeno kreće i po “nevidljivoj krivulji”, tj. po radijusu R , nastaje i gravifugalna sila, $F_{gf} = \frac{v^2}{R}$.



Slika 12.



Slika 13.

Pretpostavimo da, u trenutku kada se promatrana čestica nalazi u položaju označenom na slici 12, kohezipetalna sila odjednom prestane djelovati. Čestica bi se nepromjenjenom brzinom nastavila kretati oko osi AX_y , tj. po krugu radijusa R (označenom isprekidanom linijom). S nestankom kohezipetalne sile, nestala bi i njena reakcija, kohezifugalna sila, $\omega^2 r$. U igri bi ostale samo gravipetalna i gravifugalna sila. Veličina ove zadnje ne bi se nimalo promijenila, jer se nije promijenila niti brzina čestice, r , niti radijus njenog kretanja, R .

Ali nas zanima što se zbiva dok je čestica kohezipetalnom silom “vezana” za os AX_x i dok se okreće oko nje. Za česticu u naznačenom položaju (slika 12), šrafirana ravnina velikog kruga zapravo je “ekvatorijalna ravnina”. Čestica mase prstena koja se okreće oko osi AX_x , stalno se i istovremeno kreće i po “ekvatoru”, tj. po kružnici radijusa R .

Kako je to moguće ?

Stvar je u tome što se “ekvatorijalna ravnina” također okreće oko osi AX_x , istom kutnom brzinom kao i promatrana čestica, pa se čestica, upravo zbog toga stalno kreće po “ekvatoru”. Slike 12 i 13 prikazuju samo kratki trenutak, $t=0$ te rotacije. Apsolutno je nemoguće sumnjati u to da čestica koja rotira oko osi AX_x istovremeno rotira i oko osi AX_y , ali to je teško predstaviti, jer os AX_y (zajedno sa “ekvatorijalnom ravninom”) rotira u smjeru naznačenom strelicama, istom kutnom brzinom kao i promatrana čestica.

Gravifugalna sila, F_{gf} , kako pokazuju slike 12 i 13 uvijek djeluje u “ekvatorijalnoj ravnini”. No nas zanima veličina aksilongalne sile, F_{axl} koja se za kut φ otklanja od “ekvatorijalne ravnine”. Njena veličina je : $F_{axl} = \frac{v^2}{R} \cos \varphi$.

Za prsten čiji radijus, $r=100$ m, $\cos \varphi = 0,99999999976$, a za prstenove

manjeg promjera $\cos \varphi$ je još bliže 1, pa možemo pisati i $F_{axl} = \frac{v^2}{R}$.

Precizno govoreći, brzina koja omogućuje levitaciju prstena, v_1 trebala bi biti

$$v_1 = \frac{v_s}{\cos \varphi} \quad v_s \text{ je brzina satelizacije, a } \varphi \text{ je kut kojeg zatvara ona “ekvatorijalna$$

ravnina” i vektor aksilongalne sile.

Slika 13 pokazuje da su kohezipetalna i kohezifugalna sila okomite na os rotacije prstena, AX_x . Suma kohezipetalne i kohezifugalne sile uvijek je jednaka nuli : $F_{resul} = \omega^2 r - \omega^2 r = 0$. (Newton, 2.) Kohezipetalna sila služi samo zato da česticu skreće u krug po radijusu r . Utjecaj kohezipetalne i kohezifugalne sile na veličinu gravipetalne i gravifugalne također je uvijek jednak nuli.

$$F_{gf} = \frac{v^2}{R} - \omega^2 r \cos \varphi + \omega^2 r \cos \varphi, \quad F_{gf} = \frac{v^2}{R}$$

Veličina aksilongalne sile,

$$F_{axl} = \frac{v^2}{R} \cos \varphi + \omega^2 r \cos 90^\circ + \omega^2 r \cos 90^\circ, \quad F_{axl} = \frac{v^2}{R} \cos \varphi$$

φ je kut između “ekvatorijalne ravnine” i vektora aksilongalne sile.

Gravifugalna sila koja nas zanima, i njen derivat aksilongalna sila F_{axl} potpuno su nezavisni od kohezipetalne i kohezifugalne sile. Njihova veličina ovisi samo o $\frac{v^2}{R} \cdot \cos \varphi$

$\cong 1$

Gravifugalna sila proizlazi isključivo iz one “nevidljivo zakrivljene” putanje promatrane čestice. Čestica koja rotira oko osi AX_x odnosi se prema osi AX_y isto kao i umjetni satelit prema osi svoje rotacije oko Zemlje. Uvidjeti tu “nevidljivu zakrivljenost” i shvatiti njenu važnost znači posjedovati ključ koji otvara vrata svemira.

Zašto je gravifugalna sila do sada ostala neprimjećena ?

Svi kritičari koji odbacuju ovu teoriju, odbacuju ju zato što se putanja mase prstena sa **slike 6 i 7** (ili putanja bilo koje mase na geografskoj širini većoj od 0°) njihovom oku nadaje kao ravna, a ne kao zakrivljena prema centru nebeskog tijela. Ne shvaćajući da je ona uistinu zakrivljena i tek prividno ravna, pravocrtna, govore da ne postoji razlog za pojavljivanje gravifugalne sile.

To je senzualistički odnos prema ovom problemu, tj. pristup u kojem se podrazumijeva da je **izgled** stvari, koji se nadaje oku, najviši ili presudni kriterij prirode samih stvari. Čini se da je glavni razlog što je gravifugalna sila do sada ostala neprimjećena baš taj senzualistički pristup, pristup koji je ispod znanstvene razine. Naime, u znanosti se pravocrtnim ili zakrivljenim ne može smatrati ono što se kao takvo nadaje oku, nego ono što se mjerenjem ili barem pravilnim zaključivanjem pokaže pravocrtno ili

pak zakrivljeno. VERITAS NON EST IN SENSU, SED IN NUMERO ET MENSURA - istina nije u osjetu, nego u broju i mjeri.

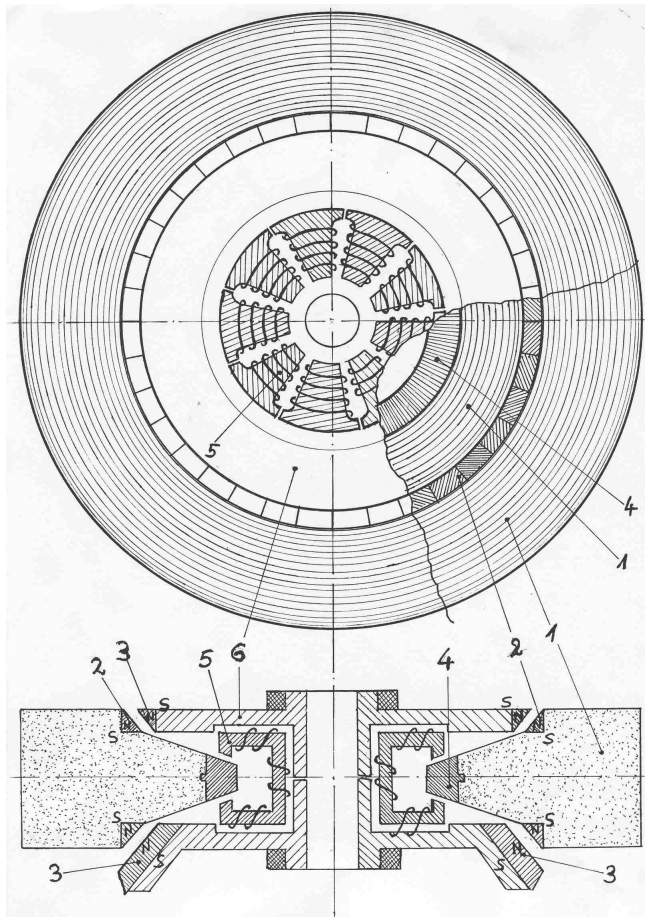
Ista snaga duha, ili isti odnos prema problemu koji je Koperniku omogućio da shvati kako je vidljivo okretanje nebeske sfere od istoka prema zapadu samo prividno, a nevidljivo okretanje Zemlje prema istoku stvarno, pomoći će i ovdje u razlučivanju privida od stvarnosti i omogućiti da se uoči razlog iz kojeg nužno proizlazi gravifugalna sila. Vjerujem da će sada, nakon ovih objašnjenja, nužnost pojavljivanja gravifugalne sile lako uvidjeti i svaki inteligentniji student fizike.

Drugi važan faktor koji je gravifugalnu silu učinio "nevidljivom" jest to što je pogrešno pretpostavljeni derivat "geocentrifugalne", tj. točnije geoaksifugalne sile po veličini potpuno jednak stvarnoj gravifugalnoj sili, pa je u jednadžbama točno nadomještao njenu veličinu. Gravifugalna sila bila je dakle maskirana derivatom geoaksifugalne. Kako nije bilo neke veće potrebe za eksploatacijom gravifugalne sile, nije bilo ni potrebe za tim da se ova pojava problematizira. Moje bavljenje njome bilo je podstaknuto težnjom da ustanovim može li se konstruirati antigravitacijska letjelica.

Shvaćanju gravifugalnog ubrzanja kao derivata geoaksifugalnog ili geocentrifugalnog svakako je pomogla i loša navika da se ubrzanja koja nastaju rotacijom masa na geografskim širinama većim od 0° promatraju na isti način kao i ubrzanja koja nastaju rotacijom čvrstog tijela, kod kojeg je hvatište kohezipetalne sile uvijek u ravnini rotacije. Mislim da će svatko, tko uvidi da je pri rotaciji masa na većim geografskim širinama hvatište gravipetalne sile izvan ravnine rotacije, i tko bude imao na umu da pravac djelovanja gravipetalne sile određuje pravac djelovanja gravifugalne sile, lako uvidjeti da ona nije derivat geoaksifugalne sile, nego da je geoaksifugalna sila derivat gravifugalne.

II DIO TEHNOLOŠKA RJEŠENJA

Mala eksperimentalna letjelica s mehaničkim prstenom i magnetskim ležištem



slika 14

Eksperimentalni uređaj sastoji se od prstena 1 koji je izrađen od ugljičnih vlakana ili pak od nano-cijevi i kućišta, 6. Prsten nema čvrste osovine oko koje bi rotirao, nego lebdi u magnetskom polju permanentnih magneta 2 i 3. Unutrašnji rub prstena može biti izrađen od nekog dijamagnetskog metala: npr Aluminijsa ili Bakra. (No to nije nužno, jer i ugljična vlakna i nano-cijevi posjeduju dijamagnetska svojstva.). Elektromagneti 5 spojeni su u krug npr. trofazne struje tako da kad se dovedu pod napon stvaraju okretno magnetsko polje. Ono uzrokuje dijamagnetsko polje u masi prstena i on se počinje okretati u istom smjeru u kojem se okreće i okretno magnetsko polje što ga stvaraju elektromagneti, 5. Maksimalna brzina prstena ovisi o frekvenciji izmjenične struje.

Najčvršća ugljična vlakna izdrže brzinu od 1 360 m/sec., a nano-cijevi 8 700m/sec.

Prsten od ugljičnih vlakana, pri maksimalnoj brzini, može smanjiti svoju težinu za 2,65%. Usporedi s jednažbom: $F_{gr} = mv^2/R$

Prsten od nano-cijevi može potpuno poništiti svoju težinu i dizati letjelicu uvis zajedno sa stanovitim korisnim teretom. Maksimalno gravifugalno ubrzanje prstena izrađenog od suvremenih nano-cijevi može biti 11,88m/sec². Ako od toga odbijemo gravitacijsko ubrzanje, $g = 9,81$ ostaje gravifugalno ubrzanje prstena od 2,07 m/sec². Dovoljno za dizanje nekog tereta.

Izrađena su dva uređaja ove vrste, zato da se provjeri da li će prsten imati stabilnu magnetsku levitaciju i mirnu rotaciju. Oba uređaja (jedan u Hrvatskoj, a drugi u USA) ponašali su se prema predviđanjima.

Prava letjelica morala bi, radi stabilnosti, imati dva jednaka prstena koji bi rotirali jednakom brzinom u suprotnim smjerovima.

Zanimljiva mogućnost

Ako biste letjelici izrađenoj od nano-cijevi dodali još jedan malo bolji akumulator kapaciteta 50 Ah, tako da on sigurno može uređaj napajati strujom barem 2 h i 30 min. tj. 9 000 sec, i ako biste onda električnom energijom iz neke utičnice u Vašoj kući ubrzavali prsten dotle dok bi on letjelici mogao dati vertikalno ubrzanje od **svoga 0,1 m/sec²** (radi izbjegavanja otpora zraka u nižim slojevima atmosfere), te ako letjelica počne koristiti struju iz svog akumulatora tek nakon što se odlijepi od vašeg travnjaka, onda možete računati da će nakon 9000 sec prosječno ubrzanje vaše letjelice (zbog toga što gravitacijska sila opada s kvadratom udaljenosti od Zemlje) povećati najmanje na 2,3 m/sec². Prema

formuli : $s = \frac{a t^2}{2} = \frac{2,3 \times 9\,000^2}{2}$ uređaj će doseći visinu od 93 150 km, što je četvrtina

udaljenosti od Mjeseca. Prema formuli za izračunavanje konačne brzine :

$v = a t = 2,3 \times 9000$ ona će se udaljavati od Zemlje brzinom od 20 700 m/sec.

Ako letjelicu lansirate 60 min, prije izlaska Sunca, onda će ona (uključujući i brzinu Zemlje 30 000m/sec.) brzinom od 50 700 m/sec. otputovati u beskraj.

Ako dovoljno pažljivo izradite letjelicu, i ako Vam ovaj poduhvat uspije onda ćete time pokazati da će uskoro jedan amater, (ako nano-cijevi postanu jeftine), s nekoliko tisuća dolara, moće izvesti ono što su do sada mogli samo najveći i najbolji znanstveno - tehnološki timovi na svijetu, i to uz pomoć najbolje moguće opreme i basnoslovno velike gomile novaca.

Želim Vam sreću!

Paradoksalni porast gravifugalnog ubrzanja

Prirast vertikalnog, gravifugalnog ubrzanja s povećanjem udaljenosti letjelice od Zemlje (pri nepromijenjenoj brzini prstena) može se izračunati pomoću jednadžbe

$g_{gf} = \frac{F_{gf}}{m_{fc}}$; F_{gf} je gravifugalna sila, a m_{fc} je masa letjelice. Kako na masu letjelice

istovremeno djeluju dvije sile suprotnih smjerova -gravifugalna, $F_{gf} = \frac{m v^2}{R}$ i

gravitacijska $F_g = \frac{G M m_{fc}}{R^2}$

vertikalno ubrzanje letjelice zasniva se na razlici u veličini tih dviju sila, odnosno, na veličini rezultantne sile. Stoga pišemo :

$$g_{gf} = \frac{F_{gf} - F_g}{m_{fc}}, \quad g_{gf} = \frac{\frac{m_R v^2}{R} - \frac{G M m_{fc}}{R^2}}{m_{fc}}, \quad g_{gf} = \frac{\frac{m_R v^2 R - G M m_{fc}}{R^2}}{m_{fc}},$$

$$g_{gf} = \frac{m_R v^2 R - G M m_{fc}}{R^2 m_{fc}}, \quad g_{gf} = \frac{m_R v^2 R}{R^2 m_{fc}} - \frac{G M m_{fc}}{R^2 m_{fc}}, \quad g_{gf} = \frac{m_R v^2}{R^2 m_{fc}} - \frac{G M}{R^2}$$

Simbol m_R označava masu prstena, M je masa Zemlje, m_{fc} je ukupna masa letjelice, G je gravitacijska konstanta, a R je udaljenost letjelice od središta Zemlje.

Ostaje još samo da objasnimo zašto dolazi do tog paradoksalnog povećanja gravifugalnog ubrzanja s povećanjem udaljenosti, umjesto do smanjenja, kao što je slučaj s

ubrzanjima uzrokovanim drugim silama, npr. elektricitetom, gravitacijom, magnetizmom, kad one djeluju kao centralne sile.

Objašnjenje je zapravo vrlo jednostavno. Apsolutna vrijednost gravifugalne sile

$F_{gf} = \frac{m v^2}{R}$ opada linearno s povećanjem radijusa R tj. udaljenosti letjelice od Zemlje.

No za tu istu udaljenost, veličina gravitacijske sile, tj. težina letjelice $F_g = \frac{G M m_{fc}}{R^2}$

opadne eksponencijalno, tj. za r^2 . To čini većom relativnu, faktičnu vrijednost gravifugalne sile. Iz istog razloga ona je to veća što je letjelica dalje od Zemlje. Jedan vid ove pojave već je primjećen u letu umjetnih satelita i podrobno je opisan.

Gravifugalna letjelica i zakon o održanju energije

Na prvi pogled, čini se da takvo ponašanje umjetnih satelita i gravifugalne letjelice narušava Zakon o održanju energije, ali on ustvari proizlazi baš iz njega. Posvećujući malo pažnje razjašnjenju ovog fenomena, može se dati još jedan teorijski dokaz o osnovanosti teorije gravifugalne sile.

Astronautička praksa potvrdila je spoznaju da umjetnim satelitima treba to više smanjivati brzinu što se kreću na većoj visini, tj. većoj udaljenosti, R od središta Zemlje. To nužno proizlazi iz Zakona o održanju energije: $E = K+U$, jer što je veća visina umjetnog satelita, h tj. radijus njegovog kružanja oko središta Zemlje, R , to mu je veća i potencijalna energija, $U = mgh$, pa mu utoliko mora biti manja kinetička energija, K' , a ona se smanjuje redukcijom njegove brzine, v . Važno je napomenuti da se ovdje ne govori o onoj kinetičkoj energiji, K koju bi satelit - nakon što izgubi brzinu v - manifestirao pravocrtnim ubrzanjem prema središtu Zemlje, nego o kinetičkoj energiji K' , koja proizlazi iz njegove brzine, v .

Budući da nam je poznata masa Zemlje, M (ili m_E), gravitacijska konstanta, G , te visina, h , na koju želimo postaviti satelit, tj. radijus njegovog kretanja u odnosu na središte zemlje, R i njegova masa, m_s , možemo iz tih elemenata izračunati njegovu brzinu i veličinu gravifugalne sile potrebne da ga održi u stabilnoj putanji. Pišemo, dakle :

$$F_{gf} = F_g; \frac{m_s v^2}{R} = G \frac{m_E m_s}{R^2}; v^2 R = G m_E; v^2 = \frac{G m_E}{R}; v = \sqrt{\frac{G m_E}{R}}$$

Ako izraz za potrebnu brzinu iz te jednadžbe uvrstimo u jednadžbu za kinetičku energiju :

$$K' = \frac{m_s v^2}{2}; K' = \frac{m_s G \frac{M}{R}}{2}; K' = \frac{G M m_s}{2 R}$$

dobijemo jednadžbu koja pokazuje da kinetička energija satelita, K' opada sa povećanjem njegove visine, h , odnosno radijusa njegovog kretanja, R , s kojim se povećava njegova potencijalna energija, U .

Gravifugalna letjelica ne kruži oko Zemlje, ali za masu njenog prstena, m_R - koja, kako smo već pokazali, ne kruži isključivo oko centra prstena, nego također oko središta Zemlje - važe isti zakoni kao i za kretanje umjetnog satelita. Stoga kinetičku energiju prstena možemo izračunati po istom principu, ali po jednadžbi za kinetičku energiju rotirajućeg tijela. No kako je o prsten ovješena cjelokupna masa letjelice, m_{fc} , kinetička

energija i brzina prstena, koje su potrebne da bi prsten mogao nositi masu letjelice, moraju biti nešto veće, pa se moraju izračunavati po jednadžbama :

$$K' = \frac{\omega^2 I}{2} \quad \text{i} \quad U = m_{fc} g h, \quad \text{iz čega proizlazi da kutna brzina prstena, } \omega$$

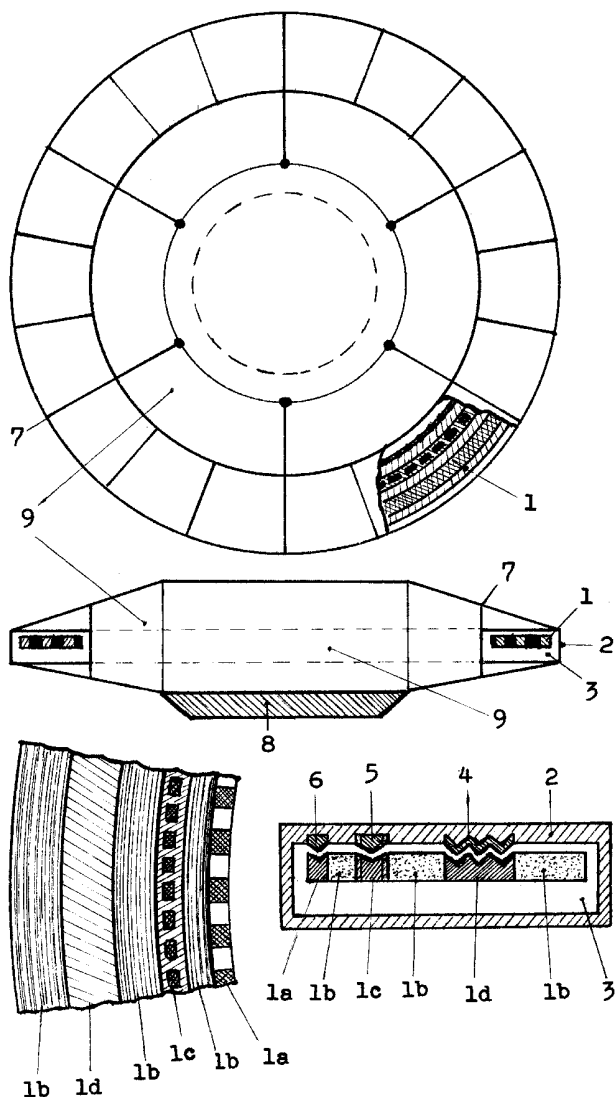
treba biti $\omega = \sqrt{\frac{2 G M m_{fc}}{R I}}$, gdje je m_{fc} ukupna masa letjelice (uključujući i masu prstena), a I je moment tromosti prstena.

Ova jednadžba pokazuje da potrebna kinetička energija i brzina prstena opadaju s povećanjem visine, h (koja je u svim jednadžbama predstavljena simbolom za radijus, R). Takvo ponašanje u skladu je sa Zakonom o održanju energije.

Velika gravifugalna letjelica s prstenovima koji su permanentni magneti

Radi toga da bi pokazao do koje mjere gravifugalna propulzija može biti ekonomična, na slijedećim stranicama dati ću prikaz konstrukcije i upotrebe gravifugalne letjelice sa ležajevima od permanentnih magneta. To su ustvari dva čelična, magnetska prstena koji su istoimenim polovima okrenuti jedan prema drugome, tako da se odbijaju. Donji, rotirajući prsten stvara gravifugalnu silu, a gornji, statički služi kao ležaj rotirajućeg. Prstenovi su “nazubljeni” zato da ne bi došlo do horizontalnog pomicanja jednog prstena u odnosu na drugi. Rotirajući prsten (1), isto kao i u prethodnom slučaju, pokreće se trofaznom izmjeničnom strujom odgovarajuće frekvencije, koja stvara rotaciono magnetsko polje - princip asinkronog elektromotora. Elektromagneti (5) ugrađeni u kućište induciraju magnetsko polje, u elektromagnetima (1c), koje nastoji postići istu brzinu rotiranja kao i magnetsko polje elektromagneta (5), pa se zbog toga rotor (rotirajući prsten) ubrzava. Usporava se tako da permanentni magneti (1a) - kad se zavojnice elektromagneta (6) spoje u strujni krug - proizvode u njima električnu struju i pohranjuju je u električne baterije. Kod ovog uređaja, brzina rotora (1) nikad ne bi smjela biti manja od 8000 m/sek. Zato da bi ga gravifugalna sila mogla držati priljubljenim uz magnete (4,5 i 6) na gornjoj stjenki kućišta. Slojevi napetih nano-cijevi (1b) služe za to da povećaju čvrstoću prstena.

Mislim da ovakav uređaj ne mogu izraditi amateri, jer se dovoljno dobri magnetski prstenovi ne mogu izraditi u kućnim radionicama, a njihova izrada u specijaliziranim radionicama ili tvornicama, za kućne majstore, bila bi možda preskupa.



Slika 15

Slika 15. Aksijalni i radijalni presjek gravifugalne letjelice, presjek prstena sa kućištem, te dio prstena.

1 - označava cjelokupni rotirajući prsten (rotor); 1a - permanentni magneti za usporavanje prstena; 1b - je sloj nano-cijevi; 1c - elektromagneti za ubrzavanje prstena. (Ovi magneti nemaju zavojnice, nego samo dijamagnetsku ovojnicu oko feromagnetske mase); 1d - permanentni magnet (prsten) koji nosi letjelicu; 2 - stjenka kućišta; 3 - evakuirani prostor kućišta; 4 - statični magnetski prsten; 5 - elektromagneti za ubrzavanje prstena; 6 - elektromagneti za usporavanje prstena; 7 - konstrukcija letjelice od ugljičnih vlakana ili aluminija; 8 - električne baterije; 9 - koristan prostor.

Kao što je već rečeno, ovaj tip gravifugalne letjelice koristi se čeličnim prstenovima koji su ujedno snažni permanentni magneti. Oni služe kao magnetski ležajevi na kojima leži cjelokupna pasivna masa koja ne rotira - konstrukcija letjelice, teret, putnici, roba itd. No rotirajući prstenovi su ujedno i nosači, jer gravifugalna sila koju stvaraju rotirajući prstenovi (rotori) nosi letjelicu, tj. podiže ju ili spušta.

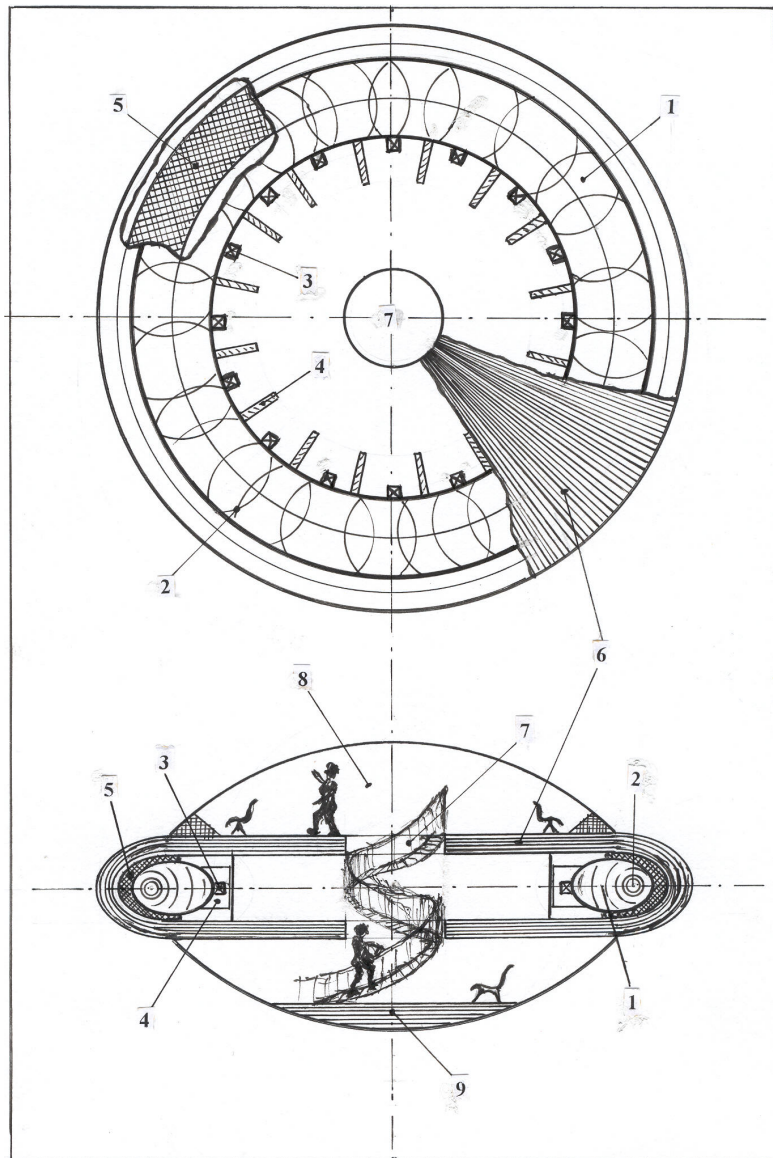
Prednost ovog tipa letjelice pred prethodnim jest u tome što ona ne bi morala trošiti nikakvu energiju za lebdenje na istoj visini, jer bi joj lebdenje osiguravao remanentni magnetizam rotirajućeg i statičkog prstena, tj. njihova odbojna sila. Energija bi se trošila samo na povećanje visine. A ako bi se visina smanjivala, što se može postići samo

smanjivanjem brzine rotirajućeg prstena, onda bi se kinetička energija rotacije prstenova, putem permanentnih magneta (1a) i zavojnica (6) pretvarala natrag u električnu energiju i pohranjivala u akumulatore. Energija bi se, naravno koristila i za horizontalno ubrzavanje i usporavanje letjelice, ukoliko bi se ona koristila za transport nekog tereta iz jednog mjesta na Zemlji u drugo. Ali tu se ne radi o velikim količinama energije, niti o rasipanju, nego o najnužnijim troškovima, koji bi, usput rečeno, bili mnogostruko manji nego kod postojećih tipova letjelica, željeznica, brodova, automobila itd.

Prstenovi koji bi bili približno jednako namagnetizirani duž cijelog opsega (što zaista nije teško postići), ne bi pružali otpor međusobnom kretanju, što znači da za održavanje brzine rotacije rotirajućeg prstena ne bi bilo potrebno trošiti nikakvu energiju. Time bi oni nekoj letjelici ili platformi koju bi nosili omogućavali da neograničeno mnogo vremena lebdi iznad nekog mjesta, **također bez ikakvog utroška energije**. To je jedan od razloga koji pokazuje da ne treba puno žaliti za nekakvim idealnim mehaničkim ležajem bez trenja, jer, premda bi takav ležaj imao neuporedivo veću nosivost od magnetskog polja permanentnog magneta, on nikada ne bi mogao postići takvu trajnost i sigurnost, a samim tim ni ekonomičnost kao ovaj, magnetski ležaj.

I ova bi letjelica zapravo trebala inati dva prstena koji bi rotirali u suprotnom smjeru.

Letjelica sa kvantnim prstenom



Slika 17

1 toroidni tubus s zrcalno glatkim stjenkama; 2 svjetlosni, tj. kvantni prsten; 3 izvori svjetlosti; 4 prozirni fotoelektrični elementi; 5 uređaj sa stvaranje električnog polja; 6 konstrukcija letjelice od nano-cijevi; prolaz koji spaja različite prostorne jedinice; 8 korisni prostor; 9 električne baterije.

Letjelica s kvantnim prstenom funkcionira tako da se električna energija iz baterija 9, posredstvom svjetlosnih izvora 3 pretvra u svjetlost 2 i ubacuje u toroidni tubus letjelice. Budući da su stjenke tubusa zrcalno glatke, svjetlost mora beskonačno kružiti, bez mogućnosti da nestane. Kad je dovoljna "količina" svjetlosti ubačena u tubus, letjelica se počinje dizati. Spušta se tako da se prozirni fotoelektrični elementi 4 penetriraju u tubus. Prolazeći kroz njih, svjetlost se ponovo pretvara i električnu energiju i vraća u baterije 9.

Ovaj tip letjelice zasniva se na Einsteinovom otkriću da svjetlost mijenja smjer svog kretanja kad prolazi blizu snažnih gravitacijskih polja - skreće prema središtu nebeskog tijela baš kao i neka masa. Tu Einsteinovu hipotezu dokazao je lord Edington 1919. godine kad je ustanovio da sunčeva gravitacija zkrivljuje zraku svjetlosti.

Nama je sasvim svejedno da li je svjetlost korpuskula, foton, kvant energije, ili val. Bitno je samo to da se ona reagira na gravitacijsko polje isto kao i masa.

Ako bi smo neku zraku svjetlosti zatvorili u toroidni tubus i prisilili da se kreće u krug, ona bi se ponašala isto kao i onaj prsten čije smo ponašanje već opisali ili kao čestice ioniziranog plina - razvijala bi centrifugalnu, tj. kohezifugalnu silu, a istovremeno i gravifugalnu. Gravitacija, tj. gravipetalna sila bi, naime tu kružnu zraku pokušavala skrenuti ka svom hvatištu (središtu nebeskog tijela) a ona bi se opirala inercijom u smjeru gravifugalne sile. Posljedice kretanja elektromagnetskog vala u krug bile bi, dakle, iste kao i već opisane posljedice takvog kretanja mase.

Razlika bi bila samo u tome što bi smo brzinu mase mogli mijenjati, a brzinu svjetlosti nikako. Jedino što bi smo mogli mijenjati jest "masa" ili "gustoća" svjetlosti, tj. frekvenciju, broj i veličinu elektromagnetskih valova na jedinici dužine svjetlosnog prstena.

Budući da je brzina svjetlosti konstantna, veličina gravifugalne sile ovisila bi o tome koliki je mastični ekvivalent ukupne svjetlosti koja se kreće u krug.

Gravifugalni potisak regulirao bi se povećavanjem ili smanjivanjem "količine" svjetlosti koja bi kružila kroz tubus, a sama količina svjetlosti u prstenu povećavala bi se naprosto dodavanjem svjetlosti iz velikog broja izvora, a smanjivala prolazom svjetlosti kroz neki prozirni fotoelektrični medij (npr: silicijevu pločicu) koja bi svjetlost pretvarala natrag u električnu energiju. To je već bilo rečeno.

Ova letjelica ne bi morala imati dva tubusa, jer se u jednom tubusu mogu kretati dva mlaza svjetlosti u suprotnom smjeru. Ako bi svjetlost bila monokromatska onda bi u tubusu nastao stojni val, tj. područja interferencije izmjenjivala bi se sa svjetlim područjima u kojima nema interferencije. I pri tim pojavama, kretanje obaju mlazova bilo bi jednako brzo i neometano.

Tubus bi trebao biti građen od materije koja dobro odbija svjetlost. Za te shvrhe najpogodniji su aluminij ili nehrđajući čelici. Naravno, tubus bi trebao biti potpuno evakuiran. A poprečni presjek trebao bi mu biti eliptičan. Vidi **sliku 17**

Mlaz ili prsten svjetlosti skretao bi se na kružnu putanju i držao na stanovitom odstojanju od stijenki tubusa jakim električkim poljem situiranim na vanjskom dijelu stijenke tubusa.

Ekonomičnost ovakvog tipa letjelice mogla bi biti velika, jer, načelno gledajući u samoj rotaciji svjetlosti ne bi bilo znatnih otpora ni gubitaka. Veći gubici bi nastajali jedino pri pretvaranju električne energije u svjetlost i obrnuto - svjetlosti u električnu energiju.

III DIO

GRAVIFUGALNA LETJELICA I BUDUĆNOST

A sada nekoliko riječi o mogućnostima upotrebe gravifugalne letjelice.

Najprije treba raskrstiti s iluzijom da će čovjek u njoj lebdjeti. Lebdjeti može samo prsten koji nosi letjelicu, a ljudi, stvari i konstrukcija letjelice, koja je ovješena o prsten, zadržavaju svoju težinu i inerciju.

Gravifugalna letjelica namijenjena je prvenstveno svemirskom prometu. Kada se konačno počne upotrebljavati, turistički charter letovi na Mjesec ili druge planete neće biti nikakva rijetkost. Poslovni čovjek moći će sa svojom osobnom letjelicom otići na Mjesec, kao što danas automobilom odlazi u drugi grad. U zemaljskom prometu, moći će se i najveća količina bilo koje robe, između dvije najudaljenije točke na Zemlji, transportirati najviše za tri sata, uz troškove koji će iznositi jedva nekoliko postotaka suvremenih troškova. Najveću razdaljinu na Zemlji, putnici će prevaljivati za cca 90 minuta provedenih u sigurnosti i udobnosti. Avionski, željeznički, brodski i cestovni promet pokazat će se preskupim, pa će biti reducirani na vrlo malu mjeru. Zemaljska naselja bit će povezana

gravifugalnim letjelicama koje mogu slijetati i uzlijetati sa bilo kojeg mjesta, bez uzletišne staze.

No ta će naselja biti vrlo rijetka. Naime, kad se razvije gravifugalna letjelica, ljudi više neće morati obitavati na tlu, jer će industrijska proizvodnja letjelica s prstenom i ležajem od permanentnog magneta biti jeftinija od gradnje suvremenih kuća i stanova. Samo stanovanje također će biti jeftinije nego stanovanje na tlu, a i ljepše i ugodnije, jer će vlasnik obiteljske kućice po želji moći birati mjesto i visinu obitavanja i seliti se s jednog mjesta na drugo. Nad onim mjestima koja imaju ugodnu klimu ili lijep krajolik, vjerojatno će nastati cijeli lebdeći gradovi. Budući hoteli, bolnice, odmarališta, tvornice, opservatoriji također će se graditi na gravifugalnim platformama. Zemljina atmosfera ispunit će se velikim bijelim diskovima koje će zračne struje, zajedno sa njihovim stanovnicima, nositi amo tamo poput oblaka. Vrlo je vjerojatno da će se veliki dio čovječanstva preseliti u zrak i živjeti na jednom prstenu koji će okruživati Zemlju na visini od nekoliko kilometara iznad ekvatora. Održavanje lebdećih gradova bit će jeftinije nego održavanje sadašnjih.

Buduće generacije od rođenja će se odgajati na nebu, da bi se kod naših potomaka razvila svijest o tome da nisu "pozemljari" kako je govorio Homer, nego nebesnici. Takav odgoj bit će čovjekova duhovna priprema za napuštanje Zemlje i život među zvijezdama. Ako gravifugalna letjelica nije samo san onda bi ona možda mogla biti početak i nužan uvjet jedne nove više etape razvoja ljudske civilizacije, jednog novog ljudskog carstva čije će krajnje granice biti vrlo daleko od rubova Sunčevog sistema. Želio bih posebno istaknuti kako sam uvjeren da ovo rasprostranjivanje diljem galaksije, a možda i ukorjenjivanje u drugim galaksijama, nije stvar nekog ljudskog prohtjeva ili luksuza, nego uvjet trajnog i sigurnog opstanka ljudske vrste i to na način kakav je svojstven i kakav priliči inteligentnim vrstama. Ostajanje isključivo na matičnom planetu isto je što i propast.

Evo još nekoliko ilustracija ekonomičnosti gravifugalne letjelice, i posljedicama njene upotrebe.

Ali, to nisu svi faktori koji utiču na obaranje cijene izvršavanja raznih poslova na ovom polju ljudske djelatnosti. Gravifugalna letjelica podiže sebe i svoj teret tako što pomoću električne energije ubrza svoj prsten do određene brzine. Da bi se spustila natrag, na Zemljinu površinu, ona mora usporiti prsten. To se pak mora učiniti tako da se kinetička energija prstena pretvori natrag u električnu i pohrani u akumulator. Ovo znači da bi se za svako dizanje do orbite i spuštanje natrag na Zemlju trošilo samo toliko energije koliko "progutaju" gubici pri pretvaranju energije iz jednog oblika u drugi, a to iznosi između 5 i 10 % od energije potrebne da se letjelica i njen teret podignu do zadane orbite.

Na obaranje cijene takvog leta utiče i to što se energija za ubrzavanje prstena do brzine koja omogućuje levitaciju, može uzimati iz nekog izvora na Zemlji - izvora koji ne mora imati veći kapacitet niti snagu od izvora u gradskoj električnoj mreži. Energija koja se izgubi pri pretvaranju iz jednog oblika u drugi može se nadoknađivati nekim uređajem u samoj letjelici, npr: gorivnim člankom ili fotoelektričnim ćelijama. No, budući da je gravifugalna letjelica stroj vrlo dugog radnog vijeka, biti će ekonomično njen pogonski uređaj (kućište prstena, prsten i vodiče koji ga napajaju) staviti u stanje supravodljivosti. To će gubitke energije svesti na zanemarivu mjeru. Posao postavljanja nekog umjetnog satelita u orbitu, koji danas košta više od milijardu dolara, u budućnosti će koštati znatno manje od tisuću dolara. Tonakilometar svemirskog transporta bit će neusporedivo jeftinija od tone-kilometra najjeftinijeg današnjeg transporta po površini Zemlje ili vodi.

Evo jednog ilustrativnog primjera iz buduće svakodnevnice.

Ako bi u nekoj dogleđnoj budućnosti, npr. neka koncertna kuća htjela izvesti Bachovu "Missu u h molu" neposredno pod zvijezdama, na visini od tristo kilometara iznad Zemlje, (slušatelj i muzičari bili bi odjeljeni od svemira samo prozirnom plastičnom kupolom), onda ulaznica za taj koncert - kojeg bi pratio light show što ga je projektirao

sam Bog u vrijeme stvaranja svijeta - ulaznica, dakle, za taj koncert, s obzirom na energetske troškove, ne bi smjela koštati ništa više nego da se koncert održava u nekoj dvorani na Zemlji, nego čak nešto manje.

Osvajanje svemira je nužno, ali ono može istinski otpočeti tek kad se troškovi puta u svemir i života u njemu svedu na razinu troškova svih ostalih "običnih" poslova koje čovjek obavlja na površini svog matičnog planeta. Pored ostalog, čovjek je i zoon oikonomikon - ekonomska životinja, odnosno, biće koje mora gledati na to da mu djelatnost bude ekonomična. To znači da se nekim, pa čak ni onim nužnim aktivnostima, neće intenzivnije, a ni ekstenzivnije baviti sve dok ne otkrije metode i sredstva koja će mu dobit učiniti većom od troškova, napora i žrtava u aktivnostima koje prakticira. Bez te dobiti ili koristi nema ni napretka radi kojega se poduzimaju sve te aktivnosti, pa su one onda besmislene ili čak štetne. Tako je to u svim aktivnostima osim u umjetnosti i filozofiji. Ali čak ni one nisu svrha same sebi, kako je mislio Aristotel. I umjetnost i filozofija su svrsishodne i, na stanovit način, "korisne". No njihova "korisnost" je drugačija i nije primjerena svrhama i ciljevima života individue, nego vrste. Individua koja se istinski posvećuje umjetnosti, filozofiji, a i znanosti, žrtvuje svoj život ostvarenju ciljeva i dobrobiti vrste tj. bavi se time na svoju štetu i nesreću. Ali, vratimo se ipak ovozemaljskim problemima.

Avionska putna karta s kontinenta na kontinent danas dođe cca 1000\$. Upotreba gravifugalne letjelice smanjit će joj cijenu **ispod** 10 \$. To će biti revolucija u transportu, kako s obzirom na obaranje cijene koštanja, tako i s obzirom na brzinu, sigurnost i udobnost. Putovanja i transport neće biti osjetno skuplji od mirovanja na tlu. Zemlja će postati malena. Moći ćemo ju obići nekoliko puta u toku 24 sata bez ikakvih napora i troškova. Dan i noć neće biti više ono što su danas. Cijeli planet bit će toliko povezan koliko su danas povezane četvrti nekog grada u kojem je dobro organiziran promet.

Čitatelj može zamisliti kakve će promjene u svjetskoj, a i u nacionalnim ekonomijama izazvati mogućnost da se za svega nekoliko sati, i to gotovo besplatno transportira bilo koja količina robe s jednog kontinenta na drugi. Svježe, netom ubrano voće, npr. iz Južnoafričke Republike stizati će za manje od dva sata u Alasku, a australijska janjetina moći će se, bez smrzavanja, za isto vrijeme dopremiti u Canadu. Riba iz polarnih mora stizat će takoreći živa u srce Afrike. S druge strane, na jednoj tržnici u nekom lebdećem gradu, potrošaču će biti neposredno dostupno sve što čovjek i priroda stvaraju na ovom planetu. Najfinije i najzdravije voće i povrće uzgajati će se na lebdećim plantažama, koje će davati tri ili čak četiri žetve ili berbe godišnje.

Već sam rekao da će jedan dio ljudske populacije živjeti i raditi u zraku u lebdećim kućama i gradovima, koje će zračne struje nositi oko cijelog planeta. Kada se to doista zbude, kakve će svrhe imati postojeće carinske barijere i međudržavne granice, koje već danas ne služe gotovo ničemu drugom osim popunjavanju državnih blagajni, i koje, samim tim snižavaju produktivnost ukupne svjetske ekonomske aktivnosti i usporavaju njen razvoj?

S druge strane, zahtjev za sigurnošću života i posjeda rezultirat će stvaranjem jake svjetske policije koja će moći efikasno suzbijati nezakonitosti u zraku, na Zemlji i u svemiru oko nje. Može se dakle očekivati da će upotreba gravifugalne letjelice ubrzati proces stvaranja Svjetske države. Ovo pak znači da će sadašnje lokalne države i državice izgubiti neke aspekte svoje autonomije. Npr. pravo da posjeduju i upotrebljavaju oružanu silu protiv drugih država, pravo da postavljaju carinske ili kakve druge protekcionističke barijere, pravo da emitiraju neki svoj, poseban novac itd. Ovo što je bilo rečeno zapravo je samo nagovještaj onoga što čovjek mora napraviti na Zemlji, da bi se mogao slobodno i svim svojim snagama posvetiti ekspanziji u svemir. Osvajanje svemira nije posao samo jedne ili nekolicine nacija, nego posao cijele ljudske vrste.

Pogrešno bi bilo misliti da će gravifugalna letjelica služiti kao svemirski brod za međuzvezdana putovanja. Za to je potrebna jedna druga vrsta letjelice koja će se moći kretati i nadsvjetlosnom brzinom. Projekt te letjelice također čeka da bude realiziran. Jasno, mogućnost gradnje takvog broda danas se ne vidi zbog dogmatske vjere u Teoriju relativiteta, odnosno u njene pogrešne tvrdnje: da nije moguća veća brzina od brzine svjetlosti, da se masa nekog tijela povećava s njegovom brzinom i da pri brzini svjetlosti postaje beskonačna itd. (ovdje bih, samo usput, htio skrenuti pažnju na jedno pitanje kojeg, koliko znam, još nitko nije postavio. To je pitanje: može li sama svjetlost putovati brzinom koja je manja od $c - 299\,800$ km/sek. Da je netko postavio to pitanje i korektno odgovorio na njega, već bi time pokazao da Teorija relativiteta, tj. njeno shvaćanje svjetlosti nema smisla, tj. ne odgovara naravi stvari koje pokušava protumačiti).

Ono osnovno čemu služi antigravitacijska, tj. gravifugalna letjelica (kad se upotrebljavala kao svemirsko transportno sredstvo) jest da se čovjek **lako, sigurno i jeftino** “odlijepi” od površine nebeskih tijela i dođe u prostor u kojem više neće robovati gravitaciji, a, naravno, i obrnuto - da se iz tog “slobodnog” prostora isto tako, kad god to poželi, može spustiti na površinu planeta. To je prvi i najteži korak na putu do Galaktičkog carstva. I ako se on uspješno iskorači, ostalo neće biti toliki problem. Za razliku od raketa, gravifugalna letjelica doista otvara vrata svemira. Budući da će ona ipak moći razviti brzinu do $1\,000$ km/sek. moći će se koristiti i za promet među planetima Sunčevog sistema. Putovanje do ruba sistema - do Plutonove orbite više se neće mjeriti godinama nego danima. Ova letjelica imat će i veoma važnu, nezaobilaznu ulogu u osvajanju svemira izvan Sunčevog sistema. Pomoću nje će se, naime, graditi veliki svemirski brodovi za interstelarna putovanja. Zbog svoje veličine, ovi se brodovi neće moći graditi niti lansirati sa Zemlje ili kojeg drugog nebeskog tijela. Oni će biti sagrađeni u Zemljinoj ili Sunčevoj orbiti, a gravifugalna letjelica služit će kao jeftino prijevozno sredstvo kojim će se dijelovi tih brodova, koji se budu izrađivali na Zemlji ili Mjesecu, prevoziti do “gradilišta” svemirskog broda u orbiti. Veći dio tih elemenata vjerojatno će se proizvoditi u orbitalnim laboratorijima i tvornicama, pa ih neće biti potrebno “dizati” sa Zemlje. Sami interstelarni brodovi neće moći slijetati na planete koje budu istraživali, nego će biti opremljeni velikim brojem malih gravifugalnih letjelica pomoću kojih će se obavljati taj posao.

To bi, uopćeno i sažeto govoreći, mogli biti ključni načini upotrebe gravifugalne ili antigravitacijske letjelice.

Petar Bosnić Petrus