

A-16583

659

22. IX 47

Populaarteaduslik
väljaanne

B.A. Vorontšov-Veljaminov

Taevakehade
tekkimine

RK • Pedagoogiline Kirjandus • Tallinn

PROF. B. A. VORONTSOV-VELJAMINOV

TAEVAKEHADE TEKKIMINE

Kahustuslik kontrollseksemplar.

RK

„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS“

TALLINN 1947



13058

A-16583

Sissejuhatus.

1. MILLEST RÄAGITAKSE SELLES RAAMATUKESES.

Juba kauges minevikus küsisid inimesed: „Kuidas on tekkinud kogu maailm?“ „Kes ja kunas on loonud maailma?“ „Millal tuleb maailma lõpp?“

Käesolevas raamatukeses räägime sellest, kuidas vastab neile küsimustele teadus. Me märkame, et juba need küsimused ise on asetatud valesti, et „kogu maailm“ ehk „universum“ pole üldse kuidagi tekkinud ja seda pole keegi kunagi loonud, et „maailm“ ei lõpe iialgi: maailm on olnud ja jääb igavesti oma liikumise ja arenemisega.

Universumiks nimetatakse kõike, mis üldse on olemas. Universumisse kuulub Maa, kus elame, samuti mäed ja mered, mis leiduvad Maa pinnal; universumisse kuuluvad Kuu ja Päike, kuuluvad loetlematud tähed, mis säravad meie pea kohal pimedal pilvitul ööl. Selles raamatukeses jutustame sellest, kuidas universum koosneb mitmesuguseist maailmakehadest, milledest üks on meie Maa. Neid maailmakehi nimetatakse ka taevakehadeks, sest me näeme neid taevas: päeval Päikest, öösel Kuud, tähti ja planeete.

Teadlased on tõestanud, kuipalju aega on möödunud sellest, millal Maa on olnud olemas umbes sellisel kujul, nagu näeme teda praegu, kuikaua on olemas Päike tohutu suure tulise kerana, millised maailmakehad on nooremad ja millised vanemad. Kuid aine, millest koosneb Päike, oli juba varem, juba enne seda, kui tekkis Päike. Oli aeg, millal Maad veel polnud, kuid aine, millest koosneb praegu meie Maa, oleles juba varem.

Kui mõnest aimest kujunesid ühed taevakehad, siis olid teised juba olemas. Nii võib rääkida ainult üksikute taevakehade tekkimisest ja nende süsteemidest, mitte aga universumi sündimisest üldse.

2. MAAILMA LOOMISE LEGENDID.

Paljud muistsed rahvad püüdsid mõistatada, kuidas on tekkinud maailm. Kuid inimestel polnud siis veel õiget kujutlust maailmast. Paljud loodusnähtused olid varem inimestele täiesti arusaamatud. Inimesed ei teadnud, millest tuleneb päikesevalgus, millest vihm, välk, müristamine ja teised loodusnähtused. Nad arvasid, et maailmas on palju häid ja kurje vaime.

Headeks vaimudeks peeti neid, kes kutsusid esile loodusjõude või nähtusi, mis olid inimesele kasulikud, näiteks päikesesoojust ja vihma. Veeuputusi ja maaväringuid tekitasid muinasaja inimeste arvates kurjad vaimud. Inimesed pidasid kõige olemasolu tekkimist ja kõiki maailmas toimuvaid muudatusi ainuüksi nähtamatute jumalate või vaimude tegevuse tulemuseks, sõltuvalt nende soovidest ja vägevusest.

Mitmesuguseil rahvail sündisid erilised muistendid ja legendid maailma tekkimisest, vastavalt rahvaste elutingimustele ning ümbritsevale loodusele. Kuid kõigist neist lugudest peegeldub õieti üks ja seesama. Jälgides, kuidas töölise kätetööna sünnib uus ese, ilmub uus kirves, pott, onn või kaev, harjusid inimesed mõtlema, et kõik neid ümbritsev on kellegi poolt loodud. Kuid et nad mägede ja jõgede, merede ja taevakehade tegijat ning loojat ei näinud ja et kõige selle loomine, nagu näis, nõudis tohutut jõudu ja vägevust, siis pidasid inimesed maailma loomist vägevate ja nähtamatute jumalate ning vaimude tahteks.

Vaikse ookeani Havai saarte elanikel on maailma loomisest selline legend. Alguses oli tohutu suur merelagendik, mille kohal ääretus avaruses lehvis jumal Tangaloa. Ta saatis oma

tütre Merilõokese (havai keeli Turi) vaatama, kas pole kuski näha kindlat ning kuiva maad. Kuid ta ei leidnud kohta, kuhu oleks võinud laskuda ja kus puhata. Väsinuna saabus ta tagasi. Siis murdis Tangaloo taevavõlvist kalju ja viskas merre. Sellest kaljust said Havai saared, millel Turi puhkas ja kuhu ta hiljem tõi elavad olendid.

Hindudel on hoopis teistsugune legend maailma loomisest. Selle legendi järgi oli igiaegadest olemas üksnes ürgvesi. See vesi sünnitas iseenesest kuldmuna. Sellest kuldmunast ilmus maailma jumalanna Prajanani. See juures läks muna pooleks: alumisest poolest sai maa, ülemisest aga taevas.

Paljud tunnevad usupärimusi sellest, et kogu maailm on loodud ühe jumala poolt „mitte millestki“ kuue päevaga.

Palju seesuguseid legende on loodud mitmesuguste muinasaja rahvaste poolt. Luues neid legende püüdsid inimesed kujutada neis loodust, nagu nemad seda mõistsid. Need legendid, kordudes sajandist sajandisse, muutusid nagu pühadeks, ja kahelda nende tõepärasuses peeti lubamatuks trotsiks. See tõttu tõkestus teaduse ja eelarvamustest vaba inimõtte tekkimine ning hilisem arenemine. Kui üksikud esirindlikud inimesed püüdsid loodusnähtuste seletusele teaduslikult läheneda, siis öeldi neile tihtipeale: „Jätke need katsed, kõigest sellest räägitakse juba meie lugudes. Neid tuleb uskuda, mitte aga nende tõepärasust järele proovida.“ Neid teadlasi aga, kes püüdsid maailma uuel viisil seletada, kiusati halastamatult taga.

3. LOODUSE MUUTLIKKUS, TEMA SEADUSED JA TEMA UHTSUS.

Kõik maailma loomise legendid on lähtunud ekslikust mõttest, nagu oleks maailm muutumatu. Neis legendides öeldakse, et maailm on loodud korraga või peaaegu korraga (näiteks „kuue päevaga“) ja et ta oma loomisajast peale püsib meie

päevini muutumatul kujul. Kuid seevastu näitab tähelepanev ja pidev jälgimine, et maailmas pole midagi muutumatut. Loodus ja maailm muutuvad lakkamata. Tekivad võrsed, need kasvavad, muutuvad nooreks metsaks. Vanad põlistammedest koosnevad metsad kōdunevad ja hukkuvad. Vihmade ja tuulte tegevuse mõjul murenevad pikkamööda hiigelmäed, muutudes kivikampadeks ja liivaks. Vesi kannab kive ja liiva alla, täidab kuristiku põhja, kus varem oli paljas kivi ning aja jooksul katub see kaljutükkidega, seejärel peene kivirusu ja lõppeks mul-
laga.

Üksikute looduse osade muutumise kiirus pole ühesugune. Ühed muudatused toimuvad meie silma all mõne minuti jooksul, teisi võib nentida, jälgides loodust aastast aastasse. Mõnesid muudatusi looduses tõestatakse alles paljude inimpõlvede tähelepanekute põhjal. On veelgi aeglasemaid looduse muudatusi, nii et neid kogu inimpõlved ei või lõpuni jälgida. Öeldakse, et isegi „veepiisk purustab kalju”. Ükski pole võinud näha, kuidas vesi järk-järgult uuristab kivisse augu, langedes tilktilgalt sellele. Seda ei või koguni inimpõlvede jooksul tähelepanna. Vaadeldes kive, mis lamavad joa all, tegid inimesed sellest õige järelduse, et vesi närib ära kividki, kui ta aastatuhandete jooksul neile langeb. See näide osutab, et võime teha õigeid järeldusi looduses toimuvate nähtuste puhul isegi siis, kui me neid ise ei saa jälgida. Seda õigemad on järeldused sel puhul, kui me neid igakülgelt ja teaduslikult nii teoreetiliselt kui ka katsete abil kontrollime.

Taevakehade tekkimise küsimuse selgitamiseks peame kõigepealt tutvuma looduse põhiseadustega. Need seadused on püstitatud nii meid ümbritseva looduse nähtuste vaatlemise kui ka laboratoorsete katsete põhjal. Tähtsamad neist seadustest on aine säilivuse seadus, energia säilivuse seadus ja kogumaailmse raskustõmbe seadus. Neist seadustest räägitakse meie raamatukese esimeses peatükis.

Katsed ja vaatlused on näidanud, et loodusseadused on üldised, s. o. nad kehtivad ühteviisi nii Euroopa kui ka Ameerika laboratooriumides, on õiged nii Maakeral kui ka Kuul ja Päikesel. See lubab meid täie kindlusega meie maiste teaduslike katsete tulemusi kasutada nähtuste puhul, mis toimuvad teistel taevakehadel. Tänu sellele võime mõista neilgi toimuvaid nähtusi, loobudes igasuguseist väljamõeldistest, mida on täismuistsed legendid.

Teises peatükis räägitakse üksikasjalikult sellest, et Maa ja muude taevakehade koostis on üks ning seesama. Maa ise ja Maal olevate esemete koostisse kuuluvad paljud ained, näiteks vesinik, hapnik, räni, raud ja teised. Teadlased on tõestanud, et need ained kuuluvad ka teiste taevakehade koostisse. Nõnda pole mingeid põhjusi teha vahet maise ja taevase vahel ning kinnitada, et meie maiste kogemused ei või lubada meil avastada maailma avaruse saladusi. Kogu loodus on ühtne ja ühtsad on ka selles kehtivad seadused.

I. LOODUSE PÕHISEADUSED.

1. AINE SÄILIVUS.

Ilialgi ei loo meister oma tooteid mitte millestki. Ta ainult muundab juba olemas olevat materjali. Näiteks ei tee pottsepp oma potti või kruusi mitte millestki, vaid treib selle savitükist, mille ta kustki võttis.

Mitte üheski loodusnähtuses, mitte ühegi laboratooriumis korraldatud füüsikalise või keemilise katse puhul pole nenditud juhtu, et mingi aine oleks tekkinud mitte millestki või et aine oleks täiesti kadunud.

Võtkem klaas kuuma teed ja sulatagem selles ära tükk suhkrut. Suhkur oleks nagu kadunud — teda pole näha. Kuid aine, millest koosnes suhkrutükk, pole kadunud, vaid lahustunud tees. Kui kaalume eraldi klaasi teed ja suhkrutükki, siis veendume, et need kokku kaaluvad niisama palju, nagu klaas magusat teed ühes temas sulanud suhkruga.

Võttes 2 grammi nähtamatut värvitut gaasi vesinikku ja 16 grammi teist niisama nähtamatut gaasi hapnikku, võivad keemikud neid keemiliselt ühindada ja moodustada neist 18 grammi vett. Nad võivad lagundada vett selle algosadeks ja saada 18 grammi vee asemel 2 grammi vesinikku ning 16 grammi hapnikku.

Aednik poetab väikese terakese mulda. Sellest kasvab suur naeris. See naeris ei tekkinud mitte millestki. Ta kasvas suureks ja sai oma raskuse, omastades vett ja õhku ning toitvaid aineid mullast. Kui kasvatada kaua aedvilja ühel ja samal

kohal, lahjeneb, nagu teada, maa pinnas ja selles kasvavad viljad annavad üha väiksemat saaki.

Kui põletame suletud klaaspurgis tüki piiritusega niisutatud puuvilla, siis ei kao puuvill ja piiritus pärast põlemist jäljetult. Üks osa neist muutub tahmaks ja tuhaks, teine aga gaasiks, mis seguneb purgis oleva õhuga. Purki jääb niisama palju ainet, kui oli enne põlemistki. Vahe on vaid selles, et pärast põlemist osa ainet muutis oma kuju.

Teadlased on teinud palju teisigi katseid, mis tõestavad, et aine ehk materia on hävimatu, et ta on igavene. Järelikult ka maailm, mis koosneb aineist, on samuti igavene ega kuulu hävimisele. Ta ei või kunagi olla loodud mitte millestki ega või iial kaduda, kuigi taevakehad, millest ta koosneb, lakka-matult vahelduvad.

2. ENERGIA SÄILIVUS JA SELLE MUUNDUMISED.

Me märkame tihtipeale mitmesuguseid toiminguliike, mida võivad korda saata ühed või teised esemed. Nii võib näiteks edasiliikuv tank vastu maja surudes selle purustada — ta toimib purustavalt. Kivi vajutab maha kukkudes osa maapinnast lohku; püssirohi tekitab plahvatuse korral gaasi, mis paiskab kahuritorust välja mürsu — tema tööks on mürsu lennutamine. Aurumasina katlas olev aur sisaldab kuumust, mille abil masin töötab. Seda töötamisvõimet nimetatakse energiaks. Energia on alati seotud ainega ega või esineda ilma ainetä. Iga aine omab ühel või teisel kujul energiat: liikumisenergiat (nagu tank või kivi), keemilist energiat (nagu püssirohi), soojusenergiat (nagu tuline aur). On veel muidki energialiike.

Kust saab ese oma energia? Kust saab näiteks tank energia? Selle energia annab talle bensiin, mis põleb tangi mootoris. Bensiin, millega on varustatud tangi mootor, sisaldab eneses varjatud kujul energiat. Bensiinis peituv energia vabaneb põlemise ajal ja muundub paisumis-, s. o. gaaside liikumise

energiaks. Gaaside paisumise energia paneb tangi liikuma, andes sellele üle liikumisenergia. Püssirohus peitub keemiline energia. See muundub plahvatuse puhul püssirohu gaaside liikumise energiaks, mis kandub üle kahuri mürsule. Mürsk omandab liikumisenergia, mis suuremalt osalt kulub aine purustamiseks, millesse ta on sattunud, ja osaliselt selle aine soojendamiseks.

Iga keha omab teatava energia varu, kas varjatud või varjamata kujul. Täpsete katsetega on tõestatud, et energia võib ühest esemest teise siirduda, kuid energia hulk jääb seejuures muutumatuks. Energia on samuti hävitamatu nagu ainegi; ta võib ainult muunduda. Nii võib näiteks soojusenergia muunduda valguse- või elektrienergiaks. Elektri jõujaamades muundub kivisöes peituv keemiline energia soojusenergiaks, soojusenergia muundub elektrienergiaks, aga elektrienergia muundub kas liikumisenergiaks (näiteks trammis) või samuti soojusenergiaks (elektriahjudes) või valgusenergiaks (elektrilampides ja laternais) või ka raadiolainete energiaks, mille abil toimub raadiosaade. Tõstes rasket kivi kulutame energiat. Kui see kivi alla langeb, kulub tema energia maapinna lohku vajutamiseks ja vähesel määral selle soojendamiseks.

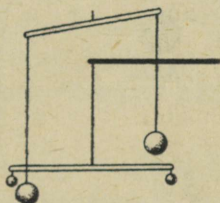
Energia hulka võib mõõta ja väljendada teatud ühikutes, nagu võib näiteks vahemaad mõõta kilomeetritega. Energia muundub küll liigilt, kuid on täpselt tõestatud, et kõigi muundumiste puhul jääb energia koguhulk püsivaks. See on üks tähtsamaist loodusseadustest, mida nimetatakse „energia säilivuse ja muundumise seaduseks”. Materia ja energia hävimatus kõigi nende muundumiste puhul on looduse põhiseaduseks, mis näitab nende igipüsivust.

3. KOGUMAAILMNE TÕMBETUNG.

Kui mõnd eset miski ülal ei hoia, siis langeb ta Maale, sest et Maa tõmbab teda enese poole. Vahel öeldakse, et siin on tegevuses „Maa külgetõmbetung”. Kuid seda omadust ei evi

üksnes Maa. Teadlased on tõestanud, et kõik kehad universumis tõmbuvad vastamisi üksteise poole tungiga, mis on seda suurem, mida suuremad, mida raskemad on need kehad ja mida väiksem on vahemaa nende vahel. Maa, Kuu, Päike, planeedid, tähed — igaüks neist kehadest tõmbub teatud tungiga teise poole. Seepärast nimetatakse kõigi kehade üksteise poole tõmbumist „universaalseks — kogumaailmseks”.

Teadlased on korraldanud katse, millest on ilmunud, et tinakuulid tõmbuvad üksteise poole. Väga peene niidi külge kinni

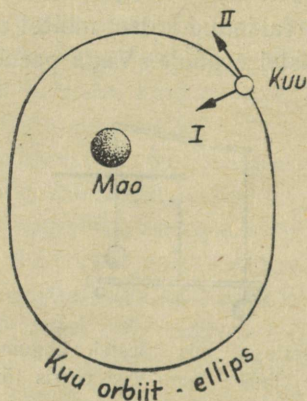


Joon. 1. Katse kuulikestega, mis tõestab kogumaailmset gravitatsiooni seadust. Suur ja väike kuulike kummaski paaris tõmbuvad üksteise poole.

tati horisontaalne varb, mille kumbagi otsa riputati väikesed tinakuulikeseid (joon. 1). Kummalegi neist kuulikestest lähendati kõrvalt suuremad tinakuulid (mitmes suunas varva suhtes). Siis tõmbusid kummaski paaris väikesed ja suured pallid vastamisi üksteise poole ja selle tõmbe tagajärjel pöördus varb silmanähtavalt. Seesugust tõmmet ei tohi ära vahetada magnetilisega, mis toimub magneti lähendamisel rauale: tina pole magnetiline aine. Siin tõmbuvad suured ja väikesed tinakuulid vastavalt kogumaailmsele gravitatsiooni seadusele.

Kogumaailmse gravitatsiooni seaduse järgi tõmbuvad kõik kehad universumis üksteise poole, sõltumata sellest, kas nende vahel on veel mõned teised või mitte, sõltumata sellest, milliseist aineist koosnevad need kehad, milline on nende temperatuur jne. Maa tõmbab enda külge Kuud, ja see tõmbumine

sunnibki Kuud tiirlema ümber Maa. Oma tõmbejõuga sunnib Maa Kuud otsejoones enese poole liikuma. Järelikult peaks Kuu Maa peale langema. Kuid see ei sünni sellepärast, et Kuu ei püsi rahulikult paigal, vaid liigub, kusjuures see liikumine pole suunatud mitte Maa poole, vaid kõrvale (joon. 2).



Joon. 2. Kuu tiirlemine ümber Maa. Nool I näitab suunda, mille järgi Maa tõmbab Kuud enese poole, aga nool II suunda, mida mööda liiguks Kuu, kui poleks kogumaailmset tõmbetungi. Liikudes edasi ja tõmbudes ühtlasi Maa poole kulgeb Kuu kõverjoonelist teed.

Kui poleks üldist tõmbetungi ja Maa ei takistaks oma külgetõmbega Kuud, siis lendaks Kuu sirgjoont mööda jäädavalt Maast eemale. Maa kallutab kogu aja Kuud tema sirgteelt kõrvale ja muudab Kuu liikumistee ringikujuliseks. Täpsemalt, Kuu tee Maa ümber sarnleb väga ringiga, olles pisut välja venitatud ühes suunas. Seesugust kõverjoont nimetatakse ellipsiks.

Maa tiirleb Päikese ümber samuti ellipsit mööda, mis pisut erineb ringist Päikese tõmbetungi mõjul. Päikese tõmbetung sunnib teisigi planeete enda ümber tiirlema.

Maa tõmbetung, mis hoiab Kuud Maa lähedal, hoiab samuti ka kõiki esemeid Maa enese pinnal, ja seepärast liiguvad nad ühes temaga. Ülesvisatud kivi langeb uuesti Maa peale tema tõmbe mõjul.

Kogumaailmne tõmbetung, mida märkame igapäev igal sammul eneste ümber, on tegevuses igasugustel kaugustel kõikjal maailmaruumis — ta on kogu universumis. Selles veendusid teadlased juba möödunud sajandil. Maast päratu kaugel — nii kaugel, et valgus, mis liigub kiirusega 300 000 kilomeetrit sekundis, vajab sadu aastaid selle vahemaad läbimiseks, on olemas tähed — kauged päikesed, mis ringlevad üksteise lähedal. Nende liikumine näitab meile, et need tähed on seotud vastastikuse tõmbetungiga niisama, nagu on seotud Kuu ja Maa.

Üheks suurepäraseks kogumaailmse gravitatsiooni seaduse tõendiks sai varem tundmatu planeedi olemasolu ennustamine. Umbes 100 aastat tagasi uuris prantsuse teadlane Leverrier Uurani liikumist, milline planeet oli tol ajal tuntud planeetide hulgas kõige kaugem Päikesest. Leverrier arvutas välja kõik tõmbetungid, mis avaldavad mõju Uuranile nii Päikese enese kui ka teiste planeetide poolt, mida siis tunti. Võrreldes oma arvutuse resultaate Uurani tegeliku liikumisega, avastas Leverrier, et see liikumine pisut erineb sellest, mis pidi olema arvutuse järgi. Uurani liikumises ilmnes seletamatuid kõrvalekaldumisi või, nagu öeldakse, korrapäratusi. Leverrier oletas, et neid korrapäratusi võib seletada ainult sellega, et Päikesest veelgi kaugemal kui Uran on seni tundmatu planeet: tema põhjustabki oma tõmbetungiga Uurani liikumises tähelepanud kõrvalekaldumisi. Vähe sellest. Leverrier suutis välja arvutada tundmatu planeedi asendi maailmaruumis ja selle koha taeva- laotuses, kus ta peab olema Maa pealt näha teatud päeval ja tunnil. Leverrier' osutuse kohaselt juhiti teleskoop sellesse taevapunkti, ja tõepoolest avastatigi just seal varem tundmatu

planeet. See planeet nimetati Neptuuniks. Neptuuni avastamine osutus suurepäraseks tõendiks niihästi gravitatsiooni seaduse paikapidavusele — ühele saladusele, mida me looduses oleme teatavaks teinud, kui ka inimese võimele teaduse abil kogunenud andmete põhjal ennustada varem tundmatute maailma-kehade olemasolu.

II. MIDA KUJUTAB ENESEST UNIVERSUM.

1. MAAILM MUISTSETE RAHVASTE KUJUTLUSES.

Enne kui asuda Maa ja taevakehade tekkimise seletamisele, peab selgitama, mis nad enesest kujutavad.

Muistseil aegadel, kui veel ei tuntud teadusliku uurimise meetodeid, kujutlesid inimesed Maa ja maailma ehitust enesele väga naiivselt. Nad pidasid Maad lamedaks ja arvasid ta olevat kaetud ülalt taevavõlviga nagu läbipaistva kristallkupliga. Nad käsitasid tähti ja muid taevakehi nagu lambikesi, mis on loodud spetsiaalselt Maa valgustamiseks ning taeva ilustamiseks. Neil polnud mingisugust arusaamist kaugustest, mis lahutavad meid taevakehadest, nagu ka nende kauguste erinevusest. Ühed pidasid vahemaad taevani mõneksümneks tuhandeks, teised mõneksajaks tuhandeks kilomeetriks. Praegu teame, et isegi Kuu — meile lähim taevakeha — on meist 380 000 kilomeetrit eemal, aga Päike on poolteistsada miljonit kilomeetrit kaugel. Lähimad tähed on meist sajad tuhandet korrad kaugemal kui Päike, enamik aga — miljonid korrad.

2. MILLEST KOOSNEVAD MAA JA TEISED TAEVAKEHAD?

Vanade vohiklikkude vaadete kaitsjad maailma ehituse ja tekkimise alal olid selles veendunud, et taevane maailm erineb sootuks maisest maailmast. Sel määral, kui need inimesed pidasid taevast vaimude ja jumalate asukohaks, arvasid nad ka taevakehad olevat loodud millestki hoopis erinevast aineksest, mida Maa peal ei leidu.

See pole õige: kogu universumi koostis on kõikjal üks ja seesama.

Umbes kaheksakümmend aastat tagasi leiutati aine keemilise koostise uurimiseks suurepärane meetod, mida nimetatakse spektraalanalüüsiks. Spektraalanalüüs võimaldab helenduva aine koostist kindlaks määrata tema poolt väljutatava valguse uurimise põhjal. Spektraalanalüüsi abil võib avastada, kas uuritavas keemilises segus leidub mingit teatud ainet, näiteks vaske, kas või kõige väiksemal määral. Seda analüüsi kasutatakse näiteks selleks, et kindlaks määrata kasulike maavarade — inglistina, tsingi või vase — sisaldavust leitud maagis.

Millisest ainest koosneb helenduv keha, seda ütlevad meile tema poolt väljutatavad kiired, kui ainult osata neid spektraalanalüüsi abil tarvilikul kombel „usutleda”.

Just sel teel said õpetlased teada, millest koosnevad Päike ja tähed. Selgub, et kõik need taevakehad, ükskõik kui kaugel meist nad oleksidki, koosnevad ühtedest ja samadest keemilistest lihtainetest — niinimetatud elementidest, mis esinevad ka meie Maal. Kõik teised ained, nii keerulised kui nad ehk ongi, on nende lihtainete ühendid. Mitmesuguseid keemilisi elemente teatakse ainult 92, kuid paljusid neist leidub Maa peal väga harva. Seesuguseid haruldasi elemente ei ole rohkesti ka teistel taevakehadel. Keemiliste elementide hulka kuuluvad vesinik, hapnik ja lämmastik, mis esinevad Maa peal harilikult gaasilises olekus. Metallid — raud, vask ja nikkel — on samuti elemendid, esinedes Maa peal tahkes olekus. Kõrges temperatuuris sulavad kõik metallid ja muutuvad vedelaks nagu elavhõbe. Veelgi kõrgema temperatuuri puhul muutuvad nad auruks.

Teised keemilised ained, näiteks sool ja vesi, pole elemendid: need on juba keemilised liitained — elementide keemilised ühendid. Sool on kahe elemendi — gaasi kloori ja metalli naatriumi — ühend; vesi on kahe gaasi — vesiniku ja hapniku — ühend. Väga kõrges temperatuuris lagunevad keemilised ühen-

did oma algosadeks. Nii ei säilita kõrge temperatuuri puhul oma kuju elavad organismid, kes kujutavad enestest väga keerulisi moodustusi, samuti elutu looduse kõige lihtsamadki keemilised ühendid (nagu sool, vesi jne.).

Spektraalanalüüs ei näita taevakehadel ainustki elementi, mis poleks tuntud Maa peal.

Seda, et Maal ja teistel taevakehadel on üks ning seesama keemiline koostis, kinnitab veel järgmine nähtus. Vahel kuku-



Joon. 3. Üks Maa peale langenud meteoriit. Ta suurte mõõtmete demonstreerimiseks on temale asetatud kaks poisikest.

vad „taevast” Maa peale kivid, mida nimetatakse meteoriitideks (joon. 3). Mõned neist kividest, rännanud miljoneid aastaid maailma avaruses, põrkavad Maaga kokku. Siin lõpeb nende rännak. Meteoriidid on taevakehade killud, mida võime kätte võtta ja uurida, nagu uurime ükskõik milliseid maisi esemeid. Meteoriitide keemiline analüüs osutab aga meile jällegi, et nad koosnevad Maa peal tuntud elementidest ega sisalda mingeid uusi elemente, mida pole meil olemas.

3. PÄIKESESÜSTEEM.

EXHIB. UNIV. TART.

Meie Maa on üks üheksast meile tuntud planeedist, mis kuuluvad päikesesüsteemi. Planeedid on suured jahedad ja tahked kerad, mis ringlevad ümber Päikese. Meie ei näe neid Maa

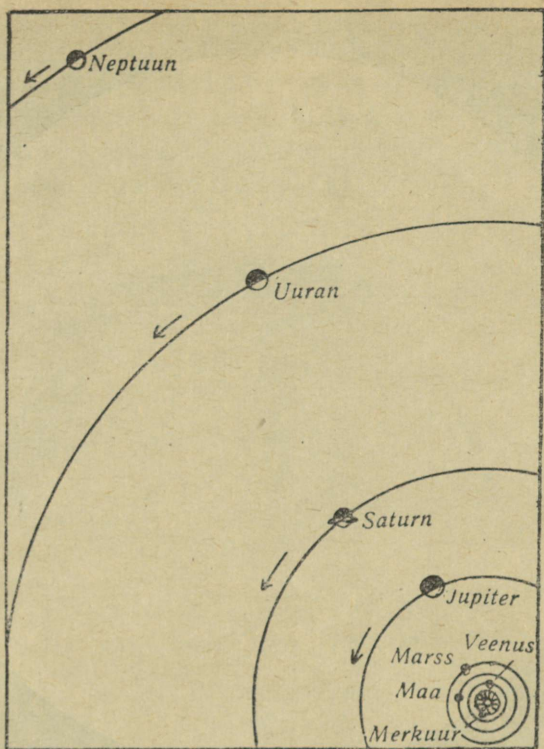
pealt mitte sellepärast, et nad oleksid tulised nagu Päike ja tähed, vaid sellepärast, et neid valgustab Päike. Maakeralt paistavad planeedid paljale silmale tähekeste kujul; kui meie Maad vaadelda teiselt planeedilt, siis paistaks ta samuti tähekesena.

Maa on Päikese poolt loetledes kolmas planeet. Päikesele lähemal kui Maa on planeedid Merkuur ja Veenus. Maale järgnevad oma kauguselt Marss, Jupiter, Saturn, Uuran, Neptuun ja Pluto (joon. 4.).

Suurim planeet on Jupiter. Lähimõõdult on ta Maast 11 korda suurem ja Päikesest 10 korda väiksem (joon. 5.). Kõik planeedid, ka Maa nende hulgas, tiirlevad Päikese ümber samal põhjusel, miks Kuu tiirleb Maa ümber, s. o. kogumaailmse gravitatsiooni tõttu.

Mõnedel planeetidel on niinimetatud kaaslased, otsekui väiksemamõõdulised planeedid, mis tiirlevad oma planeetide ümber niisama, nagu planeedid ise tiirlevad Päikese ümber. Kuu on Maa kaaslane. Kõige rohkem kaaslasi on Jupiteril. Tal on terve üheteistkümne-liikmeline saatjaskond. Jupiteri kõige suurem kaaslane on pisut suurem kui kõige väiksemad päikesesüsteemi kuuluvad planeedid Merkuur ja Pluto.

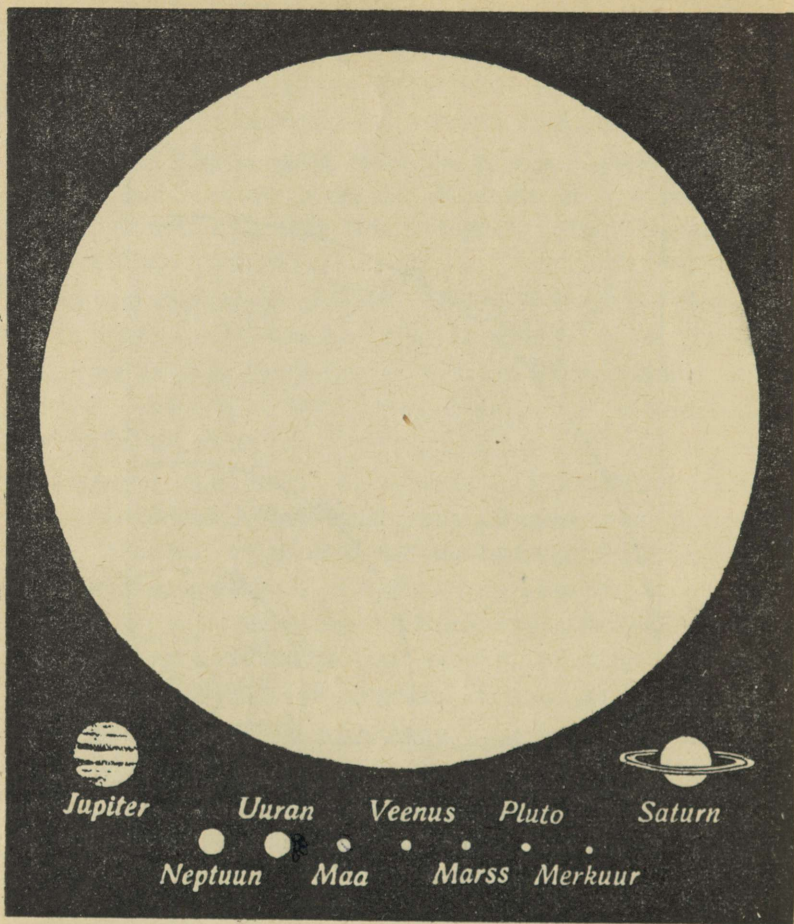
Mõned planeedid on ümbritsetud gaasiga; see gaas püsib nende ümber tõmbetungi tõttu, moodustades kihi, mida kutsutakse atmosfääriks. Maa atmosfääriks on õhk, mida hingame. Kõige suuremad ja raskemad planeedid — Jupiter ja Saturn — on ümbritsetud paksu tiheda atmosfääriga, milles ujuvad võimsad pilvemürakad. Keskmiste mõõtmetega planeedid — Maa, Veenus ja Marss — on ümbritsetud suhteliselt hõredama atmosfääriga. Põhjuseks on see, et üldise tõmbetungi seaduse põhjal väiksemad planeedid tõmbavad gaasi väiksema tungiga eneste poole; kui planeedi külgetõmbetung pole küllalt suur, siis lenduvad kergemad gaasid pikkamööda planeedilt ja hajuvad maailmaruumi. Raskemad ja vähem lenduvad gaasid, nagu



Joon. 4. Päikesesüsteemi plaan. Kõverjooned kujutavad teid, mida mööda liiguvad planeedid ümber Päikese. Et mõnede planeetide teed ei mahtunud joonisele, siis pole need esitatud täielikult, seejuures planeedi Pluto teed pole joonisel üldse.

hapnik, lämmastik ja süsihappegaas, võivad samuti hajuda, kui planeedi tõmbetung pole küllalt tugev. Seda märkamegi tegelikkuses. Nii on näiteks Merkuur ja Kuu, mis on võrreldes Maaga suhteliselt väikesed, täiesti ilma atmosfääriga.

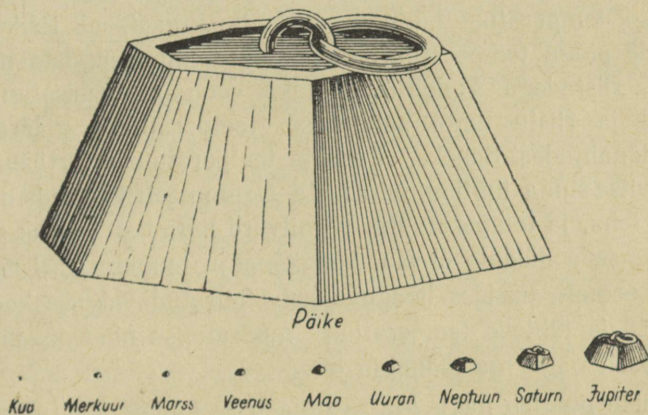
Päikesesüsteemil on terve rida tähelepanuväärseid iseärasusi.



Joon. 5. Päikese ja planeetide suhtelised mõõdud.

Esimene neist iseärasustest on see, et kõigi planeetide teed Päikese ümber ja kõigi kaaslaste teed oma planeetide ümber on peaaegu ringjoonelised.

Teine iseärasus seisneb selles, et kõik need planeedid, peale üksikute väheste erandite, tiirlevad ümber Päikese peaaegu ühes ja samas tasandis. Päikesesüsteemi võib niisiis võrrelda õhukese grandioosse koogiga, mille läbimõõt on umbkaudu kuus miljardit kilomeetrit (nii suur on kõige kaugema meile tuntud planeedi Pluto tee läbimõõt.).



Joon. 6. Päikese ja planeetide suhteline raskus on kujutatud siin kaalupommide näol.

Päikesesüsteemi kolmas iseärasus on see, et kõik planeedid tiirlevad ümber Päikese ühes ja samas suunas. Peaaegu kõik planeetide kaaslased, planeedid ja ka Päike ise pöörlevad oma telje ümber ikka ühes ja samas suunas.

Lõppeks on huvitav märkida, et päikesesüsteemi mass on koondatud peamiselt Päikesesse. Kõigi planeetide osaks kokku langeb (kaalu järgi) pisut üle tuhandiku kogu massist, mis kuulub päikesesüsteemi (joon. 6). Kui Päikese massi kujutleda ämbritäie nisuna, siis on meie Maa mass esindatud üheainsa terakesega.

4. PÄIKE — UKS TÄHTEDEST.

Meie päikesesüsteemi keskuses on Päike — teda võib pidada meie lähimaks täheks. Nii Päike kui ka tähed koosnevad hõõguvaist gaasidest, mille väliskiht on mitutuhat kraadi kuum. Näiteks ulatub Päikese pinna temperatuur 6 000 kraadini, nii et seal raskemalt sulavad metallid, nagu raud, nikkel ja teised, esinevad auruna. Päikese ja tähtede sisemuses tõuseb aga temperatuur kümnete miljonite kraadideni. Päikese ja tähtede pinna temperatuuri mõõdetakse mitmesuguste meetodite ja riistadega. Muide tarvitatakse seejuures neidsamu meetodeid ja riistu nagu sulaterase temperatuuri määramisel martäänahjudes. Selleks, et mõõta temperatuuri martäänahjus, ei tarvitse sinna ilmingimata pista termomeetrit — seda on võimatu teha, ja temperatuurigi on niivõrd kõrge, et harilik soojamõõtja seda näidata ei saa. Martäänahju temperatuuri mõõdetakse eemalt, uurides hõõguva keha kiiratud valguse koostist. Päikese ja tähtede temperatuuri määratakse niisama kindlalt ja täpselt nagu martäänahju oma.

Päike pöörleb nagu Maagi oma telje ümber, kuid erinevalt Maa pöörlemisest teevad Päikese üksikud osad oma täisringi eri aegadel. Päikese ekvatoriaalsed osad teevad ühe ringi 25 ööpäeva jooksul; Päikese nabadele lähemad osad pöörlevad aeglasemalt. Seesugune nähtus toimub ainult ühel põhjusel: Päike ei pöörle tahke kehana, tema osad pole omavahel kindlalt seotud. See tõendab veel kord, et Päike koosneb gaasist.

Teleskoobi abil (läbi suitsuklaasi) vaadates võib päikese peal peaaegu alati tähele panna tumedaid laikusid. Need on Päikese pinna suhteliselt jahtunud osad, mille temperatuur on ikkagi veel $4\frac{1}{2}$ tuhat kraadi. Nad paistavad tumedatena ainult võrreldes ümbritsevate, veel kuumemate ja sellepärast veel heledamate Päikese pinna osadega. Samal põhjusel näib heledalt põlev tulitikk prožektori heledamal taustal tumedana.

Päike on ümbritsetud hõõguva, hõredaist gaasidest koosneva atmosfääriga, mis on lakkamata tormiselt liikuv. Päikese pinnast purskuvad ühtesoodu üles hõõguva gaasi hiigelfontaanid, mis seejärel uuesti langevad tagasi Päikese pinnale.

5. TÄHED ON KAUGED PÄIKESED.

Meile lähim täht pärast Päikest on Proxima Centauri tähekoos. See täht pole Nõukogude Liidus nähtav; teda võib näha üksnes lõunamaades, Centauri Proxima on meist 270 000 korda kaugemal kui Päike. Valgus temast meieni jõuab tervenisti $4\frac{1}{4}$ aastat. Kui ehitaksime Maalt selle tähe juurde raudtee ja paneksime seda mööda liikuma 100-kilomeetri tunnikiirusega rongi, siis sõites ilma peatumata jõuaks see rong Proxima Centauri alles 40 miljoni aasta pärast.

Teised tähed asetsevad meist veel palju kaugemal, nii et päikesesüsteemi mõõtmed on võrreldes vahemaaga tähtedeni imeväikesed. Vahemaid tähtedeni määratakse samal viisil, nagu kahurväelased määravad vahemaid neile saavutamatu esemeteni Maa peal. Kahurväelased ei määra oma kahuri kaugust eesmärgist, millele nad muidugi ei või juurde minna, mitte mõõtlindi, vaid eriliste nurgamõõtmisriistade abil. Tähtede kauguse mõõtmiseks tarvitatakse samuti nurgamõõtmisinstrumente, ainult nende täpsus on palju suurem; oluliselt pole aga kauguste mõõtmise viisides siin mingit sisulist vahet.

Teadlased on eriliste meetodite ja riistadega uurinud tähtede olemust ning avastanud, et Päike neist oluliselt ei erine. Tähtede enamik hõõgub niisama nagu meie Päike, kuid tähed paistavad meile ainult sellepärast nõrgalt säravate punktidenä, et on meist väga kaugel. On tõsi, et paljud tähed kiirgavad vähem valgust kui meie Päike; peale selle on paljud neist mitu korda temast mõõtmelt väiksemad. On Päikesest jahedamaid tähti — need on punase värvusega ja nende väliste kihtide temperatuur on ainult 3 000 kraadi ümber. Teiste, kuumemate

puhul tõuseb temperatuur välistes kihtides kuni 30 000 kraadini. Need on valge värvusega, kuna meie Päikese temperatuur on 6 000 kraadi ja ta kuulub kollaste tähtede liiki.

Tähtede hulgas on väike arv tähti-hiiglasid, mis läbimõeldult on kümned ja isegi sajad korrad Päikesest suuremad. Kõik need hiigeltähed on suhteliselt jahedad, punase värvusega ja väga hõredad. On tähelepanav kõigi tähtede üldomadus: hoolimata tähtede eritemperatuurist, mõõtmetest ja heledusest, neis on ainet kaalu poolest umbes ühevõrdselt niisama palju nagu on seda meie Päikeses.

6. TÄHTEDE MAAILMAD.

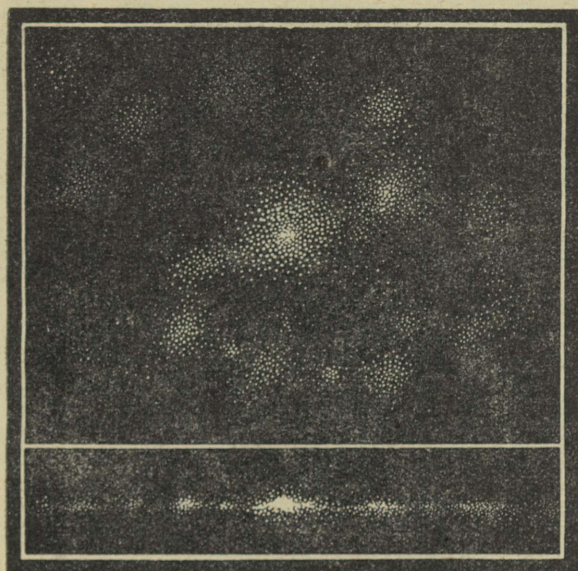
Meie Päike koos miljardite teiste tähtedega moodustab ühtse hiiglasliku tähesüsteemi, mida kutsutakse Galaktikaks. Sellel tohutul tähtede kogul on lapergune vorm, mis meenutab taskukella või supitaldrikuid, millede ääred on vastamisi kokku pandud (joon. 7). Valgus jõuab Galaktika ühest äärest teiseni umbes 100 000 aasta jooksul.

Päikesesüsteemi vahemaa Galaktika keskusest on kaks korda pikem kui vahemaa selle ääreni. Nagu teisedki tähed, tiirleb ka Päike ühes kogu päikesesüsteemiga Galaktika keskuse ümber, tehes täisringi 250 miljoni aasta jooksul.

Galaktikas pole tähed jaotatud ühtlaselt nagu sõdurid rivis. Mõnedes Galaktika osades on tähed asetatud hõredamalt, teistes tihedamalt, moodustades tähesagaraid.

Meie Galaktika pole ainsaks tähesüsteemiks maailmas. Teleskoobi abil on õnnestunud taevast avastada sadu väikesi uduseid laiike (neid kutsutakse harilikult „udukogudeks”), mis osutuvad samasugusteks hiiglaslikeks tähesüsteemideks. Neid nimetatakse samuti galaktikateks. Vahemaad galaktikate vahel on nii suured, et valgus ühest galaktikast teiseni jõuab umbes miljoni aasta jooksul.

Paljud galaktikad on ehituselt spiraalsed (joon. 8). See-
suguse, lapergust kera meenutava galaktika keskusest väljub
vastakates suundades kaks haru, mis koosnevad tähtedest ja
mis pöörduvad spiraalselt kesksagara ümber nagu kella vedru.



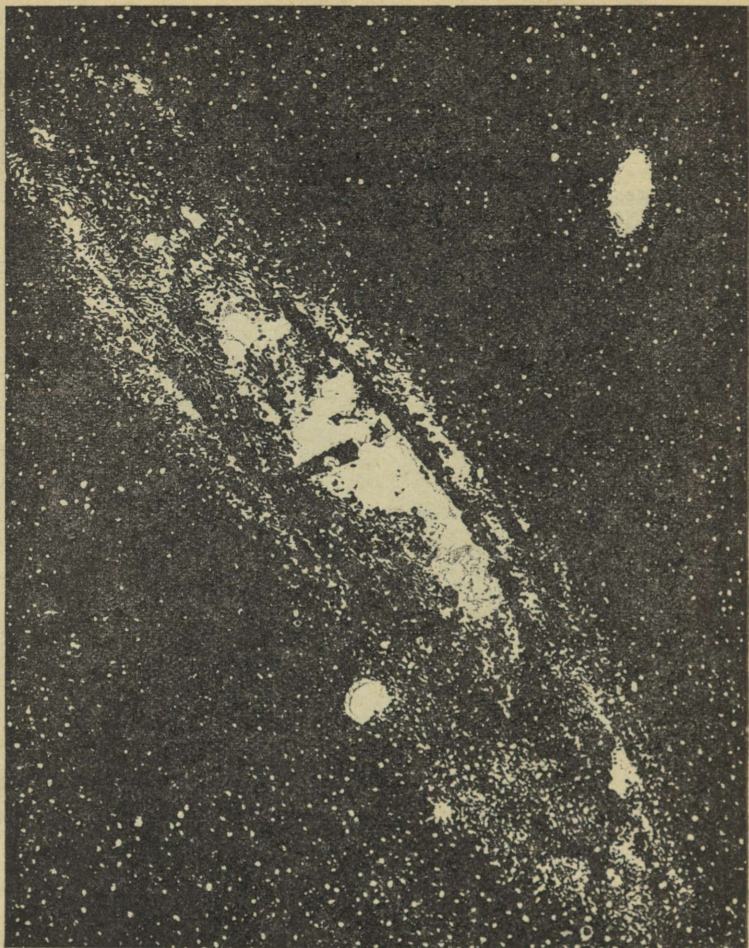
*Vaade laperguse
külje poolt*

*Vaade serva
poolt*

Joon. 7. Niisugune kuju on meie tähesüsteemil — Galaktikal. Ülemine
joonis kujutab Galaktikat, nagu ta meile paistaks, kui vaatleksime teda
laperguse külje poolt, alumine joonis aga kujutab Galaktikat, kui vaatlek-
sime teda serva poolt.

Tõenäoliselt on ka meie Galaktikal samasugune ehitus, ja
tema „harusid” kujutab kõigile tuntud Linnutee.

Taevas nähtavate udulaikude hulgas on ometi ka selliseid,
mis ei kujuta enesest üksikute tähtede kuhjumist, vaid koosnevad
mingist ühtlasest massist. Seesugustel udukogudel pole
spiraalset ehitust. Ühed neist on kerakujulised, teised lapergu-



Joon. 8. Üks spiraalseid tähesüsteeme — galaktikaid — päevapildi järgi. Galaktika keskel on neid tähti nii palju, et need sulavad üheks heledaks laiguks.

sed, meenutades vormilt läätsetera. Kolmandail, samuti läätsekujulistel udukogudel võib märgata vaid spiraalharude algeid.

Spiraal-udukogude hulgas saab eraldada sääraseid, mis koosnevad tervikuina tähtedest ja sääraseid, millel tähtedest koosnevad üksnes spiraalharud, kuid mille kesktihemikud kujutavad enesest ühtlast udumassi. Vaadeldes kõiki neid udukogusid võib teha järeldus, et üks ja seesama udukogu omandab järk-järgult muutudes mitmesuguseid vorme. Ühed süsteemid koosnevad ainult udusest aineist; teistes on osa uduainest jagunenud juba tähtedeks; kolmandais udukogudes on areng jõudnud niikaugele, et kogu nende uduaine on jagunenud juba üksikuiks gaasitompudeks, mis tihenedes moodustavad tähti. Üksikasjalikumalt räägitakse sellest käesoleva raamatukese kolmandas peatükis.

Peale nende kolossaalsete udukogude, mida nimetatakse galaktikateks, on olemas veel teisi hoopis vähemamöödulisi. Kuid nemadki on ometi nii suured, et nende keskele mahuksid sajad ja tuhanded tähed. Mõned neist udukogudest koosnevad erakordselt hõredast helendavast gaasist; seesugused udukogud kuuluvad suurel arvul galaktikate koosseisu. Teised neist udukogudest koosnevad kõige peenemast tolmuist. Kui seda tolmu valgustab mõni naabruses olev väga hele täht, siis udukogu helendab ka ise; kui aga läheduses pole säärast tähte, siis pole ka tolmutilvel valgust ja ta varjab meie eest nende tähtede valguse, mis asuvad tema taga. Selles kohas oleks nagu tume tähtu laik taevas.

Niiviisi näeme, et universum neis oma osades, mida võime jälgida nüüdisaegsete teleskoopidega, koosneb hiigelmoodustistest. Mõned neist, kerakujulised või lapergused, koosnevad ühetaolisest tihedast ollusest. Teised koosnevad osalt ühetaolisest aineist, osalt tähtedest. Kolmandail säärastel moodustistel on spiraalne kuju ja nad koosnevad kas täielikult või peaaegu täielikult paljudest üksiktähtedest. Üks seesugune moodustis on meie Galaktika, milles Päike on vaid üks mitmest miljardist tähest.

III. KUIDAS TEKKISID TAEVAKEHAD?

1. LOODUSE ARENG JA TAEVAKEHADE IGA.

Juba rääkisime sellest, et looduses kõik muutub lakkamata. See muutumine toimub iseenesest, ilma mingi üliloomuliku mõju kaasabita.

Geoloogia kui teadus, mis uurib maakera koore ajalugu, jutustab meile, et mõnedes kohtades, kus praegu on maismaa, oli kord meri. Me leiame vahel isegi mägedes kord seal elanud meriloomade karpe. Me näeme, kuidas jõed kaldaid õõnestades viivad sealt kaasa lahtikistud osi, mis sadestuvad pärast mere põhja. Kui vähehaaval seesuguseid liivaterakesi ka merre kandub, kuid aastast aastasse, sajandist sajandisse kandub neid sinna siiski ääretu hulk. Üksteist rõhudes moodustavad nad mere põhjas kivise kihi. Nii on tekkinud sadestuskivimid, mida nimetatakse liivakiviks. Kivim, mida nimetatakse paeks, on moodustunud kokkupressitud merikarpide jäänustest. On korda läinud vahet teha, millised paeliigid on moodustunud varem ja millised hiljem. Kindlaks teinud, kuipalju võib aasta jooksul kasvada liivakivi või paekihi paksus, on arvutanud geoloogid, kui vanad on mitmesugused kivimid, millest koosneb maakera koor.

On selgunud, et maakera koore iga on palju miljoneid aastaid, kuid maakera iga üldse peab muidugi veel tunduvalt suurem olema.

Kui Maa, mis pidi kord kuumem olema kui praegu, jahtus, siis kerkis ta koor paiguti üles, paiguti laskus alla, moodusta-

des kortse, nagu märkame seda kuivava õuna koorel. Maa koore ülespundunud volte nimetame mägedeks. Juhtub, et mere põhigi kerkib kohati kõrgele ja niiviisi moodustab mäeseljandiku. On tähele pandud, et Skandinaavia poolsaar jätkab praegugi merest kerkimist — umbes üks meeter iga sajandi jooksul.

Need Maa pinna muutumised toimuvad äärmiselt aeglaselt, kuid järjekindlalt; nad näitavad piltlikult, et Maa pinna arenemine üha veel jätkub.

Maa on üks taevakehadest. Kui ta praegu jätkab oma arenemist, siis on see arenemine muidugi toimunud ka teiste taevakehadega minevikus, toimub praegu ja ka tulevikus.

Taevakehade areng sünnib väga aeglaselt. Juba kuulsime, kuidas geoloogid, uurides kivimeid, on määranud kindlaks Maa koore ea. Veel täpsemalt võib määratleda Maa iga, uurides niinimetatud radioaktiivseid aineid, mida sisaldavad kivimid. Seesuguste ainete hulka kuulub keemiline element raadium. Raadiumil on omadus pikkamööda iseenesest muunduda teisteks keemilisteks elementideks ja lõppude lõpuks tinaks. Keemikud määratlevad, kuipalju tina ja kuipalju raadiumi peitub uuritava kivimi tükis. Tundes raadiumi tinaks muutumise kiirust võib arvutada, kuikaua kestis raadiumi muundumine selles tükis. Seesuguste arvutamiste põhjal tõestasid teadlased, et kõige vanemate kivimite iga on kolm miljardit aastat. Nii vana on Maa koor.

Päikese, aga samuti ka kaugete päikeste — tähtede — iga on Maa omast palju suurem. Seda võib otsustada järgmise põhjal. Aja jooksul jaheneb Päike pidevalt, kuid see jahe-
nemine toimub väga pikkamisi. Mitmesugustes kivimites leitakse kivistunud taimede ja loomade jäänuseid, kes elasid aastamiljonite eest, tänu Päikese soojusele ja valgusele. Uuri-
nud kivimeid, on teadlased tõestanud, et nende loomade ja tai-
mede olemasolu ajast saadik on Päike vaevalt märgatavalt

muutunud. Tähendab, tollal, kui Maa koor kõvenes, võis olla Päike tulisem kui praegu, kuid mitte palju.

Rääkisime sellestki, et on palju kuumemaid tähti kui meie Päike. Niisiis oli kord aeg, mil Päikesel oli samasugune temperatuur, nagu on neil tähtedel praegu. Kuid Päike jahtub üli-aeglaselt, nii et see aeg võis olla väga ammu — palju varem, kui moodustus Maa. Järelikult on Päikese iga Maa omast tunduvalt suurem.

Nüüd katsume vastata küsimusele: kuidas tekkisid taeva-kehad? Algame kõige suurematest moodustistest — tähtede udukogudest, seejärel siirdume üksikute tähtede ja siis Päikese ning päikesesüsteemi juurde.

2. KUIDAS TEKIVAD TÄHEMAAILMAD?

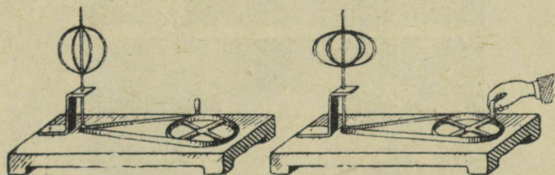
Ükski inimene ei ole võinud muidugi jälgida, kuidas teki-
vad, arenevad ja hukuvad tähemaailmad. Inimese elust ei
piisa selleks, ja mõned inimpõlved järjestikku ei või märgata
üht ja sedasama tähtede udukogu jälgides selles mingeid muu-
datusi — nii aeglaselt toimuvad need. Ja kui õpetlased on
ometi teada saanud, millised muudatused järgnevad üksteisele
tähtede maailmas, siis pole nad jõudnud selleni mitte mõnd
üksikut maailma, vaid korraga paljusid neist vaadeldes.

Et see oleks arusaadavam, toome järgmise näite. Kas võib
üks inimene teada saada, kuidas areneb puu, kui ta vaatleks
ainult ühte puud? Ei — inimest ei piisa, et jälgida põlistam-
mede või teiste niisama vanade taimede kasvamist algusest
lõpuni. Kui aga näeme metsas noori puuvõrseid, täisealisi puid
ja ümberkukkunud puuhiiglast, kes juba oma ea on elanud,
siis neid üksteisega võrreldes võime aimata, millised on puud
noores eas ja millega lõpeb nende elulugu.

Täpselt niisama tõestavad teadlased, kuidas tekivad ja
arenevad tähemaailmad. Meie üle laiuv taevas — see on nagu
tohtu tähtede mets. Me näeme seal mitmesuguseid „puid”,

s. o. tähesüsteeme — noori ja vanu. Teadlased jälgivad teleskoopide abil tähesüsteemide mitmesuguseid seisundeid, millest jutustasime eespool, ja teevad neist vaatlustest järeldusi. Ja praegusel ajal on teinud teadus järelduse, et tohutud, suurepärased, meie Galaktika taolised tähesüsteemid moodustuvad tõenäoliselt järgmisel viisil.

Mitmetes maailmaruumi kohtades leiduvad tohutud gaaside kuhjumid. Tõmbetungi mõjul oma raskuspunkti suunas võtab seesugune gaasikuhjum kera kuju, mis on keskel tihe-



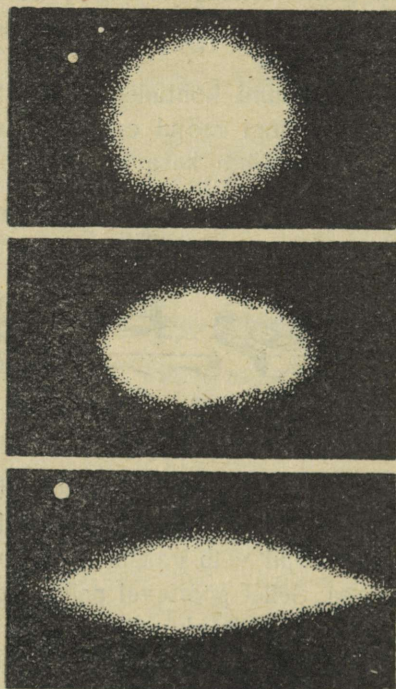
Joon. 9. Katse tsentrifugaalmasinaga. Ringikujuline terasvits muutub pöörlemisel laperguseks.

dam. Seda kera mõjustavad ka möödaliikuvate samasuguste tohutu suurte gaasikogumite või tähesüsteemide tõmbetungid; nende tõmbetungide mõjul võib gaasikera samuti hakata oma telje ümber pöörlema. Sellel pöörleval pallil nagu meie Maalgi on kaks liikumatut poolust ja ekvaator.

Oma tungi tõttu raskuskeskme poole tõmbub see gaasimass aegamööda ikka rohkem ja rohkem kokku; seejuures kasvab mehhaanika seaduste järgi tema pöörlemiskiirus, seejuures hakkab ta ühtlasi muutuma laperguseks, pooluste kohal kokkusurutud, ekvaatori kohal laiemaks venitatud ellipsoidi kujuliseks kehaks. Sellist elastse keha kuju muutumist pöörlemisel võime jälgida lihtsal katsel tsentrifugaalmasinaga (joon. 9). Tsentrifugaalmasina püstiteljele asetatakse õhuke terasvits; vitsa ülemises pooles on auk, mida läbib vabalt telg. Kui nüüd masina käepidet keerutada, siis hakkab terasvits kiirelt pöörlema ja siis on näha selgesti, et vits muutub lapergu-

seks'ega ole enam ringikujuline. Mida rutemini keerutame, seda lapergusemaks vits muutub.

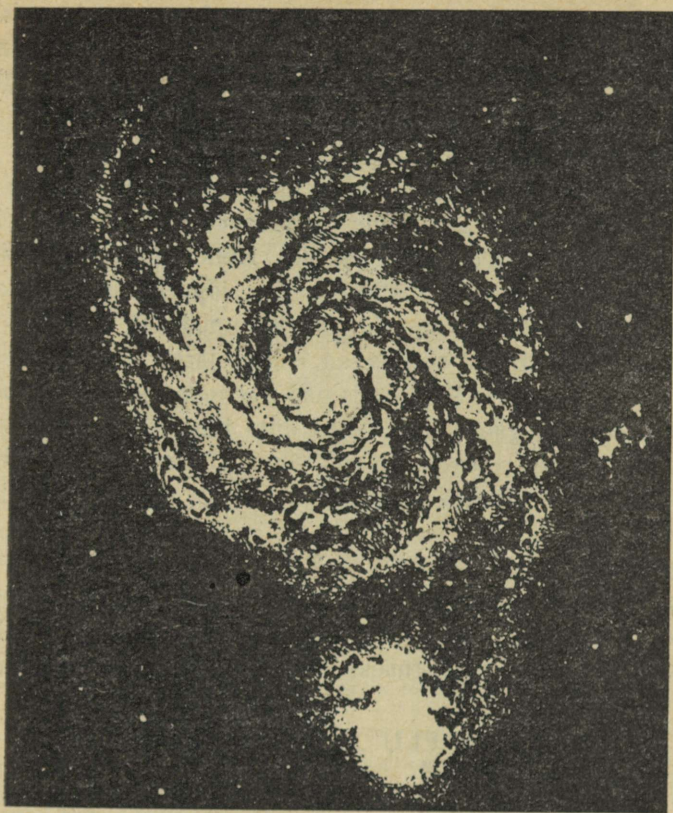
Kui udukogu pöörlemine kiireneb, siis muutub udukogu



Joon. 10. Seesugused vormid võtab aja jooksul suur udukogu, enne kui ta muutub tähesüsteemiks. Algul on tal kera kuju, kuid seejärel muutub ta laperguseks, meenutades vormilt pannkooki.

kuju ikka lapergusemaks, nagu muutus terasvitsa omagi, kuni udukogu omandab lõppeks kuju, mis meenutab paksu pannkooki (joon nr. 10).

Kui sellal udukogu lähedalt möödub mõni naaberkeha (näiteks teine udukogu või tähesüsteem), siis annab selle tõmbe-



Joon. 11. Mõõdamineva udukogu või tähesüsteemi mõjul eraldub udukogust kaks juga, mis omandavad keerdudes spiraalse kuju.

tung tema aineosadele tõuke. Teadlaste arvutused näitavad, et selle tõuke tulemusena hakkab pannkoogitaolise udukogu kummastki vastasservast, kus pöörlemise kiirus on suurim, gaasiosade rebenemine ja temast algab gaasijugade väljavool kahes vastupidises suunas (joon. 11). See väljavool jätkub pärast sedagi, kui tõuget andnud keha on juba eemaldunud ja

tema mõju pole enam märgata. Sellal, kui gaasijoad voolavad kahte vastupidisesse suunda, jätkab udukogu oma pöörlemist, mispärast tõmbuvad gaasijoad spiraalselt tema ümber. Moodustub spiraalikujuline udukogu.

Udukogu muutmine ei lõpe aga sellega.

Väljavoolanud gaasijoad pole igas oma osas ühesugused. Gaasi tihendused spiraalharude välisosades tõmbavad ümbritsevat ainet pikkamööda enese poole. Nõnda hakkavad esiteks spiraalharude välisosad, siis siseosad ja lõppeks udukogu keskosa eralduma tohtu suurteks gaasitompudeks.

Kui need tombud sisaldavad kaalu järgi umbes niisama palju ainet nagu meie Päike, siis nad tihenevad ja neist moodustuvad iseseisvad gaasikerad. Need ongi tähed. Kui nende mass on aga tunduvalt suurem, siis ei või nad tiheneda üheks kehaks, vaid lagunevad vähema massiga tükkideks, millest alles hiljem tekivad tähed.

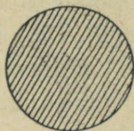
Joonistel 10 ja 11 on esitatud rida neid kujusid, mida oma arengus omandab hiigla suur gaasiline udukogu. Lõppude lõpuks muutub ta, alates äärtest, tohtu suureks spiraalseks tähesüsteemiks — seesuguseks, nagu on seda meie Galaktika.

3. TÄHTEDE ELU JA PÄIKESE TULEVIK.

Uurides udukogude arenemist võrdlesime omavahel mitmesuguseid udukogude liike, mida võib jälgida Maa pealt. Uurides üksikute tähtede elu võrdleme just niisamuti mitmesuguse välimusega tähti omavahel.

See võrdlemine viib järeldusele, et noored, äsja udukogust moodustunud tähed peavad olema väga suured, hõredad ja suhteliselt jahedad. Madala temperatuuri tõttu on nad punast värvi. Pidagem meeles, et see „madal” temperatuur on umbes 3000 kraadi Celsiuse järgi, ja me nimetame seesuguseid tähti „jahedateks” ainult võrreldes kuumemate, s. o. kollaste ja punaste tähtedega.

Tähed jätkavad kokkutõmbumist (joon. 12), sest nende osad tõmbuvad keskuse poole; sel viisil tähed vähenevad pikka-mööda mõõtudel ja muutuvad tihedamaks. Seejuures tähtede temperatuur tõuseb ja nad omandavad kollase värvuse. Täh-



Noor, hõre, jahe, punase värvusega täht



Noor, hõre, kollase värvusega täht



Valge, kuum täht



Meie Päike — elatanud, tihe, kollase vär-vusega täht



Vana, tihe, jahe, punase värvusega täht

Joon. 12. Tähe arenemine. Seesugused arenemistasmed teeb aja jooksul läbi iga täht, nende hulgas ka meie Päike.

tede sisemuses tõuseb temperatuur sel määral, et osutub võimalikuks kõige kergema gaasi — vesiniku — muundumine teiseks, raskemaks, peamiselt heeliumiks. Praegune teadus on tõestanud, et seesugused keemiliste elementide muundumised toimuvad tohutu energiahulga eristumisega. See energia säilitabki Päikese ja teiste tähtede temperatuuri aastamiljardite kestel.

Esiialgu koosneb täht peaaegu puhtast vesinikust, kuid aegamööda muundub osa vesinikust heeliumiks. Siis ei saa täht, mis on jõudnud juba valge hõõgumiseni, enam oma sisemusest energiat, mida on tarvis tema temperatuuri säilitamiseks. Seepärast täht, jätkates üha kokkutõmbumist ning muutudes üha tihedamaks, jaheneb, kuna tema soojus- ja valgusenergia kiirgub maailmaruumi. Täht muutub valgest kollaseks, jahedamaks — seesuguseks nagu on meie Päike käesoleval ajal. Jahenedes üha rohkem jääb täht väikeseks ning omandab punase värvuse, misjärel lõpeb aga sootuks tema kiirgamine ja ta kattub tõenäoliselt kõva koorega.

Seesugune on tähe elukäik ja seesugune on meie Päikese tulevik. Arvutused näitavad ometi, et Päike võib jahtuda alles paljude ja paljude aastamiljardide pärast. Võrreldes inimese eluga on see nii tohutult suur ajavahemik, et küsimusel sellest, millega asendada päikesesoojust pärast Päikese jahtumist, pole praktilist tähtsust. Aeg, mille jooksul inimkond juba oleleb Maa peal, on tühine, võrreldes selle ajaga, mis tal veel ees on olla ja areneda Päikese elustavate kiirte all. Kuid ka siis, kui Päike kustub, oskab inimkond leida muidugi uusi energiaallikaid.

4. PÄIKESESÜSTEEMI TEKKIMINE.

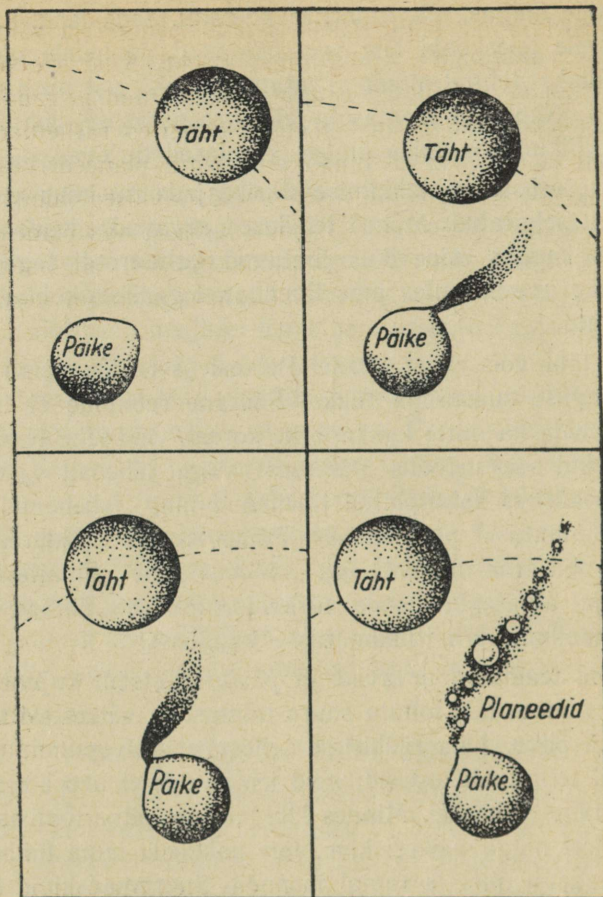
Selgitada, kuidas on tekkinud päikesesüsteem, on palju raskem, kui tõestada tähesüsteemide ajalugu ja Päikese ning tähtede elukäiku. Põhjus on selles, et peale meie päikesesüsteemi ei või me esialgu veel jälgida teisi planeetide süsteeme ja võrrelda neid meie omaga. Tõenäoliselt on teistegi tähtede ümber niisama planeedid, kuid neid ei saa praeguste teleskoopide abil näha. Alles kõige hilisemal aastail on korda läinud mõnede tähtede ümber avastada kaaslasi, mis on tunduvalt väiksemad kui tähed; kuid need kaaslased on siiski palju suuremad ja raskemad kui Jupiter — päikesesüsteemi suurim ning raskeim planeet. Tõenäoliselt on need kaaslased suurimad

planeetide hulgas, mis ümbritsevad tähti. Seda laadi kaaslased pole meile teleskoobi läbi veel nähtavad, ja nende olemasolu on kindlaks tehtud ainult arvutamise teel, just niisama nagu avastati Neptuuni olemasolu ebakorrapärasuse põhjal nende tähtede liikumises, mille ümber kaaslased tiirlevad.

Päikesesüsteemi tekkimise üksikasjade küsimus pole veel täielikult selgitatud. Mõned teadlased arvavad, et see süsteem kujunes kauges minevikus juhtunud katastroofi tagajärjena, kui Päike, mis koosnes juba tihendatud gaasist, kohtas mingit teist tähte.

See täht võis riivata meie Päikest ja rebida tema küljest mitmesuguse suurusega tükke. Säärane rebimine ei tarvitsenud toimuda ka mitte kokkupõrke korral, vaid tähe tõmbetungi mõjul, kui see möödus Päikesest väga lähedalt (joon. 13). Päikese küljest lahtirebitud tihenenud ning jahenenud gaasitombud muutusid planeetideks. Päike kaotas seejuures ainult väikese osa oma massist; aga „mööduv täht”, sünnitanud planeedid ja algatanud nende tiirlemise Päikese ümber, lendas edasi maailmaruumi tundmatusse kaugusse.

Teised teadlased arvavad, et päikesesüsteem kujunes meie Päikese minnes läbi tohutu suure tolmu- ja väikestest kividest koosneva pilve. Juba rääkisime sellest, et universumis on seesuguseid tolmu-udukogusid; neid leidub suurel arvul maailmaruumis tähtede keskel. Minnes läbi säärase pilve tõmbas Päike enese järel hulga väikesi kive, mis hakkasid tema ümber tiirlema peaaegu ühel ja samal tasandil. Suuremad kivid tõmbasid vähemaid enese poole või pörkasid nendega lihtsalt kokku. Nii toimus väikeste taevakehade — tulevaste planeetide kasvamine. Teiste sõnadega, planeetide kujunemine sarnles lumepalli tekkimisega, mille külge kleepub kogu aja üha uusi ja uusi osi. See päikesesüsteemi tekkimise teooria arendati teaduslikult välja Nõukogude Liidus a. 1944; on võimalik, et tema abil õnnestub seletada meie päikesesüsteemi põhiomadusi.



Joon. 13. Nii kujutlevad teadlased planeetide sünni.

5. PLANEETIDE ELUKÄIK.

Tõenäoliselt kujunesid kõik päikesesüsteemi planeedid ühel ja samal ajal, kuid nende edaspidine areng kulges erineva kiirusega. Kõik planeedid olid kord tulises olekus, kuigi polnud

kunagi nii kuumad nagu tähed. Nende sisemine ja väline temperatuur ei ületanud $1\frac{1}{2}$ —2 tuhat kraadi. Kuid see temperatuur oli selleks küllaltki kõrge, et kõik kivimid ja raud nendes olid poolvedelas, poolsulas olekus. Seejuures raskemad ained, peamiselt raud, laskusid oma kaalu tõttu planeedi keskele ja moodustasid tema tuuma. Kergemad kivilised ained tõusid korgi kombel pinnale. Jahtudes moodustasid nad planeedi kõva koore. On hästi teada, et suur keha jaheneb aeglasemalt kui väike: näiteks jahtub teekann, kus on sees kuum vesi, aeglasemalt kui teega täidetud klaas. Nii jahtusidki väikesed planeedid kiiremini kui suured ja kattusid varem kõva koorega, nende sügavuses säilis aga vähem soojust. Merkuur ja Kuu jahtusid varem kui Maa ja Veenus, viimased aga varem kui hiiglaslik Jupiter.

Planeedi edaspidisel jahenemisel tõmbus tema hangunud koor, nagu juba rääkisime, kortsuliseks, moodustades planeedi pinnal mägesid ja teisi ebatasasusi. Kuid seest jäi planeet ikkagi veel sulaks, väga kõrge temperatuurini kuumaks. Meie Maa sisemus on veel praegugi osaliselt vedelas olekus; seda näeme vulkaanide purskumisel, kui nende kraaterist voolavad maapinnale sulad kivimassid, mida kutsutakse laavaks. Minevikus, kui Maa oli kuumem, toimus sulakivimasside voolamine tema sisemusest sagedamini ja suuremas ulatuses kui praegu. Graaniitide, basaltide ja mõnede teiste kivimiliikide päritolu on seesugust vulkaanilist laadi — nad on moodustunud hangunud laavast ja jutustavad tormilisest minevikust Maa pinnal ammumöödunud aegadel.

Planeedi koore hangumisel eristusid temast gaasid. Juba rääkisime sellest, et väikeste planeetide ja nende kaaslaste, näiteks Merkuuri ja Kuu tõmbetung pole suur, mispärast haihtusid eristunud gaasid ruttu, kadusid õhutusse maailmaruumi. Massiivsemad planeedid, seesugused nagu Maa, säilitasid enese lähedal raskemalt haihtuvad gaasid — hapniku ja läm-

mastiku, mis moodustasid nende planeetide ümber atmosfääri. Vägev Jupiter on säilitanud isegi kergemad gaasid, nende hulgas vesiniku; Jupiter on siamaale ümbritsetud haruldaselt tiheda ja laialdase atmosfääriga.

Planeedi jahtumisega rööbiti moodustuvad tema atmosfääris veeaurud. Jahtudes tihenevad need aurud veepiiskadeks, mis laskuvad planeedi pinnale, täites madalikud ja moodustades ookeanid. Seejärel tekib planeedil elu, esiteks kõige lihtsamais, siis aga üha keerukamais vormes. Kuidas see toimub, sellest jutustab teaduse haru, mida nimetatakse bioloogiaks. Lugeja võib elu tekkimist kuulda teistest raamatutest.

Neil planeetidel, mis on ümbritsetud atmosfääriga ja mis omavad vett, oleneb nende pinna muutumine palju vee ja tuule tegevusest. Kui planeedi sisemuses toimuvad nähtused kutsuvad esile mägede ja teiste ebatasasuste tekkimise, siis vesi ja tuul murendavad mägede kivimeid ja kandes neid kõrgemaist kohtadest madalamatele tasandavad planeedi pinda. See tasandamine pole Maa peal väga kaugemale jõudnud. Marsil aga, mis jahtus varem kui Maa ja allus seepärast kauem vee ja tuule hävitavale tegevusele, on suurem osa pinnast kaetud punakate liivakõrbedega. Kuu peal ei ole tuult ega vett, ja seal katavad mäed peaaegu kogu Kuu pinna ja on hästi näha läbi teleskoobi.

6. MAAILMADE KATASTROOFID.

Kust on pärit need udukogud, mille tihenemised tekitavad tähesüsteemi?

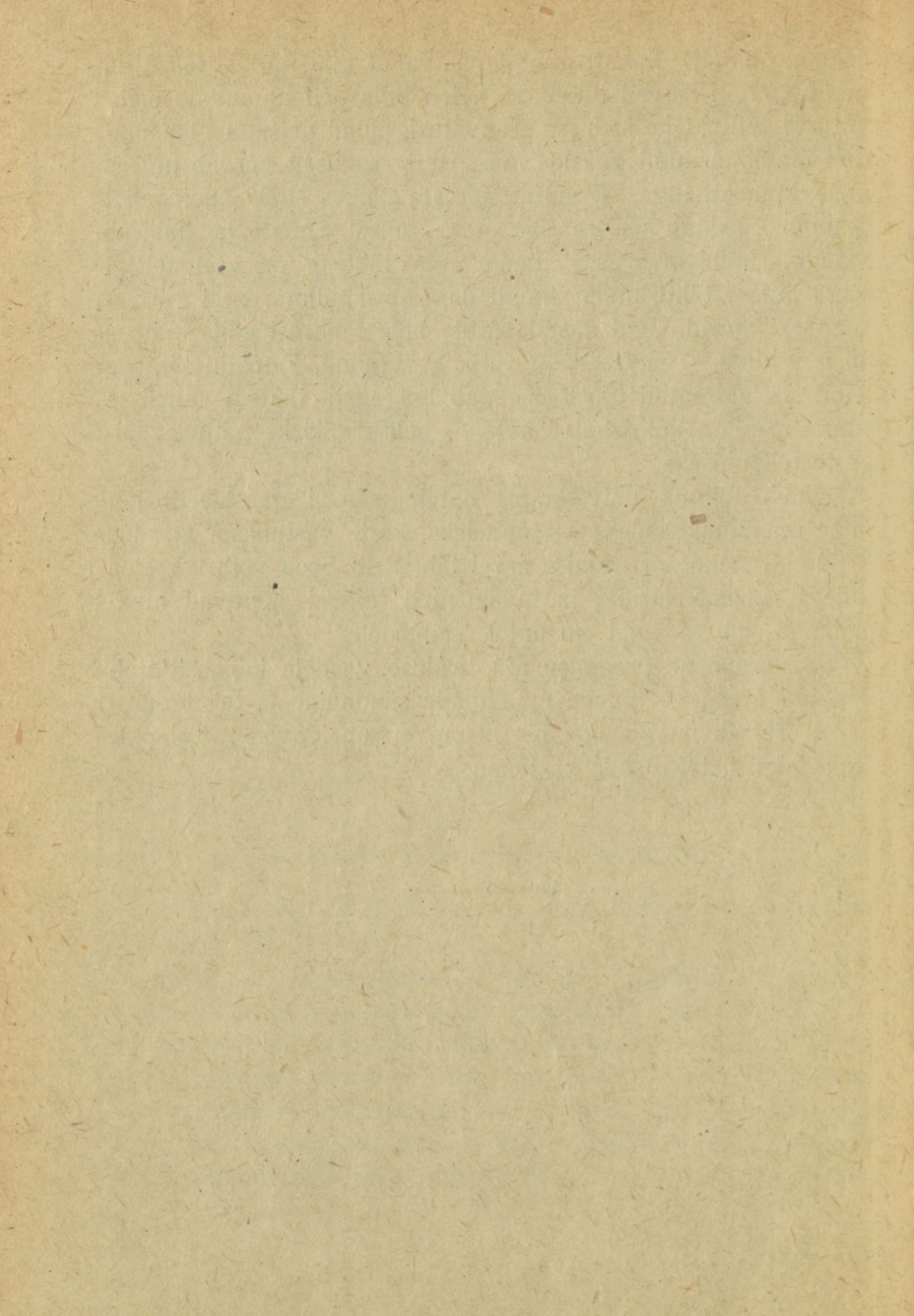
Põhiliselt on toimunud seesuguste gaasiliste udukogude kujunemine meid ümbritsevas ruumis juba väga ammu, juba enne seda, kui hakkasid selles tekkima tähesüsteemid. Kuid paistab, et seesugune nähtus toimub veel käesolevalgi ajal.

On mõned täheliigid, mis esinevad nii-öelda gaasihankijajana tähtede vahelisse ruumi. Nende keskel omavad esimest kohta niinimetatud uued tähed. Uuteks tähtedeks (õigupoolest

ebaõnnestunult) hakati nimetama vanal ajal nõrku tähekesi, mis aeg-ajalt löövad tugevasti helendama neil toimuvate plahvatuste tõttu. Ühe säärase plahvatuse puhul paiskub tähe pinnalt maailmaruumi gaaside mass, mis raskuselt võrdub umbes meie Maa kaaluga. Tohutult kiiresti, umbes 1000 kilomeetrit sekundis, lendab see gaaside mass tähest eemale ja haihtub maailmaruumi avaruses. Peale uute tähtede on veel teisigi väga kuumi tähti, mille pinnalt paiskub maailmaruumi mitmesuguseid aineid. Igal aastal süttib meie tähesüsteemis umbes 40 uut tähte. Teadlased on välja arvutanud, kuipalju tähtede poolt väljapaisatud gaasi lisandub iga aasta tähtede-vahelisse ruumi. See on kolossaalne hulk — sellest piisaks paljude päikeste tekkimiseks.

Nõnda toimub universumis ühtelugu kord gaaside tihene mine maailmakehadeks — tähtedeks, kord, vastuoksa, gaaside tekkimine nende eristumise arvel tähtedelt. Seda võib võrrelda sellega, kuidas surnud ja mädanenud taimed väetavad maapinda ja võimaldavad elu uutele taimedele.

Seesugune on praeguse aja teaduse vaadete kohaselt universumi areng — ühtede maailmade sündimine ja teiste suremine. Tervikuna on aga ääretu universum igavene. Tal pole olnud algust, tal ei tule ka lõppu.



SISUKORD.

	Lk.
Sissejuhatus	3
1. Millest räägitakse selles raamatukeses	3
2. Maailma loomise legendid	4
3. Looduse muutlikkus, tema seadused ja tema ühtsus	5
I. Looduse põhiseadused	8
1. Aine säilivus	8
2. Energia säilivus ja selle muundumised	9
3. Kogumaailmne tõmbetung	10
II. Mida kujutab enesest universum	15
1. Maailm muistsete rahvaste kujutluses	15
2. Millest koosnevad Maa ja teised taevakehad	15
3. Päikesesüsteem	17
4. Päike — üks tähtedest	22
5. Tähed on kauged päikesed	23
6. Tähtede maailmad	24
III. Kuidas tekkisid taevakehad?	28
1. Looduse areng ja taevakehade iga	28
2. Kuidas tekivad tähemaailmad?	30
3. Tähtede elu ja Päikese tulevik	34
4. Päikesesüsteemi tekkimine	36
5. Planeetide elukäik	38
6. Maailmade katastroofid	40

Vastutav toimetaja A. Mitt.

Ladumisele antud 24. 7. 1947. Trükkimisele antud 3. 9. 1947. Trükiarv 4200.
Paber 56:79, $\frac{1}{16}$. Trükipoognaid 2,75. Trükitähti trükipoognas 34160.
Arvutuspoognaid 2,37. MB-05903. Trükikoda „Hans Heidemann“, Tartu,
Vallikraavi 4. Tellimise nr. 1347.

На эстонском языке.

Б. А. Воронцов-Вельяминов — Происхождение небесных тел.

Rbl. 2.—

611