

DIALOG O DVEH VELIKIH SISTEMIH SVETA

GALILEO GALILEI

PRVI DAN

Sogovorniki: *Salviati, Sagredo in Simplicio*

Salviati: Sklep včerajšnjega srečanja je bil, da naj bi danes razpravljali, kolikor najpodrobneje in najnatančneje zmoremo, o tistih naravnih zakonih in njihovi veljavnosti, ki so jih doslej za eno in drugo stran navajali zagovorniki

Kopernik ima Zemljo za planetu podobno kroglo.

Aristotelovega in Ptolemajevega stališča ter pripadniki Kopernikovega sistema. In ker ima Kopernik tudi Zemljo za planetu podobno kroglo, s tem ko jo umešča med gibajoča se nebesna telesa, bo dobro, da se za začetek naših premišljanj lotimo pre-

verjanja, kakšno moč in kolikšno veljavo ima peripatetično dokazovanje, da je takšna trditev popolnoma nemogoča; v zvezi s tem bo potrebno uvesti v naravo med seboj različni substanci, tj., nebesno in [substanco] elementov, in sicer je prva neminljiva in nesmrtna, medtem ko je druga spremenljiva in minljiva. Aristotel obravnava ta predmet v svoji knjigi *O nebu*, tako da ga najprej uvaja z razmisleki, ki so odvisni od nekaterih splošnih podmen, in nato utemeljuje z izkušnjami in posebnimi dokazi. Sam bom, držeč se istega zaporedja, predložil in nato prosto povedal svoje mnenje ter se izpostavil vajini kritiki in zlasti kritiki gospoda Simplicia, ki tako neutrudno zagovarja in podpira Aristotelov nauk.

Po Aristotelu so v naravi nujne nespredukačljive nebesne substance in predukačljive substance elementov.

Prvi korak peripatetičnega argumentiranja je, ko Aristotel dokazuje, da je svet popoln in dovršen,¹ z utemeljitvijo, da ni niti preprosta črta niti zgolj

¹ Galilejeva izraza kompletan – *completo* in perfekten – *perfetto*, ki sta si tako v italijanščini in še prej v latinščini kakor v slovenščini pomensko zelo blizu, dosledno prevajam s *popoln* (lat. *compleo* – napolniti, dopolniti, izpolniti, dovršiti; *completus* – dovršen, popoln), torej tak, ki mu nič ne manjka, in *dovršen* (lat. *perficio* – narediti, izvršiti, izdelati; končati, dovršiti, skleniti; *perfectus* – dovršen), torej tak, ki je do popolnosti izdelan, dodelan. (Op. prev.)

ploskev, marveč telo, ki ima dolžino, širino in globino; in ker razsežnosti ni več kot tri in jih svet ima, ima vse, in ker ima vse,² je dovršen.

Močno bi si želel, ko bi mi bil Aristotel to, da, izhajajoč iz enostavne dolžine, ki jo vzpostavlja velikost, imenovana črta, z dodajanjem širine ustvarimo ploskev, in če pridamo še višino ali globino, dobimo telo, ter to, da onstran teh razsežnosti ni poti k nobeni drugi, ampak se neokrnjenost, in če tako rečem, celovitost konča zgolj pri teh treh, dokazal kot nujno, še zlasti, ker bi bilo to mogoče dokaj jasno in hitro storiti.

Simplicio. Mar manjka čudovitih dokazov v 2., 3. in 4. paragrafu, takoj za definicijo kontinuuma? Mar nimate tam, prvič, da poleg treh razsežnosti ni nobene druge, ker je tri vsaka stvar in na vse strani? In mar tega ne potrjujeta ugled in nauk pitagorejcev, ki pravijo, da so vse stvari določene s številom tri, začetkom, sredino in koncem, ki je število vsega? In kje puščate drugi dokaz, tj., da se to število – tako rekoč po naravnem zakonu – uporablja pri žrtvo- Število 3 so vanju bogovom? In da, ker tako ukazuje narava, pridajamo atribut častili pitagorejci. »vse« stvarem, ki so tri, ne manj? Kajti o dveh rečemo *obe*, ne rečemo *vse*, medtem ko o treh rečemo tako. In ves ta nauk imate v 2. paragrafu. V 3. pa, *ad pleniorē scientiam*,³ beremo, da so vsaka stvar, vse in dovršeno formalno eno in isto; in da je zato med veličinami dovršeno samo telo, ker je edino določeno s 3, ki je vse, in ker je deljivo na tri načine, je deljivo na vse načine: medtem ko sta drugi dve deljivi ena na en način in druga na dva, kajti njuna deljivost in kontinuiteta se ujemata s številom, ki jima pripada; in tako je ena stvar kontinuirana na en način, druga na dva, samo ono, tj., telo pa na vse. In mar Aristotel za nekaterimi drugimi nauki v 4. paragrafu ne potrjuje istega še z drugim dokazom povrh, se pravi, da prehod ni možen, če ni kake pomanjkljivosti (in tako prehajamo od črte k ploskvi, ker črti manjka širina), in ker dovršeno ne more biti pomanjkljivo, saj je na vse strani, od telesa ni mogoče preiti k drugi veličini? Mar se vam glede na vsa ta mesta ne zdi zadovoljivo dokazano, da od treh razsežnosti, dolžine, širine in globine, ni mogoče preiti k nobeni drugi in da je zato telo, ki ima vse, dovršeno?

Salviati. Sam se, po pravici povedano, ob vseh teh sklepanjih nisem čutil prisiljenega priznati nič drugega kot to, da o tem, kar ima začetek, sredino in konec, moremo in moramo reči, da je dovršeno: ampak da je število 3 zato, ker so začetek, sredina in konec 3, dovršeno število in zmore tistemu, kar ga ima, podeljevati dovršenost, tega ne čutim kot nekaj, kar bi bil pripravljen priznati; ne razumem in ne verjamem, da bi bilo, npr., za noge število 3 bolj

² Tokrat je *vse (tutto)* v ednini! (Op. prev.)

³ V *popolnejšo vednost*. (Op. prev.)

dovršeno kot 4 ali 2 niti da bi število 4 povzročalo elementom kakšno nedovršenost in da bi bilo bolj dovršeno, če bi bili 3. Zatorej bo boljše prepustiti to okrasje govornikom in predložiti potrebne dokaze, kot se dela v dokazovalnih vedah.

Simplicio. Zdi se, kot da se norčujete iz teh sklepov; pa vendar je vse to nauk pitagorejcev, ki so na števila toliko dali; in vi, ki ste matematik, in mislim, v številnih mnenjih tudi pitagorejski filozof, zdaj, kot kaže, zaničujete njihove skrivnosti.

Salviati. Prav dobro vem, da so pitagorejci kar najviše čislali vedo o številnih in da je sam Platon občudoval človeški um in menil, da je udeležen v božanstvu že zato, ker razume naravo števil, in nisem daleč od oblikovanja enake sodbe; ampak da so skrivnosti, zaradi katerih so Pitagora in njegova ločina tako častili vedo o številnih, tiste neumnosti, ki se širijo med ljudmi od ust do ust in na papirju, tega nikakor ne verjamem;

Pravljicne pitagorejske skrivnosti števil.

rih so Pitagora in njegova ločina tako častili vedo o številnih, tiste neumnosti, ki se širijo med ljudmi od ust do ust in na papirju, tega nikakor ne verjamem;

Po Platonovi sodbi človeški um participira v božanstvu, ker razume števila.

ker namreč vem, da so obsojali kot bogoskrunsko objavljanje najskrivnejših lastnosti števil ter nesoizmerljivih in iracionalnih količin, ki so jih raziskovali, zato da čudovite reči ne bi bile izpostavljene sramotenju in preziru preprostega ljudstva, in učili, da bo tisti, ki bi jih razkril, trpel hude muke na onem svetu; mislim, da je eden izmed njih, zato da bi ljudstvu dal nekaj v zobe in se rešil njegovega spraševanja, natvezel, da so njihove številske skrivnosti prav ta ništrc, ki se je potem raztrosil med ljudmi; in to tako bistroumno in zvito kot prebrisani mladenič, ki je, zato da bi se znebil nadlegovanja, ne vem, ali matere ali radovedne žene, ki ga je noč in dan morila, naj ji zaupa skrivnosti senata, spesnil tisto pravljico, zaradi katere se je potem njej in skupaj z njo mnogim drugim ženskam prav ta senat na vsa usta posmehoval.

Simplicio. Nočem spadati med tiste, ki so preveč radovedni na pitagorejske skrivnosti; ampak če ostajam pri našem predmetu, ponavljam, da se mi zdijo utemeljevanja, ki jih navaja Aristotel v dokaz, da razsežnosti niso in ne morejo biti več kot tri, prepričljiva; in prepričan sem, da ko bi obstajal kakšen nujnejši dokaz, ga Aristotel ne bi bil zanemaril.

Sagredo. Dodajte vsaj, ko bi ga bil poznal ali ko bi se ga bil spomnil. Ampak vi, g. Salviati, mi boste naredili res veliko veselje, če mi boste dali kakšno očitno utemeljitev, če premorete kakšno tako jasno, da jo bom tudi jaz razumel.

Salviati. Še več, vi in tudi g. Simplicio; in ne samo da jo bosta razumela, ampak jo že tudi poznata, četudi nemara nista bila pozorna nanjo. In za lažje umevanje bomo vzeli papir in pero, ki ju že vidim tu pripravljena za take potrebe, in malo risali. Najprej bomo označili ti dve točki A in B, in zdaj ko sem potegnil od ene do druge krivi črti

Geometrijski dokaz za tri razsežnosti.

ACB in ADB ter premo AB, vaju vprašam, katera od njih je po vajinem mišljenju tista, ki določa razdaljo med točkama A in B, in zakaj.

Sagredo. Jaz bi rekel prema, ne krivi; zato, ker je prema črta najkrajša; zato, ker je ena, edina in določena, medtem ko je drugih neskončno in so neenake ter daljše, in po moje je treba določitev izpeljevati iz tega, kar je eno in zanesljivo.

Salviati. Za določevalko dolžine med dvema točkama imamo torej premo črto; dodajmo zdaj drugo premo črto, ki je vzporedna z AB in jo bomo imenovali CD, tako da med njima leži ploskev, od vaju pa bi rad, da mi določita njeno širino. Povejta mi, tako da začneta v točki A, kje mislita končati na črti CD in kako, da bosta določila širino, zajeto med tema dvema črtama; hočem reči, ali jo bosta določila po velikosti krive AE ali preme AF ali...

Simplicio. Po premi AF in ne krivi, glede na to, da smo krive že izključili iz tovrstne rabe.

Sagredo. Jaz pa si ne bi pomagal ne z eno ne z drugo, ko vidim, da gre črta AF poševno, ampak bi povlekel črto, ki bi bila pravokotna na CD, ker se mi zdi, da bi bila najkrajša in edina med neskončnim [številom] daljših in med seboj neenakih, ki jih je mogoče potegniti iz točke A v zaporedne točke na nasprotni črti CD.

Salviati. Vaša izbira in utemeljitev, ki jo navajate zanjo, se mi zdita brezhibni: torej smo doslej ugotovili, da prvo razsežnost določamo s premo črto; drugo razsežnost, tj., širino z drugo, tudi premo črto, in ne samo premo, ampak še več, pravokotno na tisto, ki določa dolžino; in tako smo opredelili dve razsežnosti, tj., dolžino in širino. Ko pa bi morala določiti neko višino, kot na primer, kako visoko je ta strop od poda, ki ga imamo pod nogami, s katero od črt bi si pomagala, glede na to, da je mogoče iz katere koli točke na stropu potegniti neskončno [število] krivih in premih črt, vseh med seboj različnih po dolžini, do neskončnega [števila] točk na podu spodaj?

Sagredo. Jaz bi na strop pritrdil vrstico s svinčnico, obešeno nanjo, in jo pustil, da bi se prosto spuščala, dokler ne bi dosegla poda: in ker bi bila dolžina te vrvice ravna in najkrajša med vsemi črtami, ki bi jih bilo mogoče povleči iz iste točke k podu, bi rekel, da je to prava višina te sobe.

Salviati. Izvrstno. In ko bi iz točke, ki jo na podu označuje viseča vrstica (postavimo, da je pod vodoraven in ne nagnjen), potegnili dve drugi premi črti, eno za dolžino in drugo za širino ploskve tega poda, kakšna kota bi oklepali z vrstico?

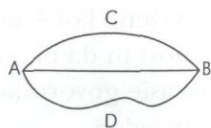


FIG. 1

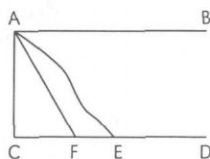


FIG. 2

Sagredo. Gotovo bi oklepali prava kota, pod pogojem da je vrvica obtežena s svinčnico in so tla gladka in popolnoma vodoravna.

Salviati. Če torej izberemo neko točko za začetek in izhodišče mer in iz nje potegnemo premo črto kot določevalko prve mere, tj., dolžine, mora biti ta, ki naj določa širino, nujno postavljena pravokotno na prvo, ona pa, ki naj označuje višino, tj., tretjo razsežnost in izhaja iz iste točke, z drugima dvema ne sme tvoriti nagnjenih kotov, temveč prava: in tako smo s tremi pravokotnicami kot tremi edinimi, zanesljivimi in najkrajšimi črtami določili tri razsežnosti, z AB dolžino, z AC širino in z AD višino. In ker je jasno, da se v isto točko ne more stekati nobena druga, ki bi z navedenimi oklepala prave kote, in ker moramo razsežnosti določati le s premimi črtami, ki med seboj tvorijo prave kote, zatorej ni več razsežnosti od 3; in kar ima 3, ima vse, in kar ima vse, je deljivo na vse načine, in kar je takšno, je dovršeno itd.

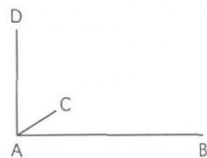


FIG. 3

Simplicio. In kdo pravi, da ni mogoče povleči drugih črt? In zakaj ne bi mogel od spodaj potegniti do točke A še ene črte, ki bi bila pravokotna na druge?

Salviati. Prav gotovo se v isti točki ne morejo stekati več kot samo tri preme črte, ki med seboj tvorijo prave kote.

Sagredo. Seveda, kajti ta, ki jo misli g. Simplicio, se mi zdi, da je ista DA, samo podaljšana navzdol: in tako bi se dalo podaljšati tudi drugi dve, vendar bi ostale iste prve tri, edini razloček bi bil, da bi se tam, kjer se zdaj samo stikajo, potem sekale, vendar ne bi ustvarile novih razsežnosti.

Simplicio. Ne bom rekel, da ta vaš sklep ne more biti prepričljiv, temveč bom lepo rekel z Aristotelom, da pri naravnih rečeh ni treba zmeraj iskati nujnosti matematičnega dokaza.

Sagredo. Da, mogoče tam, kjer jih ni mogoče dobiti; ampak če tukaj obstaja, čemu ga nočete uporabiti? Vseeno bo dobro, če nehamo tratiti besede za to podrobnost, kajti prepričan sem, da bi g. Salviati tako Aristotelu kot vam brez dodatnih dokazov priznal, da je svet telo in da je kot največje Božje delo dovršen in brezhibno dovršen.

Salviati. Res je tako. Zato pustimo ob strani splošno razmišljanje o celoti in preidimo k preudarku o delih, in sicer Aristotel pravi, da sta po prvi delitvi dela dva in sta med seboj popolnoma različna in na neki način nasprotna; govorim o nebesnem [delu] in [delu štirih] elementov: prvem nenastajljivem, neuničljivem, nespremenljivem, neminljivem itd., in drugem, ki je izpostavljen nenehnemu predru-
gačevanju, spreminjanju itd. To različnost izvaja iz raznote-

Pri naravnih dokazih ni treba iskati geometrijske eksaktnosti.

Po Aristotelu ima svet 2 med seboj nasprotna si dela, nebesnega in del, ki ga tvorijo elementi.

rosti prostorskih gibanj kot njenega izvirnega začetka: in zadevo naprej razvija takole.

Prostorska gibanja so treh vrst, premo, krožno in mešano.

Potem ko, da tako rečemo, zapusti čutni svet in se umakne v idealnega, začne razmišljati kot arhitekt, da morajo naravna telesa zato, ker je počelo gibanja narava, imeti prostorsko gibanje. Potem izjavlja, da so prostorska gibanja treh vrst, in sicer krožna, prema in mešana krožno-prema; prvi dve imenuje enostavni, ker sta med vsemi črta-

Premo in krožno gibanje sta enostavni, ker potekata po enostavnih črtah.

mi samo krožnica in premica enostavni. In nato, nekoliko omejevanje se, vnovič opredeli enostavni gibanji, eno kot krožno, tj., tisto, ki poteka okrog središča, in drugo kot premo, potekajoče navzgor in navzdol, tj., navzgor, kadar se oddaljuje od središča, in navzdol, kadar gre proti središču: in iz tega sklepa, da

se vsa enostavna gibanja nujno omejujejo na te tri vrste, tj., k središču, od središča in okrog središča; to paje, pravi, v lepem sorazmerju s tem, kar je bilo prej povedano o telesu, namreč, da je dovršeno v treh rečeh, in ravno táko je tudi njegovo gibanje. Potem ko določi ta gibanja, nadaljuje, rekoč, da so med naravnimi telesi ena enostavna in druga iz njih sestavljena (in enostavna telesa pravi tistim, katerih počelo gibanja je narava, kot sta ogenj in zemlja), zato morajo enostavna gibanja pripadati enostavnim telesom in mešana sestavljenim, vendar tako, da sestavljena telesa sledijo gibanju prevladujočega dela v svoji sestavi.

Sagreda. Prosim vas, g. Salviati, ustavite se malo, ker čutim, da mi pri tej razlagi s toliko strani vstaja toliko dvomov, da jih bom moral izreči, če bom hotel pozorno poslušati stvari, ki jih boste še dodali, ali pa odvrniti pozornost od stvari, o katerih bo govor, če bom hotel te dvome ohraniti v spominu.

Salviati. Prav rad se ustavim, saj tudi meni grozi podobna usoda in se vse bolj zgubljam, medtem ko bi moral jadrati med čermi in razpenjenimi valovi, zaradi katerih izgubljam kompas, kot se reče: zato naštejte svoje težave, preden se jih nakopiči še več.

Sagredo. Skupaj z Aristotelom sta me na začetku malo ločila od čutnega sveta, da bi mi pokazala arhitekturo, po kateri je moral biti narejen, in po moji vseči ste mi začeli razlagati, da se naravno telo giblje po naravi, saj je narava počelo gibanja, kot ste opredelili drugje. Tu se mi je porodil majhen dvom; in sicer, zakaj Aristotel ni rekel, da so med naravnimi telesi nekatera gibljiva po naravi in druga negibna, četudi je v definiciji rečeno, da je narava počelo gibanja in mirovanja; kajti če imajo vsa naravna telesa počelo gibanja, tedaj je bodisi odveč mirovanje uvrščati v definicijo narave ali pa to definicijo navajati na tem mestu. Kar zadeva potem izjavo, katera gibanja ima za enostavna in kako jih določa s prostorom, imenujoč enostavna tista, ki potekajo

Definicija narave je bodisi pomanjkljiva ali pa jo Aristotel uvaja v nepravem trenutku.

po enostavnih črtah, kakršni sta krožna in prema, jo mirno sprejemam, ne da bi dlakocepil s pripombo o spirali okrog valja, ki je v vsakem svojem delu podobna sami sebi in bi jo zato lahko prištevali med enostavne črte. Zato pa me kar pošteno moti, ko ga slišim uvajati omejitve (medtem ko se zdi, da bi rad z drugimi besedami ponovil iste definicije) in imenovati prvo gibanje gibanje okrog središča in drugo *sursus et deorsus*, tj., navzgor in navzdol; kajti ti izrazi niso v rabi zunaj narejenega sveta, in nimajo ga samo za narejenega, ampak že tudi za naseljenega z nami. Če je premo gibanje enostavno zaradi enostavnosti preme črte in če je enostavno gibanje naravno, pa naj gre v katero koli stran, se pravi, navzgor, navzdol, naprej, nazaj, na levo ali na desno ali v katero koli drugo smer, ki si jo lahko zamislimo, samo da je premo, potem bo moralo ustrezati nekemu enostavnemu naravnemu telesu; in če ne, je Aristotelova predpostavka pomanjkljiva. Poleg tega vidimo, da je po Aristotelovem mnenju na svetu samo eno krožno gibanje in torej samo eno središče, na katero se nanašajo prema gibanja navzgor in navzdol. Vse to kaže, da bi rad karte drugače premešal in arhitekturo prilagodil gradnji, ne pa gradil po zapovedih arhitekture: kajti če rečem, da so v celotni naravi možni tisoči krožnih gibanj in torej tisoči središč, tedaj bo tudi na tisoče gibanj navzgor in navzdol. Poleg tega, kot rečeno, predpostavlja enostavni in mešano gibanje, in sicer pravi enostavni krožnemu in prememu, mešano pa sestavljenemu iz teh dveh; ena naravna telesa imenuje enostavna (tj., taka, katerih enostavno gibanje ima naravno počelo) in druga sestavljena; in enostavna gibanja pripisuje enostavnim telesom, sestavljena pa sestavljenim: vendar s sestavljenim gibanjem ne misli več mešanega iz preme in krožnega, ki je na svetu možno, marveč vpeljuje tako nemogoče mešano gibanje, kakor je nemogoče mešati nasprotujoči si gibanji, potekajoči po isti premi črti, tako da bi iz njiju nastalo gibanje, ki bi šlo deloma navzgor in deloma navzdol; in da bi ublažil to tako neustrezno in nemogočo reč, se omejuje, rekoč, da se taka mešana telesa gibljejo glede na prevladujoči enostavni del; to pa ga nazadnje primora reči, da je tudi gibanje, ki poteka po isti premi črti včasih enostavno in drugič sestavljeno, tako da se enostavnost gibanja ne pričakuje več samo od enostavnosti črte.

Spirali okrog valja lahko rečemo enostavna črta.

Aristotel prilagaja zapovedi arhitekture gradnji sveta in ne gradnje zapovedim.

Po Aristotelu je premo gibanje enkrat enostavno in drugič mešano.

Simplicio. Oh, mar se vam ta razloček med njima, da je enostavno in absolutno gibanje veliko hitrejšo kot tisto, ki izhaja iz prevladujočega dela, ne zdi zadosten? In to, koliko hitreje potuje navzdol kos čiste zemlje od kosa lesa?

Sagredo. Dobro, g. Simplicio: ampak če je treba zaradi tega spremeniti enostavnost, ne bo obstajalo samo sto tisoč mešanih gibanj, ampak mi tudi ne boste znali opredeliti enostavnega; še več, če lahko večja in manjša hitrost

predrugačita enostavnost gibanja, se ne bo nobeno enostavno telo nikoli premikalo z enostavnim gibanjem, saj pri vseh naravnih premih gibanjih hitrost zmeraj narašča in zatorej zmeraj spreminja enostavnost, ta pa mora biti, če naj bo enostavnost, nespremenljiva; in kar je še pomembnejše, Aristotelu pripisujete novo napako, češ da v definiciji sestavljenega gibanja ni omenil ne počasnosti ne hitrosti, ki ju vi pojmuje kot nujni in bistveni člen. Povrhu pa iz takega pravila ne boste mogli potegniti nikakršnega sadu, kajti obstajajo mešana gibanja, in ni jih malo, od katerih gredo ena počasneje od enostavnega in druga hitreje od njega, kot na primer svinec in les v primerjavi z zemljo: in katero od teh gibanj boste zato imenovali enostavno in katero sestavljeno?

Simplicio. Enostavno se bo imenovalo tisto, ki pripada enostavnemu telesu, in sestavljeno tisto, ki pripada sestavljenemu.

Sagredo. Izvrstno, zares. In kaj pravite na to, g. Simplicio? Malo prej sem hotel, da bi me enostavno in sestavljeno gibanje poučili, katera telesa so enostavna in katera mešana; in zdaj hočete, da iz enostavnih in mešanih teles potegnem védenje, katero gibanje je enostavno in katero mešano; odlično pravilo, da ne moreš nikoli spoznati ne gibanj ne teles. Povrhu ste ravnokar izjavili, da vam ni zadosti večja hitrost, marveč iščete tretji pogoj za definicijo enostavnega gibanja, medtem ko se Aristotel zadovoljuje z enim, tj., enostavnostjo poti. Ampak zdaj naj bi bilo po vašem mnenju enostavno gibanje tisto gibanje, ki ga gibajoče se enostavno telo z neko določeno hitrostjo opisuje po enostavni črti. Pa naj bo, kakor vam je prav, in vrnimo se k Aristotelu, ki je definiral mešano gibanje kot gibanje, ki ga sestavljata premo in krožno; vendar pa nato ni našel nobenega telesa, ki bi se naravno premikalo s takim gibanjem.

Salviati. Torej se vračam k Aristotelu, ki je zelo dobro in metodično začel svojo razpravo, ker pa mu je šlo bolj za to, da bi jo končal na cilju, ki si ga je v duhu že prej zastavil, in ga zadel kakor tam, kamor bi ga vodil preudarek, je pretrgal nit in jo ubral kar počez ter razglasil kot znano in očitno stvar, da prema gibanja navzgor in navzdol naravno ustrezajo ognju in zemlji in je zatorej nujno, da je v naravi mimo teh teles, ki so poleg nas, še neko drugo, ki mu ustreza krožno gibanje, in to telo je toliko odličnejše, kolikor je krožno

Zakaj je po Aristotelu krožnica dovršena in premica nedovršena.

gibanje bolj dovršeno od premega: to, koliko je ono bolj dovršeno od slednjega, pa izpeljuje iz tega, koliko je krožnica bolj dovršena od premice, in sicer imenuje prvo dovršeno in drugo nedovršeno; nedovršeno zato, ker če je neskončna, nima konca in meje; če pa je končna, je zunaj nje nekaj, kamor bi se

lahko podaljšala. To je ogelni kamen, osnova in temelj vse zgradbe aristotelskega sveta in nanj se opirajo vse druge lastnosti ne težkega ne lahkega, nenastajljivega, neuničljivega, izključenega iz vsakršnega spreminjanja, izvzemši

spreminjanje mesta itd.: in vse te značilnosti, pravi, so lastne enostavnemu telesu, ki se premika s krožnim gibanjem, medtem ko gibajočim se telesom, ki se naravno premikajo s premimi gibanji, dodeljuje nasprotna stanja, težo, lahkost, uničljivost itd. Kjer pa v doslej ugotovljenem kadar koli odkrijemo pomanjkljivost, lahko utemeljeno podvomimo o vsem drugem, kar je na tem zgrajeno. Ne zanikam, da Aristotel to, kar je doslej uvedel s splošno razlago, odvisno od univerzalnih in prvih počel, pozneje v nadaljnjem razglabljanju vnovič potrjuje s posebnimi dokazi in preizkusi, ki pa jih je treba vsakega posebej premisliti in pretehtati; ampak ker že doslej povedano postavlja pred nas številne in nemajhne težave (in vendar bi bilo prav, da bi bila prva počela in temelji zanesljivi, trdni in dogovorjeni, zato da bi lahko na njih odločneje gradili), mogoče storimo prav, če pogledamo, preden nam kup dvomov narase, ali nas ne bi nemara (in sam mislim, da gotovo) druga pot, če se odpravimo po njej, popeljala bolj naravnost in zanesljivo in bi lahko osnovne temelje postavili po bolj premišljenih arhitektonskih zapovedih. In če za zdaj prekinem Aristotelovo razglabljanje, ki ga bomo ob svojem času spet povzeli in kos za kosom preučili, vendarle pravim, da se v zvezi s tem, kar je doslej povedal, pri sebi strinjam in dopuščam, da je svet telo, ki je obdarjeno z vsemi razsežnostmi in zato brezhibno dovršeno; in dodajam, da je kot tak nujno popolno urejen, tj., iz delov, ki so med seboj razporejeni v najvišjem in brezhibno dovršenem redu; in ne verjamem, da boste vi ali kdo drug zanikali to trditev.

Glede na avtorja se predpostavlja, da je svet dovršeno urejen.

Simplicio. In kdo, hočete, naj bi vam jo zanikal? Kot prvo je to trditev samega Aristotela, in potem se mi ne zdi, da bi njegovo poimenovanje izhajalo od kod drugod kot iz reda, ki ga dovršeno vsebuje.

Salviati. Zdaj ko smo postavili to načelo, lahko nemudoma sklepamo, da če se morajo telesa, ki sestavljajo svet, gibati po svoji naravi, ni mogoče, da bi bila njihova gibanja prema ali drugačna kot krožna; in dokaz je precej lahek in očiten. To, kar se premika s premim gibanjem, spreminja svoje mesto, in ko nadaljuje gibanje, se bolj in bolj oddaljuje od točke, od katere je začelo, in od vseh točk,

V dobro urejenem svetu premo gibanje ni možno.

skozi katere potem prehaja; in če mu tako gibanje naravno pripada, tedaj na začetku ni bilo na svojem naravnem mestu in zato deli sveta niso bili razporejeni v dovršenem redu: ampak predpostavljajmo, da so dovršeno urejeni: kot

Premo gibanje je po svoji naravi neskončno. takim pa jim torej ne more biti po naravi dano, da menjajo mesto, in posledično, da se premikajo s premim gibanjem. In ker je povrh premo gibanje po svoji naravi neskončno, kajti

premica je neskončna in neomejena, ni mogoče, da bi bilo kateremu gibajočemu se telesu po naravi dano počelo preme-ga gibanja, tj., tja, kamor ni mogoče priti, glede na to, da ni

Premo gibanje je po naravi nemo-goče.

vneprej določene meje; in narava, kot pravilno ugotavlja sam Aristotel, se ne loteva tega, česar ni mogoče narediti, niti se ne trudi z gibanjem tja, kamor ni mogoče priti. In tudi če bi kdo rekel, da je narava, če tako rečemo, temu gibanju, kljub temu da je mogoče premico in torej gibanje po njej potegniti v neskončnost, vendarle samovoljno dodelila kakšne meje in dala svojim naravnim telesom naravna nagnjenja do gibanja k njim, bom odgovoril, da bi si bilo nemara mogoče izmišljovati, da se je to dogajalo v prvotnem kaosu, po katerem so zmedeno in brez reda begale nerazločene snovi, narava pa si je za njihovo urejanje zelo priročno pomagala s premimi gibanji, ki sicer s premikanjem dobro razmeščenih teles vnašajo nered, v tem primeru pa so bila pripravna za urejanje slabo razporejenih; ampak potem ko so bila telesa izvrstno razporejena in umeščena, ni mogoče, da bi v njih še ostalo naravno nagnjenje do premikanja s premim gibanjem, saj bi iz tega sledilo le to, da bi spet zapuščala lastno naravno mesto, se torej spremešavala. Zato lahko rečemo, da je premo gibanje služilo za prinašanje materije za izvedbo dela, ampak zdaj ko je to narejeno, mora biti bodisi negibno, če pa se giblje, se sme gibati edinole krožno; razen če ne bi radi rekli s Platonom, da je Tvorec tudi svetovna telesa, potem ko jih je ustvaril in do kraja izoblikoval, nekaj časa premikal s premim gibanjem, ko pa so nato prišla na prava in določena mesta, je drugo za drugim preusmeril iz premega gibanja v krožno, v katerem so potem ostala in v njem vztrajajo še zdaj. Vzvišena misel, res vredna Platona, in v zvezi z njo mi prihaja na misel, da sem o njej slišal razpravljati našega skupnega prijatelja z Academie dei Lincei. In če se dobro spominjam, je govoril takole. Vsako telo, ki je bilo zaradi katerega koli vzroka ustvarjeno v stanju mirovanja, a je po svoji naravi gibljivo, se bo, spuščeno na svobodo, gibalo samó, če ima po naravi nagnjenje do kakega posebnega mesta; kajti ko bi bilo do vseh ravnodušno, bi ostalo pri miru, saj ne bi imelo nobenega razloga, da bi se premaknilo rajši sem kakor tja. Iz tega, da ima tako nagnjenje, nujno izhaja, da bo svoje gibanje nenehoma pospeševalo; in ker začne z najpočasnejšim gibanjem, ne pridobi nobene hitrostne stopnje, če prej ne gre čez vse stopnje manjših hitrosti, ali z drugimi besedami, večjih počasnosti: kajti ker krene iz stanja mirovanja (ki je stopnja neskončne počasnosti gibanja), ni nobenega vzroka, zaradi katerega bi moralo doseči neko določeno stopnjo hitrosti, preden bi doseglo nižjo in pred tem drugo še nižjo; narobe, zdi se

Narava se ne loteva tega, česar ni mogoče narediti.

Mogoče je bilo premo gibanje v prvotnem kaosu.

darle samovoljno dodelila kakšne meje in dala svojim naravnim telesom naravna nagnjenja do gibanja k njim, bom odgovoril, da bi si bilo nemara mogoče izmišljovati, da se je to dogajalo v prvotnem kaosu, po katerem so zmedeno in brez reda begale nerazločene snovi, narava pa si je za njihovo urejanje zelo priročno pomagala s premimi gibanji, ki sicer s premikanjem dobro razmeščenih teles vnašajo nered, v tem primeru pa so bila pripravna za urejanje slabo razporejenih; ampak potem ko so bila telesa izvrstno razporejena in umeščena, ni mogoče, da bi v njih še ostalo naravno nagnjenje do premikanja s premim gibanjem, saj bi iz tega sledilo le to, da bi spet zapuščala lastno naravno mesto, se torej spremešavala. Zato lahko rečemo, da je premo gibanje služilo za prinašanje materije za izvedbo

Premo gibanje je pripravno za urejanje slabo urejenih teles.

Po Platonu so se svetovna telesa premikala najprej s premim gibanjem in nato krožno.

dela, ampak zdaj ko je to narejeno, mora biti bodisi negibno, če pa se giblje, se sme gibati edinole krožno; razen če ne bi radi rekli s Platonom, da je Tvorec tudi svetovna telesa, potem ko jih je ustvaril in do kraja izoblikoval, nekaj časa premikal s premim gibanjem, ko pa so nato prišla na prava in določena mesta, je drugo za drugim preusmeril iz premega gibanja v krožno, v katerem so potem ostala in v njem vztrajajo še zdaj. Vzvišena misel, res vredna Platona, in v zvezi z njo mi prihaja na misel, da sem o njej slišal razpravljati našega skupnega prijatelja z Academie dei Lincei. In če se dobro spominjam, je govoril takole. Vsako telo, ki je bilo zaradi katerega koli vzroka ustvarjeno v stanju mirovanja, a je po svoji naravi gibljivo, se bo, spuščeno na svobodo, gibalo samó, če ima po naravi nagnjenje do kakega posebnega mesta; kajti ko bi bilo do vseh ravnodušno, bi ostalo pri miru, saj ne bi imelo nobenega razloga, da bi se premaknilo rajši sem kakor tja. Iz tega, da ima tako nagnjenje, nujno izhaja, da bo svoje gibanje nenehoma pospeševalo; in ker začne z najpočasnejšim gibanjem, ne pridobi nobene hitrostne stopnje, če prej ne gre čez vse stopnje manjših hitrosti, ali z drugimi besedami, večjih počasnosti: kajti ker krene iz stanja mirovanja (ki je stopnja neskončne počasnosti gibanja), ni nobenega vzroka, zaradi katerega bi moralo doseči neko določeno stopnjo hitrosti, preden bi doseglo nižjo in pred tem drugo še nižjo; narobe, zdi se

Gibljivo telo v stanju mirovanja se ne bo premaknilo, če nima nagnjenja do kakega posebnega mesta.

našega skupnega prijatelja z Academie dei Lincei. In če se dobro spominjam, je govoril takole. Vsako telo, ki je bilo zaradi katerega koli vzroka ustvarjeno v stanju mirovanja, a je po svoji naravi gibljivo, se bo, spuščeno na svobodo, gibalo samó, če ima po naravi nagnjenje do kakega posebnega mesta; kajti ko bi bilo do vseh ravnodušno, bi ostalo pri miru, saj ne bi imelo nobenega razloga, da bi se premaknilo rajši sem kakor tja. Iz tega, da ima tako nagnjenje, nujno izhaja, da bo svoje gibanje nenehoma pospeševalo; in ker začne z najpočasnejšim gibanjem, ne pridobi nobene hitrostne stopnje, če prej ne gre čez vse stopnje manjših hitrosti, ali z drugimi besedami, večjih počasnosti: kajti ker krene iz stanja mirovanja (ki je stopnja neskončne počasnosti gibanja), ni nobenega vzroka, zaradi katerega bi moralo doseči neko določeno stopnjo hitrosti, preden bi doseglo nižjo in pred tem drugo še nižjo; narobe, zdi se

Gibljivo telo se bo na poti k mestu, do katerega ima nagnjenje premikalo vse hitreje.

Gibljivo telo, ki krene iz mirovanja, prehaja čez vse stopnje počasnosti.

našega skupnega prijatelja z Academie dei Lincei. In če se dobro spominjam, je govoril takole. Vsako telo, ki je bilo zaradi katerega koli vzroka ustvarjeno v stanju mirovanja, a je po svoji naravi gibljivo, se bo, spuščeno na svobodo, gibalo samó, če ima po naravi nagnjenje do kakega posebnega mesta; kajti ko bi bilo do vseh ravnodušno, bi ostalo pri miru, saj ne bi imelo nobenega razloga, da bi se premaknilo rajši sem kakor tja. Iz tega, da ima tako nagnjenje, nujno izhaja, da bo svoje gibanje nenehoma pospeševalo; in ker začne z najpočasnejšim gibanjem, ne pridobi nobene hitrostne stopnje, če prej ne gre čez vse stopnje manjših hitrosti, ali z drugimi besedami, večjih počasnosti: kajti ker krene iz stanja mirovanja (ki je stopnja neskončne počasnosti gibanja), ni nobenega vzroka, zaradi katerega bi moralo doseči neko določeno stopnjo hitrosti, preden bi doseglo nižjo in pred tem drugo še nižjo; narobe, zdi se

Mirovanje je neskončna stopnja počasnosti.

veliko bolj upravičeno, da dosega najprej stopnje, ki so bližje izhodiščni, in z njih od nje bolj oddaljene: stopnja, s katere se gibljivo telo sproži v gibanje, pa je stopnja skrajne počasnosti,

tj., mirovanje. To pospeševanje gibanja se bo zgodilo, samo če si ga telo pridobiva z gibanjem, in pridobiva si ga samo, če se približuje želenemu mestu, tj., tja, kamor ga vleče naravno nag-

Gibljivo telo pospešuje hitrost, samo če se približuje cilju.

Zato da narava gibljivo telo pripravi k neki stopnji hitrosti, mu najprej podeli premo gibanje.

njenje; in tja se bo odpravilo po najkrajši črti, tj., premici. Utemeljeno lahko torej rečemo, da si narava za nekaj časa in prostora pomaga s premim gibanjem, zato da gibljivemu telesu, ki je bilo prvotno postavljeno v mirovanje, podeli neko določeno hitrost. Upošteva je to razlago, si pred-

stavljam, da je Bog ustvaril, npr., telo Jupiter in sklenil, da mu podeli tako hitrost, ki jo mora odtej nenehoma enakomerno vzdrževati; s Platonom lahko rečemo, da ga je najprej pognal v premo in pospešujoče gibanje in da je, potem ko je [Jupiter] dosegel zadano stopnjo hitrosti, spremenil njegovo premo gibanje v krožno, ki mu nato po naravi pripada enakomerna hitrost.

Krožnemu gibanju ustreza enakomerna hitrost.

Sagredo. Ta govor poslušam z velikim užitkom in mislim, da bo še večji, potem ko mi boste pojasnili neko težavo; in sicer gre za to, da ne dojamem

Med mirovanjem in katero koli stopnjo hitrosti se vrstijo neštete stopnje manjših hitrosti.

docela, zakaj je nujno, da gibljivo telo, ki preide iz mirovanja v gibanje, do katerega ima naravno nagnjenje, prehaja skozi vse stopnje poprejšnje počasnosti, ki so med katero že koli dano stopnjo hitrosti in stanjem mirovanja, teh stopenj pa je neskončno; kakor da narava ne bi bila mogla Jupitrovemu telesu, takoj

ko je bilo ustvarjeno, dati njegovega krožnega gibanja s takšno in tolikšno hitrostjo.

Salviati. Nisem rekel in si tudi ne bi drznil reči, da narava ali Bog ne bi bila zmožna podeliti te hitrosti, res pa bom rekel, da narava tega *de facto* ne dela; kajti storiti kaj takega, bi bilo zunaj naravnega teka in zato čudežno. [Naj se katero koli in še tako težko gibljivo telo premika s katero koli hitrostjo in sreča katero koli še tako šibko in neodporno telo, postavljeno v mirovanje, mu, ko ga sreča, nikoli ne bo nemudoma dalo svoje hitrosti: očitno znamenje tega je, da slišimo zvok trka, ki ga ne bi bilo slišati, ali bolje, ga sploh ne bi bilo, ko bi telo, ki je bilo v stanju mirovanja, ob prihodu gibajočega se takoj prejelo njegovo hitrost.]⁴

Četudi bi narava lahko takoj podelila neko določeno stopnjo hitrosti, tega ne dela.

Sagredo. Verjamete torej, da kamen, ki se premakne iz mirovanja in vstopi v svoje naravno gibanje proti središču Zemlje, prehaja skozi vse stopnje počasnosti, ki so nižje od katere koli stopnje hitrosti?

⁴ Ta stavek je Galileo dodal v svoj izvod prve izdaje.

Salviati. Verjamem, še več, o tem sem popolnoma prepričan, in prepričan s tolikšno gotovostjo, da lahko prepričam tudi vas.

Sagredo. Če iz vsega današnjega preudarjanja ne bi odnesel nič drugega od tega spoznanja, bi imel to za veliko bogastvo.

Salviati. Kolikor se mi zdi, da razumem iz vašega sklepanja, vam povzroča največjo težavo dejstvo, da mora gibajoče se telo v nekem, in to nadvse krat-

Ko gibljivo telo krene iz mirovanja, prehaja čez vse stopnje hitrosti, ne da bi se na kateri koli ustavljalo.

kem času preiti skozi vse te neskončne stopnje⁵ počasnosti, ki nastopajo pred katero koli hitrostjo, ki so jo pridobi v tem času: in zato bom, preden se lotimo drugega, poskušal ovreči ta pomislek, in to bi moralo iti zlahka, če vam odgovorim, da gibajoče se telo prehaja čez omenjene stopnje, vendar pa je njegov prehod tak, da se ne ustavlja na nobeni, in ker potrebuje

za prehod zgolj hipec časa in ker še tako kratkotrajen čas vsebuje nešteto hipov, jih ima dovolj, da lahko vsaki od neskončnih stopenj počasnosti dodeli svojega, pa naj je čas še tako kratek.

Sagredo. Do tu lahko sledim: vseeno se mi zdi velika reč, da bi imela topovska krogla (predstavljam si namreč, da je padajoče gibajoče se telo tako), ki jo vendar vidimo padati s tako naglico, da v manj kot desetih utripih srca preleti več kot dvesto vatlov⁶ višine, med svojim gibanjem kdaj tako majhno stopnjo hitrosti, da svoje poti, če bi se še naprej tako počasi premikala in ne bi nič več pospeševala, ne bi preletela niti v celem dnevu.

Salviati. Recite kar: niti v celem letu niti v desetih niti v tisoč, kot se vas bom potrudil prepričati in vam zato, najbrž ne da bi imeli kaj proti, zastavil nekaj precej preprostih vprašanj. Ampak najprej mi povejte, ali se brez težave strinjate, da ta krogla med padanjem pridobiva vse večji zagon⁷ in hitrost.

Sagredo. O tem sem popolnoma prepričan.

Salviati. In če vam rečem, da je zagon, ki si ga pridobi na katerem koli mestu svojega gibanja, tolikšen, da bi jo mogel popeljati na višino, s katere je svoje gibanje začela, bi mi to priznali?

Sagredo. Priznal brez nasprotovanja, pod pogojem da bi lahko uporabila, ne da bi jo pri tem kaj oviralo, ves svoj zagon samo za to, da bi sebe ali sebi enako spet vzdignila na začetno višino; kakor če bi bila Zemlja preluknjana skozi središče in bi sto ali tisoč vatlov stran od nje pustili pasti kroglo: trdno sem

Gibajoče se telo med spuščanjem pridobi zagon, ki mu zadošča za vzpon na enako višino.

⁵ Pogosto Galilejevo sintagmo *infiniti gradi* bi lahko prevajali z *neskončnimi stopnjami* ali z *neštetostjo stopenj*, tj., neštetimi stopnjami. (Op. prev.)

⁶ *Braccio* (it. roka, laketa), stara dolžinska mera za blago spremenljive vrednosti, ki je obsegala 60 do 70 cm, tu izraz prevajam z *vatel*, ki je po SSKJ meril 77 cm, medtem ko je bil *lahet*, stara dolžinska mera za platno, precej daljši, 275 cm. Po SSKJ naj bi *komolec* pri nas meril le 44 cm. (Op. prev.)

⁷ Izraz *impeto* (lat. impetus) dosledno prevajam z *zagon*. (Op. prev.)

prepričan, da bi zletela skozi središče in se [na drugi strani] vzdignila ravno tako visoko, kolikor globoko je padla: in to mi kaže dogajanje z utežjo, obešeno na vrvi, ki se, ko jo premaknemo iz navpičnice, ki je njeno stanje mirovanja, in jo prosto spustimo, spusti proti navpičnici in zaniha čeznjo za enako razdaljo ali za toliko manj, kolikor ji preprečujejo upor zraka in vrvi ali kakšne druge naključne ovire. Ravno tako se tudi voda, ko se spusti v sifon, vzdigne ravno za toliko, za kolikor se je spustila.

Salviati. Izvrstno sklepate. In ker vem, da se boste brez dvomov strinjali, da gibajoče se telo pridobiva zagon z oddaljevanjem od točke, s katere se je začelo premikati, in približevanjem k središču, h kateremu njegovo gibanje teži, vam bo mar težko priznati, da si enaki gibajoči se telesi, ki se prosto spuščata po različnih poteh, pridobita enak zagon vselej, kadar se enako približata središču?

Sagredo. Ne razumem dobro vprašanja.

Salviati. Bom bolj razložil, tako da bom malo narisal. Narisal bom črto AB vzporedno z obzorjem in nad točko B potegnili pravokotnico BC ter dodal poševnico CA. Črta CA mi ponazarja izjemno gladko in trdo nagnjeno ravnino in po njej se kotali popolnoma okrogla krogla iz najtrše snovi, medtem ko enaka krogla prosto pada po navpičnici; sprašujem, ali bi se strinjali, da ima lahko po ravnini CA kotaleča se krogla, ko doseže točko A, enak zagon, kot si ga pridobi krogla, ki se iz točke B spusti po navpičnici CB?

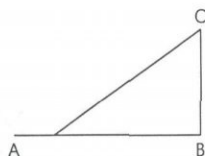


FIG. 4

Sagredo. Trdno verjamem, da bi bilo tako, ker bi se dejansko obe enako približali središču, in glede na to, da se s tem strinjam, bi njuna zagona obema zadoščala za vrnitev na isto višino.

Zagoni teles, ki se približajo središču na enako razdaljo, so enaki.

Salviati. Zdaj pa mi povejte, kaj mislite, da bi ista krogla naredila na vodoravni ravnini AB?

Sagredo. Mirovala bi, saj nima ravnina nobenega nagiba.

Na vodoravni ravnini gibljivo telo miruje.

Salviati. Pač pa bi se spustila po nagnjeni ravnini, le da s počasnejšim gibanjem kot po navpičnici CB.

Sagredo. Bil sem na tem, da vam brez omahovanja odgovorim z da, ker se mi zdi gibanje po navpičnici CB neogibno hitrejše kot po poševnici CA: ampak če je tako, kako ima lahko po poševnici spuščajoča se [krogla], ko doseže točko A, enak zagon, tj., tolikšno stopnjo hitrosti, kakor jo ima v točki B tista, ki pade navpično? Mar ta dva stavka nista protislovna?

Hitrost na nagnjeni ravnini je enaka hitrosti po navpični in gibanje po navpični je hitrejše od gibanja po nagnjeni.

Salviati. Torej se vam bo zdelo še veliko bolj narobe, če rečem, da sta hitrosti padajoče po navpičnici in kotaleče se po

poševnici popolnoma enaki. In vendar je ta stavek čista resnica; ravno tako, kot je čista resnica tale, ki pravi, da se krogla, ki pada navpično, giblje hitreje od krogle, ki se kotali na poševnici.

Sagredo. Ta stavka zvenita mojim ušesom protislovno; pa vašim, g. Simplicio?

Simplicio. Meni tudi.

Salviati. Zdi se mi, da me imata za norca, ko se delata, da ne dojameta tega, kar vesta bolje od mene. Ampak povejte mi, g. Simplicio: kadar menite, da je neko gibajoče se telo hitrejše od drugega, kakšno zamisel si izoblikujete v duhu?

Simplicio. Predstavljam si, da v enakem času eno opravi daljšo pot od drugega ali da opravi enako pot, vendar v krajšem času.

Salviati. Odlično: in kako si predstavljate enako hitro gibajoči se telesi?

Simplicio. Predstavljam si, da opravita enako pot v enakem času.

Salviati. In nobene druge zamisli razen te?

Simplicio. Zdi se mi, da je to pravilna opredelitev enakih gibanj.

Sagredo. Kar dodajmo še tole za povrh: hitrosti so enake, kadar so opravljene poti v istem [medsebojnem] razmerju kot časi, v katerih so opravljene, in dobili bomo bolj splošno definicijo.

Salviati. Res je, ker vsebuje tako enake poti, opravljene v enakih časih, kakor tudi neenake poti, opravljene v neenakih časih, vendar sorazmernih opravljenim potem. Zdaj se spet vrnita k prejšnji skici, in ko ob njej uporabita predstavo, ki jo imata o hitrejšem gibanju, mi povejta, zakaj se vama zdi, da je hitrost krogle, ki pada po CB, večja od hitrosti krogle, ki se kotali po CA.

O hitrostih rečemo, da so enake, kadar so prepotovane razdalje v sorazmerju s časi.

Simplicio. Tako se mi zdi, ker v času, v katerem padajoča opravi celotno pot CB, kotaleča se po CA opravi pot, ki je krajša od CB.

Salviati. Drži; in tako je potrjeno, da se gibljivo telo premika hitreje po navpičnici kot poševnici. Zdaj pa premislita, ali lahko na tej isti skici kako potrdita drugo zamisel, in ugotovita, da sta lahko gibajoči se telesi enako hitri na obeh črtah, CA in CB.

Simplicio. Stvari ne znam tako videti, narobe, zdi se mi celo protislovna s pravkar povedanim.

Salviati. In vi, g. Sagredo, kaj pravite? Ne bi vas hotel učiti tega, kar sami veste in za kar ste mi malo prej povedali definicijo.

Sagredo. Definicija, ki sem jo navedel, je bila, da lahko gibajoča se telesa imenujemo enako hitra, kadar so poti, ki jih opravijo, sorazmerne s časi, v katerih jih opravijo: ampak ko bi hotel, da bi ta definicija veljala za ta primer, bi moralo biti razmerje med časom kotaljenja po CA in časom padanja po CB

enako razmerju med daljicama CA in CB; vendar pa ne razumem, kako bi bilo to mogoče, ko pa je gibanje po CB hitrejšje kot po CA.

Salviati. Pa vendar morate to razumeti. Povejte mi no: mar se ta gibanja nenehoma ne pospešujejo?

Sagredo. Seveda se pospešujejo, vendar bolj po navpičnici kot poševnici.

Salviati. Ampak ali je to pospeševanje po navpičnici v primerjavi s tistim po poševnici tako, da je, če na kateri koli točki teh dveh črt, navpične in poševne, izberemo dva enaka odseka, gibanje po navpičnici vedno hitrejšje kot po poševnici?

Sagredo. Ne, gospod: še več, na poševnici lahko celo izberem neki odsek, na katerem bo hitrost precej večja kot na enakem odseku, vzetem na navpičnici; in to se bo zgodilo, če na navpičnici izberem odsek blizu točke C, na poševnici pa zelo daleč od nje.

Salviati. Vidite torej, da izrek, ki pravi: »Gibanje po navpičnici je hitrejšje kot po poševnici,« ne velja vedno, razen za gibanja, ki se začinjajo iz izhodišča, tj., iz mirovanja; brez tega pogoja je izrek tako pomanjkljiv, da bi bilo lahko pravilno tudi njegovo nasprotje, tj., da je gibanje po poševnici hitrejšje od gibanja po navpičnici, kajti res je, da lahko na poševnici izberemo odsek, ki ga gibajoče se telo prepotuje v krajšem času kot enak odsek na navpičnici. Ker je torej gibanje po poševnici ponekod hitrejšje in drugod počasnejše kot po navpičnici, bo ponekod razmerje med časom gibanja telesa čez nekatere odseke poševnice in časom gibanja telesa čez nekatere odseke navpičnice večje kot med dolžinama, ki ju v tem času prepotujeta, in drugod bo razmerje med časoma in potema manjše. Na primer, če dve telesi kreneta iz mirovanja, tj., iz točke C, eno po navpičnici CB in drugo po poševnici CA, bo v času, ko bo prvo prepotovalo vso navpičnico CB, drugo opravilo krajšo pot CT; in vendar bo razmerje časa za CT proti času za CB (ki je enak prvemu) večje kot razmerje razdalje TC proti razdalji CB, ker je razmerje med slednjo proti krajši večje kot proti daljši. In narobe, če bi na CA, podaljšani, kolikor bi bilo potrebno, vzeli razdaljo, ki bi bila enaka CB, vendar prepotovana v krajšem času, bi bilo razmerje med časom na poševnici in časom na navpičnici manjše kot med razdaljama. Če torej lahko sprejmemo, da so na poševnici in navpičnici taki odseki in hitrosti, ko so razmerja med temi odseki tako manjša kakor večja od razmerij med časi, lahko popolnoma utemeljeno priznamo, da so tudi odseki, na katerih so časi gibanj v enakem razmerju do odsekov.

Sagredo. Že ste mi ovrgli glavni pomislek in razumem, da to, kar se mi je zdelo protislovno, ni samo mogoče, ampak, rekel bom, nujno: vseeno pa za zdaj še ne doumem, da je kateri od teh možnih in nujnih primerov ravno ta,

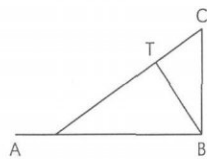


FIG. 5

ki ga zdajle potrebujemo, namreč: če je res, da je razmerje med časom spusta po CA in časom spusta po CB enako razmerju med daljicama CA in CB, potem lahko brez protislovja rečemo, da sta hitrosti po poševnici CA in navpičnici CB enaki.

Salvati. Za zdaj se zadovoljite s tem, da sem odpravil vašo nevero; vednost pa pričakujte pozneje, tj., ko boste videli, kako stvari v zvezi s prostorskimi

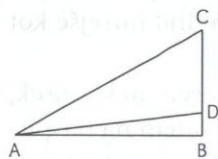


FIG. 6

gibanji dokazuje naš akademik: takrat vam bo dokazano, da se v času, v katerem gibajoče se telo pade po vsej CB, drugo spusti po CA do točke T, kjer se CA stika s pravokotnico, potegnjeno iz točke B; in da odkrijete, kje bi bilo telo, ki pada po navpičnici v trenutku, ko drugo doseže točko A, potegnite iz A pravokotnico na CA ter podaljšajte tako njo kakor CB do njenega stičišča, in to bo iskana točka. Tako vidite, kako res je, da je gibanje po CB hitrejše od gibanja po poševnici (s tem da je točka C izhodišče gibanj, ki ju primerjamo); zato, ker je daljica CB daljša od CT in druga, od C do stičišča s pravokotnico na CA, potegnjeno iz A, daljša od CA, je gibanje po njej hitrejše kot po CA. Če pa gibanja vzdolž cele CA ne primerjamo s celotnim gibanjem, opravljenim v istem času po podaljšani navpičnici, marveč samo s tistim, opravljenim v delu časa, potrebnem za odsek CB, ni ovire, da telo, ki se giblje po CA in nadaljuje svoj spust čez točko T, ne bi moglo doseči točke A v takem času, da bi bilo razmerje med tema časoma tako, kakršno je med daljicama CA in CB. Vrnimo se zdaj k našemu prvotnemu namenu, to je, dokazati, da težko gibljivo telo, ki krene iz mirovanja, prehaja med spuščanjem čez vse stopnje počasnosti, ki so pred katero koli stopnjo hitrosti, ki si jih pridobiva, in se, sklicujoč se na isto risbo, spomnimo, da smo se strinjali, da bi tako tisto, ki pada po navpičnici CB, kakor ono, ki se spušča po poševnici CA, pridobili v točkah B in A enaki stopnji hitrosti. Če od tu nadaljujemo, ne verjamem, da bosta imela kakršno koli težavo priznati, da bi bilo gibanje telesa, ki bi se spuščalo po neki drugi, nad AC manj vzpenjajoči se ravnini, kakršna bi bila, denimo, DA, še počasnejše kakor po ravnini CA: tako da ni nobenega dvoma, da so možne ravnine, ki se tako malo vzpenjajo nad obzorje AC, da bi telo, tj., ista krogla, potrebovalo za pot do točke A kateri že koli zelo zelo dolgi čas, še več, da ji za pot po ravnini BA ne bi zadoščal niti neskončni čas, in gibanje je vse počasnejše, kolikor manjši je naklon. Zatorej je nujno priznati, da bi lahko nad točko B izbrali drugo, ki bi bila B tako blizu, da bi krogla ravnine, ki bi jo potegnili od nje do točke A, ne prepotovala niti v enem letu. Zdaj morata vedeti, da si krogla, ko doseže točko A, pridobi tolikšen zagon, tj., stopnjo hitrosti, da bi, če bi se še naprej enakomerno premikala z isto stopnjo hitrosti, tj., brez pospeševanja ali upočasnjevanja, v času, v katerem je prešla nagnjeno

ravnino, opravila dvakrat daljšo pot, kot znaša dolžina nagnjene ravnine; se pravi (na primer), če bi krogla prepotovala DA v eni uri, bi, nadaljevaje pot nenehoma z isto stopnjo hitrosti, kot si jo je pridobila, ko je dosegla točko A, v eni uri prepotovala pot, ki bi merila dve dolžini DA: in zato sta (kot rečeno) stopnji hitrosti, ki si ju v točkah B in A pridobita telesi, gibajoči se eno po nagnjeni ravnini in drugo po navpičnici, vedno enaki, pa najsi začneta gibanje iz katere že koli točke na navpičnici CB, torej lahko po navpičnici padajoče telo krene iz točke tako blizu B, da ga stopnja hitrosti, ki jo doseže v B (če se ohranja ves čas enaka), ne bi popeljala čez dvojno dolžino nagnjene ravnine ne v enem letu, ne v desetih ne v stotih. Sklepamo torej lahko, da če se po običajnem teku narave neko telo, pod pogojem da so odstranjene vse zunanje in naključne ovire, res giblje po nagnjenih ravninah z večjo ali manjšo počasnostjo, kolikor je pač nagib manjši, dokler nazadnje počasnost ne postane neskončna, namreč takrat, ko nagiba ni več in pridemo do vodoravne ravnine, in če je ravno tako res, da je stopnja hitrosti, pridobljena na neki točki nagnjene ravnine, enaka tisti stopnji hitrosti, ki jo telo, padajoče po navpičnici, doseže v točki, kjer navpičnico seka vzporednica z obzorjem, potegnjena skozi omenjeno točko na nagnjeni ravnini, potem moramo neizbežno priznati, da padajoče telo, ki krene iz mirovanja, prehaja čez vse neskončne stopnje počasnosti, in posledično, da se mora, če naj doseže neko določeno stopnjo hitrosti, premikati najprej v premi črti, tako da opravi na njej krajšo ali daljšo pot, odvisno od tega, ali si mora pridobiti večjo ali manjšo hitrost in ali je ravnina, po kateri se spušča malo ali močno nagnjena: tako da je možna tako malo nagnjena ravnina, da bi moralo telo, zato da bi doseglo dano hitrost, po njej opraviti zelo dolgo pot in potovati zelo dolgo časa; zatorej na vodoravni ravnini seveda nikoli ne doseže nikakršne hitrosti, ker se gibljivo telo na njej ne bo nikoli premaknilo. Gibanje po vodoravni črti, ki ni nagnjena ne navzdol ne navzgor, je krožno gibanje okrog središča: zatorej krožnega gibanja ni mo-

Krožnega gibanja ni mogoče naravno doseči brez poprejšnjega premeša.

Krožno gibanje goče nikoli naravno doseči brez poprejšnjega premeša gibanja, je vedno enakomerno. nja, ko pa je doseženo, nenehoma poteka z enakomerno hitrostjo.

Iste resnice bi vama lahko povedal in dokazal z še z drugimi razpravami; vendar pa našega glavnega preudarjanja nočem prekinjati s tolikšnimi odmiki in se bom k temu vrnil raje ob drugi priložnosti, sploh pa smo prišli do tega predmeta manj zato, da bi si z njim pomagali za kako nujno dokazovanje, marveč predvsem zato, da bi osvetlili Platonovo misel: tej bi rad dodal še neko drugo posebno in občudovanja vredno pripombo, tudi to našega akademika. Predstavljajmo si, da je bila del volje božanskega Arhitekta zamisel, ustvariti v svetu tudi te krogle, ki jih vidimo, kako se nenehoma gibljejo v krogu, in da je določil središče njihovih obhodov in vanj

postavil negibno Sonce ter potem ustvaril vse omenjene krogle na istem kraju in jim dal nagnjenje do spuščajočega se gibanja k središču, dokler ne bi dosegle tistih stopenj hitrosti, ki so se božanskemu Duhu zdele primerne, ko pa so jih dosegle, jih je preusmeril v kroženje, vsako po njeni krožnici, na kateri ohranjajo že pridobljeno hitrost: sprašujemo se, na kateri višini in oddaljenosti od Sonca je bil kraj, kjer so bile te krogle prvotno ustvarjene, in ali je mogoče, da so bile vse ustvarjene na istem kraju. Če naj opravimo to raziskavo, si moramo priskrbeti od najbolj poučenih astronomov obsege krogov, po katerih krožijo planeti, in ravno tako čase njihovih obhodov: iz teh dveh podatkov zračunamo, koliko je, npr., Jupitrovo gibanje hitrejše od Saturnovega; in ko ugotovimo, da se Jupiter giblje hitreje (kot dejansko tudi se), mora držati, če sta krenila z iste višine, da se je Jupiter spustil dlje od Saturna, in kot vemo, je to res, ker je njegova krožnica nižja od Saturnove. Če gremo naprej, lahko iz razmerja med hitrostma Jupitra in Saturna in iz oddaljenosti njunih krožnic ter iz razmerja pospeška naravnega gibanja ugotovimo, na kateri višini in oddaljenosti od središča njunih obhodov je bil kraj, od koder sta krenila. Ko smo ugotovili in določili to, iščemo, ali drži, če se je Mars spustil od tam do svoje krožnice..., da se dolžina krožnice in hitrost gibanja ujemata s tem, kar so nam dali računi; in podobno naredimo z Zemljo, Venero in Merkurjem, tudi obsegi njihovih krogov in hitrosti gibanj pa se tako natančno ujemajo s tem, kar nam pravijo računi, da je to čudovito.

Velikosti krožnic in hitrosti gibanj planetov so v sorazmerju z dejstvom, da so se spustili z istega kraja.

Sagredo. Z velikim užitkom sem poslušal to razmišljanje, in če ne bi verjel, da bi bilo vse to natančno izračunati dolgo in naporno početje in nemara pretežko, da bi ga lahko razumel, bi vas prosil zanj.

Salviati. Izračun je res dolg in težak, in niti sam nisem prepričan, da bi ga takoj obnovil; zato pa si ga bomo prihranili za kako drugo priložnost.

⁸[*Simplicio.* Prosim, naj bo moji šibki izvedenosti v matematičnih vedah dopuščeno odkrito povedati, da mi vaše razlage, utemeljene na večjih ali manjših razmerjih in drugih izrazih, ki jih nisem razumel, kolikor bi bilo potrebno, niso odvrnile dvoma, ali boljše povedano, nevere, da je neizbežno, da tako težka svinčena krogla, ki tehta 100 liber, spuščena z višine iz mirovanja, prehaja skozi vsako največjo stopnjo počasnosti, ko pa vidimo, da v štirih utripih srca preleti več kot 100 vatlov dolgo razdaljo: nikakor ne morem verjeti, da bi bila v katerem koli trenutku v takšnem stanju počasnosti, da če bi se še naprej gibala z njo, niti v tisoč letih ne bi preletela razdalje pol palca. Pa vendar bi to rad razumel, če je res.

Sagredo. G. Salviati kot velik učenjak zelo pogosto meni, da morajo biti izrazi, ki so njemu samemu znani in domači, ravno taki tudi drugim, vseeno

⁸ Odstavki do konca tega odlomka so Galilejev dodatek k izvorni izdaji.

pa včasih zgubi izpred oči, da bi bilo dobro, kadar govori z nami drugimi, če bi naši nevednosti pomagal z manj zavitimimi razlagami: in vendar bom poskušal, ki ne segam tako visoko, z njegovim dovoljenjem vsaj deloma prepričati nevero g. Simplicia z otipljivejšim dokazom. In da ostaneva kar pri primeru topovske krogle; povejte mi, prosim, g. Simplicio: ali priznate, da se pri premikanju iz enega v drugo stanje po naravi lažje in hitreje prestavimo v bližje kakor v bolj oddaljeno?

Simplicio. To razumem in priznam: in nič ne dvomim, da se, npr., razžarjeno železo prej ohladi z 10 stopinj na 9 kakor z 10 na 6.

Sagredo. Odlično. Povejte mi še tole: ali topovska krogla, ki jo silovitost ognja požene navpično navzgor, nenehoma ne upočasnjuje svojega gibanja, dokler slednjič ne doseže najvišje točke, ki je točka mirovanja? In ko se hitrost zmanjšuje, ali če rajši rečete, počasnost povečuje, mar ni tedaj razumno misliti, da se pot od 10 stopenj k 11 hitreje opravi kot od 10 do 12? In od 1000 do 1001 hitreje kot do 1002? In navsezadnje, od katere koli stopnje k bližji kot k bolj oddaljeni?

Simplicio. To je razumno.

Sagredo. In katera stopnja počasnosti je tako oddaljena od katerega koli gibanja, da stanje mirovanja, ki je neskončna počasnost, ni onstran nje? Tako da ni kaj dvomiti, da omenjena krogla, preden doseže točko mirovanja, preide vse stopnje večjih in večjih počasnosti, in zatorej tudi tisto, s katero se niti v 1000 letih ne bi premaknila niti za prst daleč. Če je tako, in tako zagotovo je, se vam, g. Simplicio, ne bo smelo zdeti neverjetno, da ta krogla, potem ko se začne iz mirovanja vračati navzdol, spet pridobiva hitrost gibanja s prehajanjem čez iste stopnje počasnosti, čez katere je prešla med vzpenjanjem, niti to, da ne izpušča drugih, večjih in bližjih stopenj počasnosti in ne preskakuje na bolj oddaljene.

Simplicio. Ta razlaga me je precej bolj prepričala kot prejšnje matematične potankosti; in zato lahko g. Salviati povzame svoje razpravljanje in ga nadaljuje.]

Prevedla Mojca Mihelič