

Üleliiduline

POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHING

A-17346
25

**FÜUSIKA- JA MATEMAATIKATEADUSTE
KANDIDAAT**

B. J. LEVIN

MAA JA PLANEETIDE TEKKIMINE

EESTI NSV

POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHINGU

VÄLJAANNE

RK „POLIITILINE KIRJANDUS“ • TALLINN 1948

1/14310

ÜLELIIDULINE
POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHING

FÜÜSIKA- JA MATEMAATIKATEADUSTE
KANDIDAAT

B. J. LEVIN

MAA JA PLANEETIDE
TEKKIMINE

EESTI NSV
POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHINGU
VÄLJAANNE

RK „POLIITILINE KIRJANDUS“ TALLINN 1948

Uingu Kesklektoriumis Moskvas
peetud avaliku loengu stenogramm



14310

A-17346

25

Kaks sajandit tagasi tehti esimesi katseid seletada päikesesüsteemi tekkimist. XVIII sajandi keskpaik oli loodusteaduste arenemises tähtsaks ajajärguks, kus vanad vaated, mille järgi meid ümbritsevat loodust peeti „maailma loomisest“ saadik muutumatuks, asendusid uutega, mis oletasid pidevat evolutsiooni, pidevat arenemist.

Loodusteaduste arengu varajasemal ajastul, kus peamiseks ülesandeks oli selguse loomine kõige mitmekesisemaid loodusnähtusi käsitlevas tohotus materjalihulgas, arenes loodusteadlastel välja omapärane üldine maailmavaade, „... mille keskkohaks on kujutus looduse absoluutsest muutumatusest... kui mitte kõnelda sellest, mis on muudetud või ümber paigutatud inimeste poolt... Looduses eitati iga muutust, igasugust arenemist.“¹

Mõistes hukka selle, oma põhialustes reaktsioonilise maailmavaate ja vastandades sellele dialektilise materialismi ainsa progressiivse maailmavaate, kõneles Engels igavesest ringkäigust, milles liigub materia, ringkäigust, „... milles materia olemasolu iga lõplik kuju — olgu see siis Päike või udukogu, üksik loom või looma liik, keemiline ühend või laguaine — on ühtlaselt muutuv ning selles pole midagi igavest peale igavesti muutuva, igavesti liikuva materia ja tema liikumise ja muutumise seaduste.“²

Astronoomia kuulub loodusteaduste nende harude hulka, mis alustasid esimestena selle kivistunud maailmavaate lammutamist, mille vastu astub välja Engels. Arengu idee tuli astronoomiasse XVIII sajandi lõpul. Selle eest võlgname tänu Laplace'ile, kes lõi esimesena hüpoteesi Päikese ja taevakehade tekkimisest tohotust gaasilisest udukogust.

Sel ajastul võisid astronoomid uurida peamiselt päikesesüsteemi kuuluvaid taevakehi. Kuid hiljem, sedamööda kuis kogunesid teadmised meist kaugemal asetsevaist kehadest — tähtedest, tähesüsteemidest ja udukogudest — kerkisid teaduse ette küsimused nende tekkimisest ja arengust. Nii tekkis kosmogoonia — astronoomia äär-

¹ Fr. Engels, Looduse dialektika, Riiklik Poliitiline Kirjastus 1948, lk. 8 (v. k.).

² Sealsamas, lk. 20.

miselt tähtis haru, mis tegeleb igasuguste taevakehade tekkimise ja arenemise uurimisega. Ent kõigi kosmogoonia küsimuste seas omab suurimat ajaloolist ja ideoloogilist tähtsust küsimus päikesesüsteemi tekkimise kohta, kuhu ühe planeedina kuulub ka meie Maa. Uurides päikesesüsteemi tekkimist, uurime niisiis samaaegselt ka meie Maa tekkimist.

Taevakehade kaasaegse struktuuri, nende keemilise koosseisu ja füüsikaliste tingimuste uurimine on väga raske ülesanne. Need kehad asetsevad meist miljonite, miljardite ja isegi miljardite miljardite kilomeetrite kaugusel ning seepärast on nende uurimise ainsaks viisiks kõigi neilt kehadelt meieni ulatuvate nõrkade valguskiirte omaduste hoolikas analüüs. Astronoomid vaatlevad ja fotografeerivad taevakehi hiigelsuurte teleskoopide abil, mõõdavad neilt tulevat valguse hulka ja võtavad selle valguse peenima spektraalanalüüsi alla. Vaatluse teel saadud andmete tõlgendamisel toetuvad astronoomid füüsika seadustele — seadustele, mis kirjeldavad materiat ja energia mitmesuguseid vastastikuseid mõjutusi ja muutumisi.

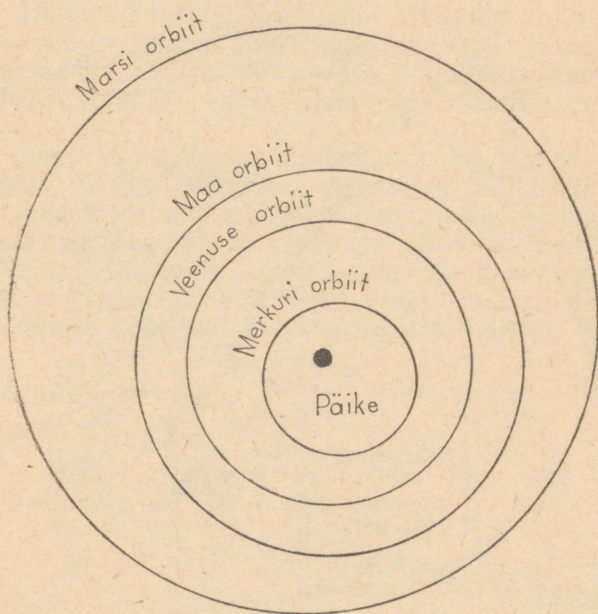
Ent harva õnnestub uuritava taevakeha struktuuri otsekohe kindlaks teha või selle või teise taevanähte olemust õigesti kirjeldada, s. t. luua teaduslikku teooriat. Tavaliselt õnnestub teha ainult mõnda oletust, hüpoteesi uuritava objekti ehituse kohta. Juhtub ka, et mitu astronoomi avaldavad üheaegselt erinevaid hüpoteese ja ainult edasiste teadmiste kogumisel on võimalus valida ühte neist.

Hüpoteeside tähtsat osa teaduse arengus märkis oivaliselt Fr. Engels. Ta kirjutab: „Loodusteaduse arengu vormiks, niipalju kui see mõtiskleb, on hüpotees. Vaatlemine avastab mingi uue fakti, mis teeb võimatuks vana, samasse gruppi kuuluvate faktide seletamisviisi. Sellest momendist alates tekib vajadus uuteks, esialgu piiratud faktide ja vaatluste hulgale toetuvateks seletusviisideks. Edasine katsetusmaterjal viib nende hüpoteeside puhastamisele, kõrvaldab ühed neist, parandab teisi, kuni lõpuks püstitatakse seadus mitte puhtal kujul. Kui me ootaksime, kuni materjal on valmis puhtal kujul, tähendaks see panna mõtisklevat uurimist seniks seisma, ning ainult juba sellepärast me ei saaks kunagi seadust.“¹

Taevakehade tekkimise ja arenemise uurimine on veel raskem ülesanne kui nende struktuuri uurimine. Toetudes kaugeltki mittetäielikele andmeile kaasaegsest kehade ehitusest püüab uurija taastada nende mõõdunud ajalugu, taastada sündmusi, mis leidsid aset miljardid ja kümned miljardid aastad tagasi. Seepärast on loomulik, et kosmogoonias esinevad hüpoteesid sagedamini kui teistes astronoomia harudes, kuna hästi väljatöötatud teooriad puuduvad peaaegu üldse.

¹ Fr. Engels, Looduse dialektika, lk. 193.

Päikesesüsteemi kosmogoonia olemasolu kahe sajandi vältel on mitmesuguste autorite poolt esitatud suur hulk igasuguseid hüpoteese. Enamik neist pole teaduse arengusse jätnud mingit jälge. Mõned neist saavutasid esialgu kuulsuse ja võeti arutlusele, ent hiljem lükati nad kõrvale kui mittevõimelised seletama paljusid tähtsaid fakte või kui vääradel eeldustel rajanevad.



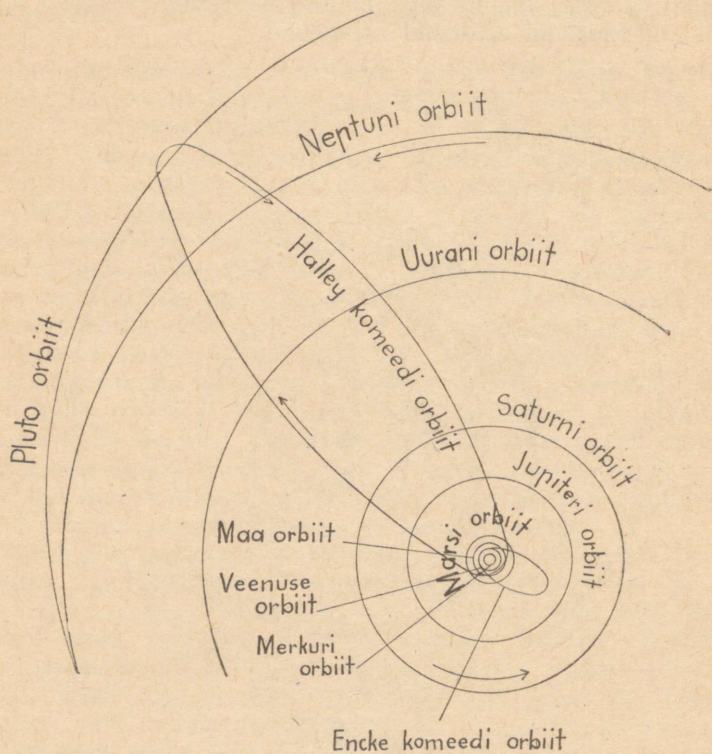
Joonis 1.

Päikesele lähemate planeetide — Merkuri, Veenuse, Maa ja Marsi orbiidid.

Kõigist nüüd kõrvalelükatud hüpoteesidest peab mainima kahte, mis saavutasid laialdase kuulsuse ja avaldasid suurimat mõju päikesesüsteemi kosmogoonia arengule. Need on ülalmainitud Laplace'i hüpotees ja Jeans'i hüpotees.

Enne kui peatuda neil hüpoteesidel, meenutame päikesesüsteemi struktuuri neid põhijooni, mille seletamine peab olema iga kosmogoonilise hüpoteesi esmajärguliseks ülesandeks. Tuleb rõhutada, et käsitlema peab just põhilisi iseloomustavaid jooni, sest vaatamata meie teadmiste puudulikkusele on meile teada hulk väikesi fakte, mis seletuvad arvatavasti teisejärguliste või isegi juhuslike põhjustega,

mitte aga päikesesüsteemi tekkimise peamise seaduspärasustega. Oleks aga liigne nõuda kosmoloogilistelt hüpoteesidelt teisejärguliste faktide seletamist sellal, kui pole veel seletatud peamised seaduspärasused.



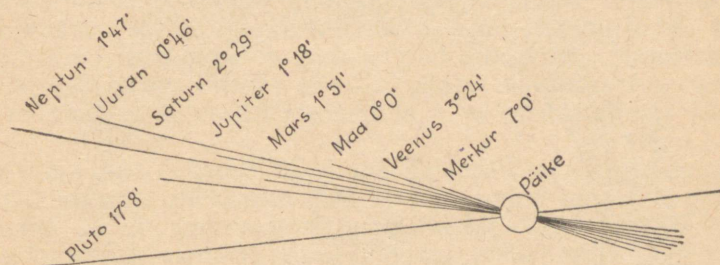
Joonis 2.

Päikesesüsteemi plaan. Peale planeetide orbiitide on näidatud ka Halley ja Encke komeetide orbiidid.

Päikesesüsteem koosneb keskest kehast — Päikesest, mille ümber, alludes peamiselt ta külgetõmbele, tiirleb hulk väikesi kaaslasid. Päikese suurimaiks kaaslasiks on planeedid. Nende hulka kuulub ka Maa. Kui vaadata päikesesüsteemi plaani, näeme, et planeetide teed ümber Päikese (planeetide orbiidid) on peaaegu ringikujulised. Joonisel 1. on kujutatud Päikesele lähemate planeetide Merkuri, Veenuse, Maa ja Marsi orbiidid ning joonisel 2 on näidatud ülejäänud, Päikesest kau-

gemal olevate planeetide — Jupiteri, Saturni, Uurani, Neptuni ja Pluto — orbiidid. Mehaanikast on teada, et kui üks keha tiirleb teise keha ümber, tõmbudes sellele ligi Newtoni ülemaailmse gravitatsiooni seaduse järgi, võib selle keha orbiit olla ükskõik kuidas välja venitatud: omada ükskõik millist ekstsentrilisust. Ja tõepoolest taevakehade ning isegi päikesesüsteemi kehade liikumises kohtame kõige mitmekesisema ekstsentrilisusega orbiite. Joonisel 2 on kujutatud samuti Encke ja Halley komeetide orbiidid. Mõlemad on välja venitatud; samasuguse väljavenitatud kuju omavad ka teiste komeetide orbiidid. Planeetide orbiidid on aga peaaegu ringikujulised, nende ekstsentrilisus on lähedane nullile, see on planeetide liikumise iseloomustavaks jooneks.

Teiseks planeetide liikumise iseloomustavaks jooneks on liikumise suuna ühtsus — kõik planeedid liiguvad eranditult ümber Päikese kellaosuti liikumisele vastassuunas (kui vaadata päikesesüsteemile, tõustes kõrgemale Maa Põhjanaba kohal). Veel enam, sellesamas suunas — kellaosuti liikumisele vastassuunas — toimub planeetide endi ja ka Päikese pöörlemine oma telje ümber; kaaslased tiirlevad ümber planeetide samuti kellaosuti liikumisele vastassuunas. Päikesele lähe-



Joonis 3.

Planeetide orbiitide kallak Maa orbiidi tasapinna suhtes.

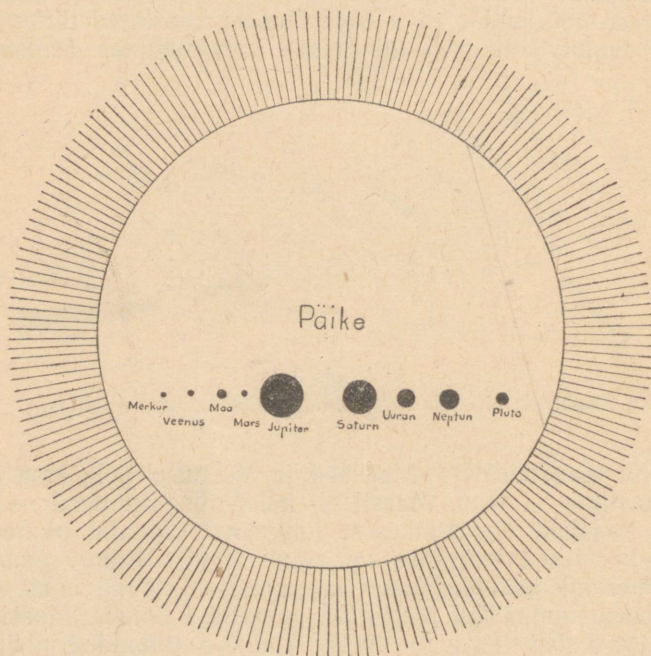
mal olevatel planeetidel — Merkuril ja Veenusel pole kaaslast. Maal on üks kaaslane — Kuu, Marsil — kaks ning Jupiteril — üksteistkümme kaaslast. Ka Päikesest kaugemal olevatel planeetidel on avastatud kaaslased (erandiks on ainult Pluto). Rõhuv enamik neist (kaksikümme kaks kahekümne seitsmest) tiirlevad oma planeetide ümber samas suunas kui planeedid oma telje ümber. Marsi ja Jupiteri orbiitide vahel liiguvad ümber Päikese tuhanded pisiplaneedid (asteroidid). Nende mõõded on väga väikesed; kõik nad liiguvad samas suunas kui suured planeetidki.

Kolmandaks planeetide liikumise iseloomustavaks jooneks on see,

et kõigi planeetide orbiidid asuvad peaaegu ühel tasapinnal. Kui kujutada planeetide orbiitide kaldenurki Maa orbiidi tasapinna suhtes (ekliptika tasapind), saame järgmise pildi (joon. 3). Enamikul planeetidest on kaldenurgad vaid mõnekraadilised, ainult Pluto — Päikesest kõige kaugemal asetseva planeedi — kaldenurk on 17° . Planeedisüsteem on väga lame kujund.

Samal ajal aga on komeetide orbiidid, erinevalt planeetide orbiitidest, mitte ainult välja venitatud, vaid pealegi ükskõik missuguses asendis ekliptika tasapinna suhtes. Selle tagajärjel liiguvad mõned komeetid ümber Päikesega planeetide suunale vastupidises suunas.

Ehkki suured planeedid on Päikesega kaaslaste hulgas kõige suuremad, on nad Päikesega võrreldes siiski väga väikesed. Päike on läbimõõdult 109 korda suurem kui Maa ja ruumalalt järelikult 1 300 000 korda Maast suurem. Planeetide seas on suurimaks Jupiter — tema läbimõõt on 11 korda suurem kui Maa läbimõõt. Marsi läbimõõt on 2 korda ja Merkuri läbimõõt 2,5 korda väiksem kui Maa läbimõõt.



Joonis 4.

Päikesega ja planeetide võrreldavad massid. Päike ja planeedid on kujutatud võrdse tihedusega kerakestena.

Omades väikesi mõõteid (võrreldes Päikesega), on väga väikeste massidega planeete. Joonisel 4 on toodud Päikese ja planeetide võrreldavad massid. Kõige suurema planeedi — Jupiteri — mass on 1000 korda väiksem kui Päikese mass, Maa mass on 300 000 korda ja Mercuri mass 3 000 000 korda Päikese massist väiksem. Seetõttu moodustavad kõigi planeetide massid ühtekokku ainult $\frac{1}{750}$ Päikese massist. Päikeses on keskendatud 99,87% massi kogu päikesesüsteemi ainest.

Ent päikesesüsteemi tekkimise arutlemiseks on tähtis mitte ainult masside jaotus, vaid ka niinimetatud liikumishulga momendi jaotus. Mehaanikas nimetatakse liikumishulgaks liikuva keha massi m korrutist selle kiirusega v .

Pöörleva liikumise juhul pakub huvi liikumishulga moment, s. t. keha massi korrutis tema kiirusega ja kaugusega pöörlemise teljest — mvr .

Kui jutt on oma telje ümber pöörlevast kehast, siis selle mitmesuguste punktide kiirused ja kaugused teljest on erinevad. Sel juhul tuleb keha mõtteliselt jaotada väikesteks elementideks, igale neist välja arvestada liikumishulga moment ja siis tulemused liita.

Päikese ja planeetide liikumishulga momendi arvestus andis imetlusväärse tulemuse: selgus, et Päike, kel on üldise massi „lõviosa“, kannab endal vaid 2% kogu päikesesüsteemi liikumishulga momendist ning ülejäänud 98% on keskendatud planeetide orbitaalses liikumises. See on seoses sellega, et ehkki planeetide massid on väga väikesed, on nende kaugused Päikesest (s. t. pöörlemisteljest) väga suured.

Peab märkima, et planeet liigub mööda orbiiti seda aeglasemalt, mida kaugemal ta asub Päikesest. Ent v vähenemine toimub aeglasemalt kui r kasv, ja viimane saab võidu. Selle tagajärjel kasvab liikumishulga erimoment (moment massi ühikule) võrdeliselt orbiidi raadiuse ruutjuurega (\sqrt{R}). Järelikult võiks Päike omada suurema osa üldisest liikumishulga momendist juhul, kui ta pöörleks kiiremini ümber oma telje, või juhul, kui planeetide orbiidid oleksid tunduvalt väiksemad kui nad on tegelikult.

Nii oleme märkinud päikesesüsteemi planeetide liikumisse puutuvat neli iseloomustavat joont, mis kuuluvad esmajoones selgitamisele.

Sõnastame need nelja küsimuse näol:

- 1) Miks on planeetide orbiitide kuju lähedane ringile?
- 2) Miks tiirlevad kõik planeedid ümber Päikese ühes suunas?
- 3) Miks toimub planeetide liikumine peaaegu ühel tasapinnal?
- 4) Miks kannavad planeedid, kelle mass on äärmiselt väike, 98% üldisest liikumishulga momendist?

Vastused neile neljale küsimusele peab antama üheaegselt vastu-

sega küsimusele: kust on tulnud planeedid ise? Kuidas on nad tekkinud?

1796. aastal sõnastas kuulus prantsuse astronoom Laplace märkustes oma populaarse raamatu „Maailma süsteemi esitus“ juurde hüpoteesi päikesesüsteemi tekkimisest, mis omas ulatuslikuma kuulsuse poolteise sajandi vältel. See on seletatav sellega, et Laplace'i hüpotees annab lihtsa ja näitliku vastuse kolmele ülaltoodud küsimusele. Laplace'i järgi tekkis päikesesüsteem tohutust pöörlevast gaasilisest udukogust, mille esialgsed mõõted ületasid päikesesüsteemi läbimõõdu. See udukogu oli tuline, järk-järgult ta jahtus ja koondus. Selle koondumise tagajärjel tema pöörlemine kiirenes. Teoreetilises mehaanikas tõestatakse, et üksnes sisemiste jõudude mõju all olevas süsteemis jääb üldine liikumishulga moment muutumatuks. Udukogu koondumine tähendab kauguse vähenemist osakeste ja pöörlemistelje vahel (r vähenemine), seepärast peab nende liikumise kiirus (v) kasvama, s. t. pöörlemine peab kiirenema.

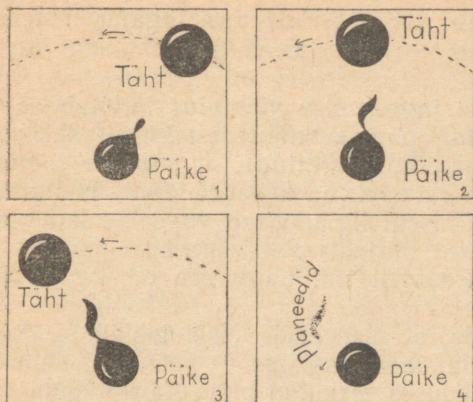
Koondudes ja ühes sellega oma pöörlemist kiirendades, omandas udukogu üha lamedama kuju. Lõppude lõpuks tasakaalustas kesktõukejõud ekvaatoril külgetõmbejõu ja udukogu omandas läätse kuju, mille terav serv asetseb ekvaatoril. Edasisel koondumisel ja pöörlemise kiirenemisel hakkasid udukogust eralduma gaasilise mateeria rõngad. Aegamööda need rõngad rebenesid, neid moodustav mateeria tekitas planeete, keskne klomp aga muutus Päikeseks.

Sellisel tekkinud planeedid peaksid kõik liikuma mööda ringikujulisi orbiite ühes suunas — esialgse udukogu pöörlemise suunas, ja kõik orbiidid peaksid olema ühel tasapinnal — esialgse udukogu ekvaatori tasapinnal.

Laplace'i poolt antud kujutluse ainulaadne näitlikkus, päikesesüsteemi põhiliste väliste joonte seletuse lihtsus põhjustas selle, et veel aastat 10—20 tagasi ilmus raamatuid, kus öeldi, et Laplace olevat seletanud Maa ja planeetide tekkimise. Ent tegelikult pole see nii, ning Laplace'i hüpotees on juba ammu tunnistatud vääraks.

Kuigi enamik Laplace'i teisi uurimusi omab täiesti matemaatilise iseloomu, esitas ta oma kosmoloogilise hüpoteesi puht kvalitatiivse kirjelduse kujul. Ta tugines seejuures Herscheli mitmesuguste tihedusastmetega udukogude vaatlustele. Ent nüüd on teada, et need udukogud pole sugugi järk-järgult tähtedeks tihenevad gaasilised pilved, nagu Laplace'i ajal arvati, vaid on hiigelsuured tähtede süsteemid, mis asuvad meist tohutult kauguses.

Matemaatilised uurimused avastasid Laplace'i hüpoteesis juba ammu rea nõrku kohti. Peamiseks vastuväiteks on Päikese seletamata aeglane pöörlemine. Lähtudes sellest, et esialgne udukogu pöörles nii kiiresti, et toimus rõngaste eraldumine, võib välja arvestada, mis-



Joonis 5.
Planeetide tekkimise skeem
Jeansi hüpoteesi järgi.

suguse kiirusega peab pöörlema selle udukogu kesksetest osadest tihenenud Päike. Selgub, et pöörlemise kiirus peaks olema mitusada korda suurem kui see, mida tegelikult tähele paneme. Vastupidi: kui kujutella Päikest laiendununa kogu päikesesüsteemi suurusele, pöörleks ta niivõrd aeglaselt, et rõngaste eraldumine ei võiks tulla kõne alla. Niisiis pole esimesele kolmele küsimusele lihtsat ja näitlikku vastust andev Laplace'i hüpotees võimeline vastama neljandale küsimusele.

Veel enam: kui tähelepanelikult arutella oletatavat planeetide tekkimise protsessi gaasilistest rõngastest, selgub, et sellist protsessi ei võinud üldse olla. Rõngad olid niivõrd hõrendatud ja külgetõmbejõud osakeste vahel niivõrd nõrk, et nad pidid selle asemel et tiheneda planeetideks paiskuma laiali ruumi. Toodud vastuväited pole kaugeltki veel kõik, mida võiks esitada Laplace'i hüpoteesi vastu, kuid nad on küllaldased, et tunnistada see hüpotees alusetuks.

Ent Laplace'i hüpoteesi osa ei piirdu oma määratu suure ajaloolise tähtsusega, mitte ainult sellega, et ta tõi esimesena astronoomiasse evolutsiooni ideed. Laplace'i põhiline idee — mõte sellest, et planeetide süsteem tekkis ilma välisjõudude mõjustamiseta Päikese materiaalse arengu tagajärjel — köidab veel tänini astronoomide meeli. Nõukogude astrofüüsik akadeemik V. G. Fessenkov teeb üha uusi katseid seletada päikesesüsteemi tekkimist nimelt sel teel — ilma välisjõudude osavõtuta.

Akadeemik Fessenkovi viimane hüpotees on järgmine: kaasaegsete vaadete järgi põhjustab Päikese ja tähtede kiirgamist aatomienergia, mis eristub nende põues toimuva tuumareaktsiooni tagajärjel. Akadeemik Fessenkov arvab, et Päikese elus oli ajajärk, kus toimus üleminek üht tüüpi tuumareaktsioonist teisele. Päike tihenes sel ajal kiiresti

ning tema pöörlemine kiirenes. Kiire pöörlemise tagajärjel tekkis tema ekvaatoril pikk välje, mis edaspidi täiesti eraldus ning millest hiljem kujunesid planeetid.

Selline kiiresti pöörleva tähe jagunemise võimalus huvitab astronoomie juba ammu seoses küsimusega kaksiktähtede tekkimisest. Arvatakse (olgugi, et see pole kaugeltki tõestatud), et säärane jagunemine võib toimuda pöörlevail vedelatel kehadel. Tähti ja Päikest aga, nagu hiljuti tõestati, ei või isegi ligikaudselt vaadelda kui vedelaid kehi. Nad on gaasilised kerad, millel võib väga kiire pöörlemine viia materia eraldumisele ekvaatoril nii, nagu see on kirjeldatud Laplace'i hüpoteesis.

Ent ka sel juhul, kui oletada, et planeetid võisid tekkida Päikese väljast, seisab meie ees suur ületamatu takistus — pole sellist jõudu, mis võiks Päikese vahetus läheduses tekkinud planeete nihutada sellistesse kaugustesse, kus nad asuvad praegu.

Seega pole võimalust arvata, et Fessenkovi hüpotees kirjeldab õigesti planeetide tekkimise protsessi.

Viimase 20 aasta vältel oli laialt tuntud inglise astronoomi Jeans'i hüpotees, mis erineb täielikult Laplace'i või Fessenkovi hüpoteesist. Jeans püüdis raskustest mööda minna liikumishulga momendi jaotusega, arvates, et planeete moodustanud materia kisti Päikesest välja lähedalt möödalendava tähe poolt (joon. 5). Tundus, et täht võib seda väljakistud materiat kaasa viia Päikesest kaugemale ja keerutada oma liikumise suunas. Ent Jeans'i hüpoteesi üksikasjaline analüüs on näidanud, et ka see pole võimaline tõestama planeetide suuri kaugusi Päikesest. Selleks, et materiat Päikesest välja kiskuda, pidi täht mööduma temast väga lähedalt, ning sel juhul ei saanud ta materiaale ja sellest tekkinud planeetidele anda liikumist neid orbiite mööda, mida mööda nad tegelikult liiguvad. Selle Jeans'i hüpoteesi puuduse tõestas Moskva astronoom N. N. Pariiski.

Jeans ise ei teinud mingisuguseid arvestusi, mis puutuvad väljakistud materia tihenemist planeetidesse. Kui need arvestused tehti, selgus, et väljakistud materia temperatuur pidi ulatuma miljoni kraadini ja seepärast poleks ta kondenseerunud planeetidesse, vaid oleks ruumis hajunud.

Niisiis varises kokku ka Jeans'i hüpotees!

Kõik mainitud hüpoteesid andsid õnnestunud vastuseid esimesele kolmele küsimusele, kuid liikumishulga momendi jaotus ja planeetide kujunemise mehhanism on jäänud neile komistuskiviks. See asjaolu pole juhuslik: mainisime vaid tähtsamaid hüpoteese ning vastus neile kolmele küsimusele on minimaalne nõue, mida peab rahuldama iga tõsiselt aruteldav hüpotees.

Neli aastat tagasi, 1944. aastal alustas akadeemik O. J. Šmidt rea

tööde avaldamist, kus ta arendab uusi vaateid Maa ja planeetide tek-
kimise kohta. Ta toetub seejuures kaasaegseile andmeile selle hiigel-
suure tähesüsteemi (Linnutee süsteem) struktuuri kohta, kuhu kuu-
lub meie Päike.

Selgel, kuupaisteta ööl võime taevast alati näha Linnuteed heleda
vööna. Selle eriti eredad osad on näha suveöödel. Suure teleskoobiga
tehtud ülesvõtteil on näha, et Linnutee on tohutu hulga nõrkade täh-
tede liitumine ühiseks helenduseks. Nende tähtede ruumilise jaotuse
analüüs on näidanud, et nad moodustavad väga lameda tähepilve,
mille sees asub ka meie Päike. Kui me vaatame selle pilve tasapin-
nale, näeme hulga tähti ja kogu taevast vöötavat Linnutee helendavat
paela. Kui aga vaatame teises suunas, näeme tunduvalt vähema arvu
tähti. Seda hiigelsuurt tähesüsteemi nimetatakse Linnutee süsteemiks
ehk Galaktikaks. Tema läbimõõt on niivõrd suur, et valgus, mis levib
kiirusega 300 000 km/sek., läbib ta äärest ääreni umbes 100 000 aas-
taga.

Galaktika struktuuri uurimisel on meil abiks olukord, et kaugel
selle piiride taga on olemas teised temataolised tähesüsteemid. (Et
neil on spiraalne ehitus, seepärast nimetatakse neid kauged
galaktikaid sageli spiraal-udukogudeks. Andromeda udukogu näeme
veidi küljelt ning seepärast on tal elliptiline kuju. Tavalistel üles-
võtetel paistavad tema kesksed piirkonnad tõesti udustena, kuid eri-
liste võtete abil õnnestus siin hiljuti avastada ka üksikuid tähti.
Andromeda udukogu igal ülesvõttel paistavad üksikud tumedad kohad.
Need ei ole vahed tähepilves, nagu võib näida esimesel pilgul, vaid
need tumedad udukogud on külmade tolmuosakeste kogud, mis varja-
vad nende taga asuvate tähtede valguse. Hulk selliseid tumedaid
udukogusid on olemas ka meie tähesüsteemis — Galaktikas. Kõige
selgemini võib neid näha, kui nad projekteeritakse Linnutee heleda
vööndi taustal. Nende udukogude mõõded on vahel mitu korda suu-
remad kui keskmised kaugused tähtede vahel, kuid üksikut udukogu
moodustav tolmuosakeste mass võib kümnekond korda suurem olla
kui Päikese mass.

Tumedad udukogud on Galaktika ruumis jaotatud ebaühtlaselt, nad
on keskendatud selle keskmisel tasapinnal. Sedasama nähtust on
märgata ka kaugetes galaktikates, ning seepärast on neil, mida me
näeme servalt, keskel tume riba. See riba ongi tolmuilvede kiht.

Nii meie Galaktika kui ka teised kauged galaktikad pöörlevad
ümber telje, mis on risti nende keskmise tasapinnaga. Igal tähel
on oma orbiit ning seepärast on tähtede liikumine üksteise suhtes
võrdlemisi ebakorrapärane, kuid üldiselt toimuvad peaaegu kõik
liikumised ühes suunas, mis kutsub esile kogu tähesüsteemi pöör-
lemise.

Orbiidil, mida mööda meie Päike liigub Galaktikas, on veidi elliptiline kuju ning Päike sooritab terve ringi umbes 200 miljoni aastaga. Päikese orbiit on kergelt kalduv Galaktika keskse tasapinna suhtes ning seepärast ei liigu ta kogu aeg tolmupilvede tiheduses, vaid läbib kihi perioodiliselt — kaks korda ühe Galaktika pöörde vältel, s. t. iga 100 miljoni aasta tagant.

Akadeemik Smidti teooria järgi haaras Päike ühel tumeda materiakihil läbimisel parve osakesi ning need hakkasid tiirlema ümber kinnisi orbiite mööda. Kuna neid osakesi oli tohutult palju, põrkasid ja liitusid nad kokku, vähemad langesid suurematele ja parves tekkisid väikesed planeetide „idud“. Liites üha uusi ja uusi osakesi, kasvavad need idud kiiresti ja muutusid lõpuks neiks suurteks planeetideks, mis on olemas tänapäeval ja mille hulgast ühel elame ka meie.

Seega ei ole akadeemik Smidti teooria järgi materia, millest tekkisid planeedid, eraldunud Päikesest, vaid on selle poolt kaasa haaratud osakeste parve näol — tähtedevahelise materia osakeste näol. Eelmiste hüpoteeside autorid märkisid alati Päikese pealmiste kihide ja Maa keemilise koosseisu sarnasust. Nad nägid selles oma vaadete kinnitust planeetide eraldumise kohta Päikesest. Ent viimaseil aastail on õnnestunud saada andmeid paljude tähtede ja udugogude kvantitatiivse keemilise koosseisu kohta. Selgus, et mitmesugustel taevakehadel on ühesugune keemiline koosseis. See on üks materia ühtsuse nähtusi maailmaruumis. Seepärast ei saa nüüd Maa ja Päikese koosseisu sarnasust vaadelda kui põhjendust planeetide eraldumisele Päikesest.

Me ütleme, et hiljem planeete moodustanud materia haarati Päikese poolt kaasa. Ent mis on kaasahaaramine?

Astronoomias nimetatakse kaasahaaramiseks sellist nähet, kui kahe esialgselt teineteisest olenematult liikunud keha lähenemisel teineteisele need kehad ühenduvad mingisuguste väliste asjaolude mõjutamisel ühte süsteemi ja vastastikuse külgetõmbejõu mõjul hakkavad tiirlema teineteise ümber mööda kinnist orbiiti.

Ainult kahe teineteist külgetõmbava keha olemasolu juures pole kaasahaaramine võimalik. Kui need kehad liikusid teineteise suhtes sulgumata orbiiti mööda, siis liiguvad nad pärast lähenemist sedasama sulgumata orbiiti mööda.

Kolme keha juures pakub nende liikumise uurimine tohutuid matemaatilisi raskusi. Üldiselt pole kaasahaaramise probleemi kolme keha puhul veel uuritud. Vaadeldi vaid üksikuid erijuhtumeid ning mõningate puhul nende hulgast tõestati kindlalt, et kaasahaaramine pole võimalik. Mõned astronoomid laiendasid ilma vastavate alusteta selle järelduse kõigile liikumise juhtudele ja arvasid, et kaasahaaramine pole põhimõtteliselt võimalik. Teised ei eitanud kaasahaara-

mist täielikult, kuid arvasid, et selle teostamiseks on vaja niisugust asjaolude kokkusattumist, kus kaasahaaramise tõenäolisus võrdub nulliga, s. t. reaalselt kaasahaaramist ei toimu ning seepärast ei maksa seda üldse arvestada.

Oma teooria väljatöötamisel tuli akadeemik Šmidtil võidelda nende põhjendamatu eelarvamistega kaasahaaramise nähte vastu. Arvamise, nagu oleks kaasahaaramine põhimõtteliselt võimatu, lükkas akadeemik Šmidt ümber sellega, et ta matemaatiliselt arvestas välja kaasahaaramise näite kolme keha ülesandes. Seejuures kasutas ta äärmiselt teravmeelset võtet.

Mehaanika võrranditel on järgmine omadus: kui me vaatleme kehade süsteemi liikumist, peatame need kehad mõneks ajaks ja tõukame nad siis liikuma endise kiirusega, kuid vastassuunas, siis liiguvad kõik kehad vastassuunas samu teid mööda. Toimub selline liikumine, nagu vaataks meie tagurpidi näidatud kinofilmi. Tänu sellele mehaanika võrrandite omadusele vastab kolme keha ülesandes igale kaasahaaramise juhtumile kahest kehast koosneva süsteemi lõhkumise juhtum möödalendava kolmanda keha külgetõmbejõu mõjul. Leida selle kolmanda keha liikumise algtingimusi selliselt, et ta lõhuks süsteemi, on hulga kergem, kui leida kolme iseseisva keha liikumise algtingimusi selliselt, et nad lähenedes annaksid kaasahaaramise nähtuse.

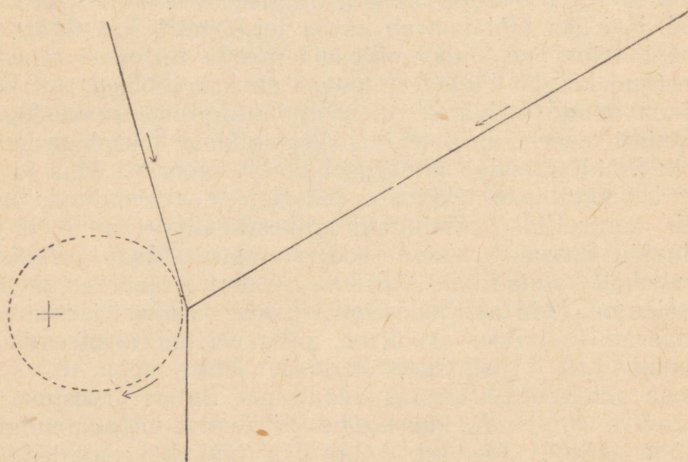
Tähtedevahelise materia osi võib oma liikumisel Galaktikas kaasa haarata mitte ainult Päike: kaasahaaramised võivad toimuda ka tähtede vahel. Kui üks täht haarab kaasa teise, tekib kaksiktäht — süsteem kahest, teineteise ümber ellipseid mööda tiirlevast tähest. Ligi-kaudu veerand kõigist tähtedest taevas on kaksiktähed, ent kõik katsed seletada nende tekkimist on seotud hulgaliste raskustega. Akadeemik Šmidti teooria järgi tekivad kaksiktähed kaasahaaramise teel. Akadeemik Šmidt arendab üheaegselt kahte teooriat: Maa ja planeetide ning kaksiktähtede tekkimise teooriat. Kaksiktähtede uurimine võimaldab kontrollida mõningaid päikesesüsteemi andmeil raskesti kontrollitavaid kaasahaaramise seaduspärasusi. Maa tekkimise uurimise seisukohalt kannab kaksiktähtede tekkimise teooria vaid abistava teooria iseloomu, kuid astronoomidele pakub ta suurt iseseisvat huvi.

Kaasahaaramise näide, arvuliselt kalkuleeritud akadeemik Šmidti poolt, kuulub just kaksiktähe tekkimise juhtu (joon. 6). Vastavalt pööratavuse põhimõttele teostas akadeemik Šmidt arvestuse vastassuunas, s. t. ta arvestas kaksiktähe lõhkemist möödalendava kolmanda tähe mõjul. Joonisel 6 on üks täht kaksiktähtede paarist kujutatud liikumatuna ja kogu liikumine on kujutatud tema suhtes. Kaksiktähtede paari lõhkuv täht möödub väga lähedalt kaasahaaratavast tähest, viimane muudab järsult oma liikumist ja lendab minema.

Kui vaadelda kogu pilti ümberpööratud järjekorras, saame olukorra, kus meie poolt liikumatuna kujutatud tähe juurde lendavad eri suunast ja eri kiirusega kaks teist tähte (vaata nooli joon. 6). Vastastikuse külgetõmbejõu mõjul muutuvad nende teed ja kiirused ning lõpuks alustab üks täht liikumist ümber liikumatu tähe ellipsit mööda, kuna teine lendab minema. Toimus kaasahaaramine ja tekkis kaksitäht. Sellega on tõestatud kaasahaaramise põhimõtteline võimalus. Kuid võib minna kaugemale ja tõestada, et kuigi kaasahaaramise tõenäosus on väike, ei võrdu see nulliga. Galaktika eksisteerib mitmed miljardid aastad, sisaldab sadu miljardeid tähti ja miljardeid tumedaid pilvi ning sel põhjusel, vaatamata vähesele tõenäosusele, peaksid temas kaasahaaramised toimuma võrdlemisi sageli. Neid ei saa jätta tähele panemata, vaid neid peab arvestama.

Vaatame nüüd, kuidas toimub akadeemik Smidti teooria järgi Maa ja planeetide tekkimine.

Päike sööstab kiirusega 250 km/sek. oma orbiiti mööda ümber meie Galaktika keskme. Oma liikumisel möödub Päike teistest tähtedest ja tumedatest tolmpilvedest. Tähed ja tumedad pilved võtavad osa Galaktika üldisest liikumisest ning seepärast on Päikese kiirus nende suhtes tunduvalt väiksem — 10, 20, 30 km/sek. Päike, sööstes tumedaist pilvedest mööda, tavaliselt enamvähem muudab nende liikumist. Ent vahel osutuvad asjaolud soodsaiks, toimub kaasahaara-



Joonis 6.

Akadeemik O. J. Smidti poolt arvestatud kaasahaaramise näide.

mine ning Päike sööstab edasi, ümbritsetuna mööda kinnisi orbiite tiirlevate osakeste parvest. Nende orbiitide läbimöödud võivad olla väga suured — selles on kerge veenduda, vaadeldes orbiite, mis moodustavad teineteise suhtes kaksiktähed. Seepärast, kui osakesed järkjärgulise liitumise ja väikeste osakeste suurte peale langemise teel moodustavad planeete, siis on nende planeetide orbiidid ka väga suured.

Seega, kui Päike saab selle materjali, millest tekivad planeedid, kaasahaaramise teel, langevad ära kõik raskused vastuse leidmisel viimasele alguses formuleeritud neljast küsimusest. Nende orbiitide möödetest olenev planeetide liikumishulga moment on, nagu selgub, täiesti sõltumatu Päikese liikumishulga momendist. Meenutame, et Laplace'i hüpoteesis, mille kohaselt Päike ja planeedid tekkisid ühest ja samast algmateriasist, ning Fessenkovi ja Jeans'i hüpoteesides, mille järgi planeedid eraldusid juba moodustunud Päikesest, olid Päikese ja planeetide liikumishulkade momendid tihedalt seotud teineteisega. Sel põhjusel need hüpoteesid ei saanud kuidagi seletada, miks Päikese liikumishulga moment on nii väike, võrreldes planeetide momendiga.

Akadeemik Smidti teooria annab muidugi ka vastuseid esimesele kolmele küsimusele. Päikese poolt haaratud osakeste parves võisid olla liikumised mitmes suunas. Kuid oli olemas suund, milles liikus enamik osakesi. Peasuuna osakesed põrkasid kokku teistes suundades liikuvate osakestega, mille juures viimased kaotasid oma momendid ja langesid järkjärgult Päikesele. Seepärast moodustus varsti lame parv, milles oli tugevasti ülekaalus ühesuunalise liikumisega osakeste hulk. Parve osakeste ühinemisega suurtesse kehasse tekkisid planeedid, mis liikusid kõik ühes suunas, nimelt selles suunas, milles liikus enamik parve osakesi. Nende orbiidid olid kõik lähedased parve kesksele tasapinnale, s. t. vähese kallakuga üksteise suhtes, ning nende orbiitide kuju oli peaaegu ringikujuline. Viimane asjaolu vajab seletamist. Parve osakesed liikusid mööda väljavenitatud orbiite, kuid eri osakestel olid orbiidid välja venitatud eri suundades. Osakeste liitumisel planeetidesse tasandusid individuaalsete orbiitide omadused üha enam ja lõpuks pidid tekkima ringikujulised orbiidid.

Nii vastab akadeemik Smidti teooria alguses esitatud neljale küsimusele.

Vaatleme nüüd selle teooria teisi järeldusi. Siiani rääkisime ainult mehaanilistest jõududest, tõmbejõududest. Kaasahaaramise nähtes on otsustav osa nimelt neil jõududel. Kuid pärast parve kaasahaaramist on selle edasises evolutsioonis tähtis osa Päikese valguse rõhul. Liikumatu osakesele mõjub Päikese valguse rõhk täpselt radiaalselt Päikese suunast. Ta nõrgendab mõnevõrra Päikese külgetõmbejõudu.

Väikeste tolmukübemete suhtes võib valguse tõukejõud isegi ületada külgetõmbejõu.

Liikuvate osakeste juhul on asi keerulisem. Neile langevad Päikese kiired veidi eespoolt (valguse aberratsiooniefekti tõttu). Seepärast tekib üheaegselt tõukejõuga osakese liikumise vastu suunatud jõud, s. t. jõud, mis pidurdab tema liikumist. Selle pidurdamise tagajärjel läheneb osake mööda spiraali järk-järgult Päikesele ja aurustub lõpude lõpuks tema soojuse mõjul.

Päikesest eemal kulgeb selle efekti toime äärmiselt aeglaselt, kuid Päikese lähedal on tal väga tähtis osa. Osakeste „äraimemise“ tõttu Päikese poolt vaestusid parve sisemised osad: nad jäid ilma osakeste rõhuvast enamikust. Sel põhjusel kujunesid Päikesele lähedased planeedid — Merkur, Veenus, Maa ja Mars — väikesteks. Selal aga tekkisid kaugel Päikesest, seal, kus kiirte surve ei jõudnud avaldada oma mõju, hiigelsuured planeedid — Jupiter, Saturn, Uuran ja Neptun.

Üheksa suurt planeeti — need pole ainsaiks esialgsest parvest kujunenud kehadeks. Sellesama parve evolutsiooni produktiks on ka komeedid, meteoriidid ja need tuhanded asteroidid („pisiplaneedid“), mida paneme tähele Marsi ja Jupiteri orbiitide vahelises rajoonis. Asteroidide mõõdet on võrratult väiksemad planeetide mõõdetest ning nende orbiidid on rohkem välja venitatud ja suuremate kallakutega kui planeetide orbiidid. See seletub sellega, et asteroidide kujunemise protsessis pole üksikute osakeste orbiitide individuaalsete joonte tasandumine kulgenud nii kaugele kui planeetidel.

Alguses, kui osakesi oli veel palju, kulges planeetide idude kasv kiiresti. Ent osakeste arvu kahanemisel vähenes kasvu kiirus ja praegu kulgeb see äärmiselt aeglaselt. Aine planeetidevahelisest ruumist satub praegu Maale meteoriidide ja vähemate meteorsete kehade näol, mis haihtuvad kõrges atmosfääris „langevate tähtedena“. Ööpäeva jooksul langeb kogu Maale umbes 10 tonni meteorset ainet — täiesti tühine hulk. Selleks, et katta Maad 1 mm paksuse kihiga, läheb sadu miljoneid aastaid. Varem oli kasvu tempo tunduvalt kiirem. Nagu näitab akadeemik Šmidt arvestus, oli Maa kujunemiseks vajalik 7 miljardit aastat. See tulemus ühtub oivaliselt Maa koore ea mõõtmistega. Ürgsetes mäekivimites mõõdeti radioaktiivsete elementide ja nende lagunete sisaldust. Teades nende lagunemise kiirust võib kindlaks teha nende kivimite iga ja seega ka Maa koore iga. Uusimad määrangud annavad 3—3,5 miljardit aastat. On loomulik, et Maa tervikuna on mitu miljardit aastat vanem kui Maa koor.

Osakeste parve evolutsiooni esimestel etappidel võis temas tekkida hulk „planeetide idusid“. Ainult vähesed neist suutsid areneda suurteks planeetideks. Analüüsides, missugustel kaugustel pidid teinetei-

sest asuma kõige vastupidavamad ja eluvõimsamad idud, jõudis akadeemik Smidt ühele oma teooria suurimale saavutusele — planeetide kauguste uuele seadusele.

Juba ammu oli märgatud, et kaugused planeetide orbiitide vahel kasvavad seaduspäraselt eemaldumisega Päikesest. Analüüsi tagajärjel jõudis akadeemik Smidt järeldusele, et ülemineku juures ühelt planeedilt teisele, kaugemale, peab liikumishulga erimoment kasvama ühe ja sama suuruse võrra. Nagu eespool mainitud, on planeedi liikumishulga erimoment võrdeline tema orbiidi raadiuse ruutjuurega. Järelikult võib planeetide kauguse vahe seadust formuleerida järgmiselt: planeetide orbiitide raadiuste ruutjuured kasvavad aritmeetilises progressioonis.

Järgnev tabel näitab, kuivõrd hästi see seadus täitub suurte planeetide suhtes:

	Jupiter	Saturn	Uuran	Neptun	Pluto
\sqrt{R}	2,28	3,28	4,28	5,28	6,28
R arvestuse	5,20	10,8	18,3	27,9	39,4
R tegelikud	5,20	9,5	19,2	30,1	39,5

Nelja sisemise Päikesele lähema planeedi kohta, mille kujunemine toimus, nagu nägime, erisugustes tingimustes, antakse tulemused järgmises tabelis:

	Merkur	Veenus	Maa	Mars
\sqrt{R}	0,62	0,82	1,02	1,22
R arvestuse	0,38	0,67	1,04	1,49
R tegelikud	0,38	0,72	1,00	1,52

Üleminekul ühelt planeedilt teisele kasvab suurtel planeetidel \sqrt{R} ühe võrra, Päikesele lähematel — 0,20 võrra. Kuid planeetide kauguste kasvu seadus ise on mõlemas grupis sama — see on \sqrt{R} seadus.

Osakeste liitumisel planeetideks peab järgima kahte, hästituntud seadust: liikumishulga momendi jäävuse seadust ja energia jäävuse seadust. Esimest seadust peab järgima absoluutselt täpselt, kuna teise suhtes tuleb teha väike täiendus — planeedi energia ei või olla suurem kui teda moodustavate osakeste energia summa, kuid võib sellest summast olla mõnevõrra väiksem. Kokkupõrkamistel võis osa mehaanilist energiat kuluda soojenemisele, s. t. muutuda soojusenergiaks. Ent see täiendus ei muuda asja olemust. Arvestus näitab, et energia jäävuse seaduse järgimine nõuab veidi väiksemate mõõtudega orbiiti kui see on vajalik momentide jäävuse seaduse järgimisel. Kui planeet alustab liikumist energia jäävuse seadusele vastavat orbiiti mööda, jääb mõni osa liikumishulga momendist orbitaalsel liikumisel „kasutamatuks“. See kasutamata osa, mis momendi jäävuse

seaduse tõttu ei või kaduda, tekitab planeedi pöörlemise ümber telje. Pöörlemise kiirus sõltub planeedi massist ja suuruselt, mida ka tegelikult võib tähele panna.

Akadeemik Šmidti teooria lubab vaadata uuel seisukohalt ka Maa soojusajaloole. Eelmiste hüpoteeside kohaselt kondenseerus Maa nii või teisiti hõõguvast Päikese ainekist ning seepärast algas tema ajalugu tulivedelast ajajärgust. Selle näitlikuks tõendiks peeti vulkaane, mille purskamisel voolab Maa pinnale hõõguv-vedel laava. Ent hiljem selgus, et vulkaanid on seotud vaid üksikute sulatatud kolletega. Selgus, et nii geoloogid kui ka geofüüsikud ei anna mingisuguseid viiteid tulivedelale ajajärgule Maa ajaloos. Usk sellesse, et niisugune ajajärk siiski oli, baseerus vaid kosmoloogilistel kaalutlustel.

Maa tekkimisel osakeste liitumise teel polnud nähtavasti üldse mingit tulivedelat ajajärku. Vaevalt, et soojendumine osakeste kokkupõrkamisel võis kogu massi sulatada. Maapõue soojendumine algas siis, kui Maa mõõted muutusid küllaldaselt suurteks. Maa aine sisaldab vähest radioaktiivsete elementide lisandit. Kui Maa muutus suureks, hakkas radioaktiivsel lagunemisel eristuv soojus kogunema maapõue ning viis selle temperatuuri mõnedes kohtades 1500—2000 kraadini.

Kaasaegsed andmed Maa sisemise struktuuri kohta räägivad sellest, et tema sisemuses on raudne tuum, mille mass moodustab umbes $\frac{1}{3}$ kogu Maa massist. Praegu Maale langevad meteorid sisaldavad ka $\frac{1}{3}$ osa rauda ja $\frac{2}{3}$ osa kivist ainet. See on täiesti loomulik, sest Maa ja meteoriidid põlvnevad ühest ja samast parvest. Teised taevakehad — Merkur, Veenus, Mars ja Kuu — sisaldavad ka umbes $\frac{1}{3}$ osa rauda.

Maa kujunemisel olid kivi- ja raudosakesed omavahel segunenud. Kui raud soojenemise tagajärjel muutus plastiliseks ning seejärel vedelaks, algas maapõues kihistumise protsess. Raud kui raskem hakkas laskuma (voolama) alla, kuna kergemad kivised osakesed hakkasid ujuma ülesse. Nii tekkis kaasaegne maapõue struktuur.

Kui kogu Maa sisaldaks radioaktiivseid elemente sel määral, nagu meie mõõtmistele kättesaadavad mäekivimid, siis oleks soojuse vool maapõuest maapinnale mitu korda suurem kui see, mida me tegelikult tähele paneme. Siit tegid geofüüsikud järelduse, et radioaktiivsed elemendid on keskendunud Maa välimistesse kihtidesse, kuna tema sügavas põues on neid kaduvalt vähe.

Keemilised analüüsid on näidanud, et raudmeteoriidid sisaldavad palju vähem radioaktiivseid elemente kui kivimeteoriidid. Järelikult toimus ebaühtlane radioaktiivsete elementide jaotus Maa sisemuses tema kihistumisprotsessis: radioaktiivsed elemendid ujusid üles ühes kivimeteoriitidega, milles nad sisaldasid.

Vaatamata selgesti kujunenud tuuma olemasolule Maal, on põhjust arvata, et kihistumisprotsess pole siiski veel täielikult lõppenud. Geoloogid uurisid hoolikalt Maa koore ajalugu. Nad on jälginud maapinna tõuse ja langusi mitme miljoni aasta kohta tagasi, hiigelsuurte mäeahelike tekkimist ja kadumist. Ent neid tohutuid muutusi esilekutsunud jõud on seni avastamata. Kõige tõenäolisem on, et need jõud tekkisid maapõue kihistumisel. Maapinna tõusud ja langused kestavad praeguse ajani, mis viitab sellele, et kihistumise protsess meie jalge all jätkub ka praegu.

Kui Maa ajalugu oleks alanud tulivedelast ajajärgust, oleks kihistumisprotsess pidanud lõppema juba selle ajajärgu kestel, kus ei jõudnud veel kujuneda Maa koor. Kui aga Maa tekkis nii, nagu seda seletab akadeemik O. J. Smidt, võib see protsess kesta praeguse ajani.

Maa tekkimise uurimine on vajalik mitte ainult täieliku materialistliku maailmavaate ülesehitamiseks, vaid ka maapõue kaasaegse struktuuri ja elu tunnetamiseks.

Akadeemik Šmidti teooria käsitus alles tegelikult algab. Paljusid küsimusi selles pole seni veel uuritud, teisi on vaadeldud vaid üldjoontes.

Akadeemik Šmidti teooriat võeti huviga vastu nii eriteadlaste — astronoomide ja geofüüsikute — kui ka teaduse aktuaalsete küsimuste vastu elavat huvi tundvate nõukogude intelligentsi laiade ringkondade poolt. Selle teooria ümber kestavad elavad vaidlused ja arutlused ning ta pole üldtunnustatud. Nagu iga teaduslik teooria, areneb ja muutub Maa tekkimise teooria oma käsitluse protsessis. Kuid juba tänapäeval saavutatud tagajärjed lubavad akadeemik Šmidti teooriat pidada nõukogude teaduse suureks saavutuseks. See on saavutus, millele võib olla uhke ja millele võib toetuda edasiste uurimiste teostamisel.

Nõukogude astronoomid ei piirdu päikesesüsteemi kosmagoonia uurimisega. Nende uurimused suunduvad kaugele selle piiride taha ning haaravad tähtede, tähesüsteemide ja udukogude tekkimise ja evolutsiooni küsimusi. Selles väljendub tähelepanu põhimõttelist ja ideoloogilist tähtsust omavate küsimuste vastu, — tähelepanu, mis on omane mitte ainult nõukogude astronoomiale, vaid ka kogu nõukogude teadusele.

Mitmesuguste taevakehade evolutsiooni küsimused on tihedalt seotud üksteisega, kuna need on kõik selle igavese ringkäigu lülid, milles liigub kogu maailmaruumi materia. Teame kindlasti, et teaduslikud uurimused viivad meid üha edasi ja edasi Maa, planeetide ja teiste taevakehade tekkimise ja evolutsiooni täielikuma ja õigema tunnetamise poole.

„... Marksistlik filosoofiline materialism lähtub sellest, et maailm ja tema seaduspärasused on täiesti tunnetatavad, et meie tead-

mised looduseadustest, mis kogemuste, praktika poolt on järele proovitud, on usaldusväärsed teadmised, millel on objektiivsete tõdede tähendus; et maailmas pole tunnetamatuid asju, vaid on ainult asjad, mis on veel tunnetamata, kuid mis kõik avastatakse ja tunnetatakse teaduse ja praktika jõududega.“¹

¹ OK(b)P ajalugu. Lühikursus, RK „Poliitiline Kirjandus“, Tallinn 1946, lk. 112.

Kirjandust loengu juurde

1. B. A. Vorontsov-Veljaminov, Taevakehade tekkimine, 32 lk. Riiklik Tehniline Kirjastus. 1945.
2. B. A. Vorontsov-Veljaminov, Maailmaruum, 488 lk. Riiklik Tehniline Kirjastus. 1947.
3. B. J. Levin, Akadeemik O. J. Smidti kosmogooniline teooria. „Nauka i žizn“ nr. 12, lk. 2—6. 1947.
4. M. F. Subbotin, Maakera tekkimine ja vanus, 40 lk. Riiklik Tehniline Kirjastus. 1945.
5. M. S. Eigenson, Akadeemik O. J. Smidti kosmogooniale pühendatud Lenini-gradi konverents (10.—15. märtsini 1947). „Priroda“ nr. 10, lk. 90—93. 1947.
6. V. G. Fessenkov, Päikesesüsteemi kosmogoonia, 1. trükk. 112 lk. NSV Liidu Teaduste Akadeemia. 1944. 2. trükk. 153 lk. Teaduste Akadeemia Kasahhi filiaali kirjastus. Alma-Ata 1945.
7. O. J. Smidt, Maakera tekkimise uus teooria. „Priroda“ nr. 7, lk. 6—18. 1946.
8. O. J. Smidt, Maa ja planeetide tekkimise uus teooria. Üleliidulise Geograafia Ühingu teated, 3. väljaanne, lk. 256—274. 1947.

Toimetaja A. Emma
Tehniline toimetaja E. Ridala

Б. Ю. Левин. Происхождение земли и планет.
На эстонском языке.

Ladumisele antud 7. XII 1948. Trükkimisele antud 30. XII 1948. Paber 61×86 cm ¹/₁₆.
Trükiarv 2000. Trükitähti trükipoognas 44 720. Trükipoognaid 1,5. Arvutuspoognaid 1,40.
MB-10198. Tellimise nr. 2073.
Graafikatööstus „Oktoober“, Tallinn, Tartu mnt. 49.

T. R.

Rbl. 1.—

A-173

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00349243 8

49 198