

Üleliiduline

POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHING

A-17346

154

FUUSIKA- JA MATEMAATIKATEADUSTE DOKTOR

V. V. ŠARONOV

KAS ON PLANEETIDEL ELU

POPULAARTEADUSLIK LOENG

Nr. 10 (54)

SIGNAALKEEMPLAR

EESTI NSV

POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHINGU

VÄLJAANNE

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS • TALLINN 1950

A-17346

54

ÜLELIIDULINE
POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHING

FÜÜSIKA- JA MATEMAATIKATEADUSTE DOKTOR
V. V. ŠARONOV

KAS ON PLANEETIDEL ELU

POPULAARTEADUSLIK LOENG

EESTI NSV
POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHINGU
VÄLJAANNE

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS • TALLINN 1950

Originaali tiitel:

В. В. Шаронов. Есть ли жизнь на планетах.

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

8198

Suur probleem

Polaarmaade külmadest avarustest palava ekvatoriaalvööni ja kõige kõrgemate mägede tippudelt ookeanide sügavusteni — kõikjal Maa peal eksisteerivad mingisugused elusorganismid. Elu on kõige tähelepanuväärsem materia arenemise avaldus, mida kohtame meie planeedil kõikjal. Nii leiame me elu tunnuseid nii maa-alustes koobastes, kuumade allikate vetes kui ka jää- ja lumemägede sätendavail pindadel. Isegi atmosfääris, kõrgel Maa pinna kohal, võib kohata elava maailma esindajaid: üksikuid baktereid, taimede eoseid jms.

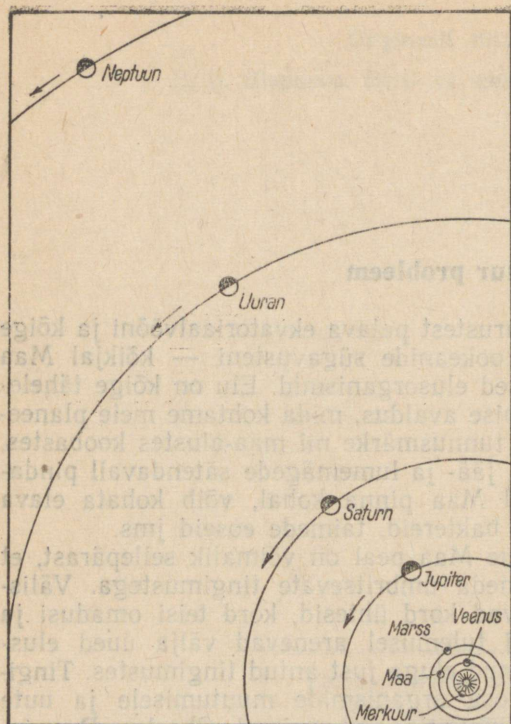
Selline ulatuslik elu levimine Maa peal on võimalik sellepärast, et organismidel on võime kohaneda ümbritsevate tingimustega. Väliskeskonna mõjul nad arendavad kord ühtesid, kord teisi omadusi ja organeid. Kestva evolutsiooni tulemusel arenevad välja uued elusolendite liigid, mis on kohanenud eluga just antud tingimustes. Tingimuste mõju määratu suurt osa organismide muutumisele ja uute looma- ning taimeliikide tekkimisele on uurinud Charles Darwin. Tema evolutsiooniteooriat on oma töödes imestamisväärselt edasi arendanud meie kodumaa teadlased K. A. Timirjazev, I. V. Mitšurin, V. R. Viljams ja T. D. Lössenko.

Elu meie planeedil haaras oma arenemisel kogu maapinna, kattes teda üleni nagu katkematu taimede ja loomade vaibaga. See on Maa omamoodi kate, niinimetatud biosfäär.

Loomulikult tekib väga tähtis küsimus: kui meie planeedil elu võttis niivõrd mitmekesise kuju ja levis nii ulatuslikult, kuidas on siis lood teistel planeetidel, teistes maailmades, mis on oma põhiolult ühel või teisel määral meie Maaga sarnased?

Filosoofia seisukohalt on see küsimus täiesti lahendatav. Asi seisab selles, et elu on materia arenemise paratamatu tulemus vastavate tingimuste juures. Need tingimused olid Maa peal olemas ning see viis paratamatult elusorganismide tekkimisele ja järgnevale arenemisele sellel. Väliskeskonna mõjul järk-järgult muutudes ja täienes joudis floora ja fauna¹ meie planeedil niisugusesse seisukorda, nagu me

¹ Flooraks nimetatakse kogu maapealset taimeriiki. Faunaks — kogu loomariiki.



Joon. 1. Meie päikesesüsteemi plaan (planeetide kaugused Päikesest on toodud õigetes vahekordades; Maa kaugus on umbes 150 milj. km).

neid praegu näeme. Elu evolutsiooni protsessis Maa peal tekkis ka inimene, kes oma tööga allutab endale teda ümbritsevat loodust, seda aktiivselt mõjutades.

Pole kahtlust, et kui mingisugusel teisel planeedil kujunevad sobivad tingimused, siis seal samuti tekib elu, ja see elu areneb elusorganismide võitluse protsessis oma olemasolu eest. Muidugi ei ole tingimuste täpne ühtesattumine kohustuslik. Seepärast ei arenegi elu teistel taevakehadel täpselt nii, nagu meil. Selle tõttu võivad seal ilmuda meile hoopis tundmatud looma- ja taimeliigid. Oma eluavalduste lõpmatus vaheldumises võivad tekkida meie vaatekohalt kõige imetlusväärsemad olendid. Ja nende hulgas võib olla mõistusega, mõtlemaid olendeid.

Engels ütles selle kohta: „...materია muutub loomuse jõul, see aga toimub paratamatult kõigil neil juhtudel, kui on olemas vastavad tingimused (mis ei pea olema kõikjal ning alati ühed ja samad)“.¹

Maailmaruum on lõputu. Temas on lugematu arv Maaga sarnaseid planeete, sest Maa — üks meie päikesesüsteemi planeete — on tavaline ja harilik kosmiline keha. Nüüd on teada, et mitmesuguse suurusega planeete liigub ka ümber teiste lugematute päikeste. Osa neist päikestest näeme taevas tähtedena, mis täis külvavad öise taeva laotuse.

Seega viib meie arutelu järeldusele, et elu kujutab endast maailmaruumis laialt levinud nähtust.

Kuid ülesande selline lahendus meid lõplikult ei rahulda. Meile ei piisa järeldusest, et kusagil, üldse maailmaruumis, on teised elamis-

¹ F. Engels, Looduse dialektika. Gospolitizdat 1948, lk. 166.

kõlblikud maailmad. Meie oleme harjunud teooriat kinnitama praktikaga, ja seepärast tahame konkreetselt teada, kus nimelt, missugusel reaalsel planeedil on elu. Ja kui meil seni pole õnnestunud näha nende planeetide elanikke endid (ka kõige tugevama tänapäeva teleskoobiga on ju võimatu näha kõige lähemal planeedil isegi valaskala või elevandi suurust olendit), siis tahaksime teada, missugustes tingimustes nad elavad ja paljunevad.

Kui käsitada küsimust elu kohta teistes maailmades niisuguselt praktiliselt vaatekohalt, siis tuleb meil jätta maailmaruumi kauged avarused oma lugematute päikeste — tähtedega —, sest meist niisugustes määratu suurtes kaugustes, kus asuvad isegi meile kõige lähemad tähed, ei õnnestu meil niikuinii midagi kindlaks määrata. Juba nende tähtede ümber tiirlevad planeedid ise on kättesaamatud tänapäeva kõige suurematele teleskoopidele, ja nende planeetide olemasolu ennast me võime otsustada ainult mõningate kaudsete andmete järgi. Mis siis veel rääkida elu vaatlemisest neil meile nähtamatuil planeetidel!

Niisiis tuleb meil elu otsingul piirduda seni ainult nende planeetidega, mis koos maakeraga alluvad meie päevasele valguseallikale — Päikesele — ja moodustavad ühe sõbraliku perekonna, mida nimetatakse päikesesüsteemiks.

Mis on eluks vajalik?

Eelkõige tuleb kokku leppida selles suhtes, mida me nimelt mõistame sõna „elu“ all. Seni kui me asetseme meile tuttava Maa looduse tingimustes, ei tekita meile tavaliselt „elusa“ eraldamine „elutust“ raskusi. Elusolendid tekivad neile sarnastest samasugustest elusolenditest; nad hingavad, toidavad endid, kasvavad, arenevad ja, saavutanud küpsuse, produtseerivad maailma uue järelpõlve liigilt samasuguseid elusolendeid.

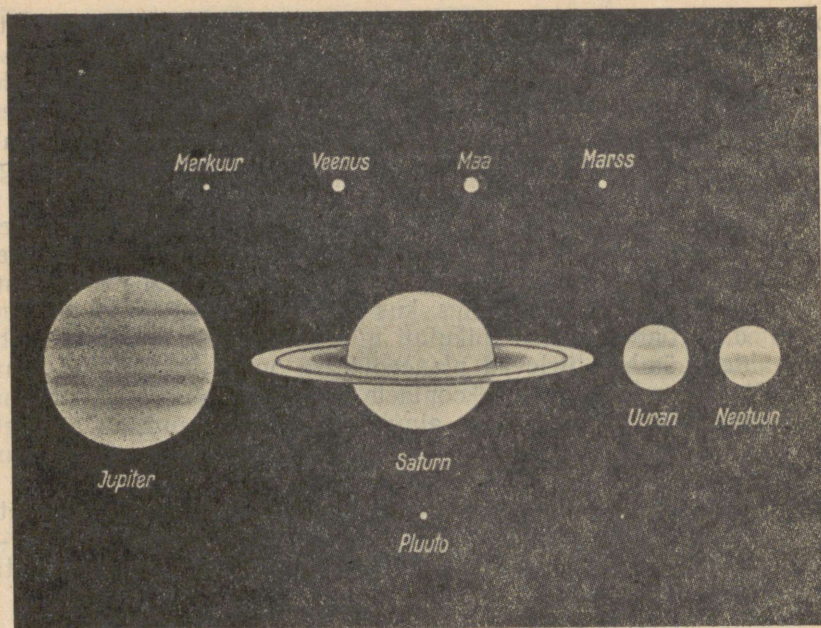
Teisiti on lugu, kui arutleda elu väljaspool Maad, elu üldse. Looduses on loendamatu arv ilmuvat ja millegiks muunduvat, lõpmatus vormides eksisteerivat ja arenevat materiat. Missugust sellest lugeda „elus“ ja missugust eluta looduseks?

Friedrich Engels annab oma „kriitilistes märkustes“ hüpoteesis „igavese elu“ kohta terminile „elu“ järgneva määrangu:

„Elu on valkainete eksisteerimise viis, mille eksisteerimise tingimuseks on alaline ainete vahetus neid ümbritseva välisloodusega...“¹

Valkaine on süsiniku keeruline ühendus hapniku, vesiniku, lämmas-

¹ F. Engels, Looduse dialektika, lk. 246.



Joon. 2. Meie päikesesüsteemi suurte planeetide suhtelised mõõded.

tiku ja mõningate teiste keemiliste elementidega. Selle näiteks võib tuua kõigile tuntud kanamuna-valgu.

Looduses on väga palju iga liiki valke. Valk kuulub kõigi looma- ja taimekehade koosseisu, teda sisaldub neis toitudes, mida me tarvitame, näiteks leivas, lihas ja tangainetes. Valkainete iseärasuseks on, et need väga kergesti ja kiiresti muutuvad, ümber asetuvad. Selle valkainete lakkamatu muutumisega ongi seotud igasugused nähtused, mis alaliselt toimuvad taime- ja loomakehades. Valgud (samuti ka teised süsiniku ühendid), omandades materia keerukaid ja kõrgesti organiseeritud vorme, võimaldavadki materia areneda selle tema täiusliku vormini, mida me tunneme elusorganismina.

Kuid valk on väga õrn aine. Igaüks teab, et valkaine külma käes külmub, kõvaks muutub, keevas vees aga kokku tõmbub. Mõistagi, et väga tugevas kuumuses ei ole ükski elu võimalik, sest looma- ja taimekehade söestuvad ja põlevad ära. Näiteks Päikese ja tähtede pealt, kus temperatuur ulatub tuhandete kraadideni, oleks absurdne otsida elu. Kuid elu on võimatu kohata ka seal, kus valitseb väga tugev külm, igavene pakane. Järelikult võime me elu eksisteerimise esimese

tingimusena märkida sobivat temperatuuri. Eluks soodsa temperatuuri piirideks on umbkaudu 0° — jää sulamise ning vee külmumise temperatuur ja 100° — vee keemispunkt.

Teiseks on eluks vajalik vesi. Igasugused looma- ja taimekehad on täidetud vedela mahlaga, mille põhiliseks koostiseks on vesi. Neis kohtades Maa peal, kus vett on vähe, osutub elu vaevaliseks, piiratuks.

Kolmandaks, eluks tingimata vajalikuks tingimuseks on atmosfäär, gaasikiht, mis samuti nagu meid ümbritsev õhk sisaldab hapnikku. Asi seisab selles, et elu üheks tähtsamaks avalduseks on hingamine. Hingavad nii loomad kui ka taimed. Hingamine aga on gaaside vahetus organismide ja atmosfääri vahel. Nii tarvitavad elusorganismid atmosfäärist hapnikku ja eritavad tagasi süsihappegaasi.

Pealegi ei piirdu atmosfääri eluks vajalikkus mitte ainult sellega: kus ei ole gaasikihti, seal ei saa olla ka vedelas olekus vett. Vesi, mis ei ole atmosfääri välissurve all, muutub kohe auruks, haihtub.

Niisiis, selleks et teataval planeedil võiks areneda elu, on vajalik kolm tingimust: sobiv temperatuur, hapnikku sisaldav atmosfäär ja vesi.

Planeetide perekond

Kunagi isegi õpetlased arvasid, et Maa lasub liikumatult maailma keskuses, Päike, Kuu ja tähed aga liiguvad ümber tema. See kujutus tekkis sellel meist kaugel ajastul, kui teadus alles hakkas arenema, — umbes kaks ja pool tuhat aastat tagasi.

Muinasmaailma õpetlaste vaatekohalt oli Maa keskpunktiks, kogu maailma aluseks, südamikuks. Nad arvasid, et Maa on oma olemuselt ainulaadne keha, seepärast aga olevat ainulaadne ka temal elavate elusolendite kompleks, sealhulgas ka inimsugu.

Selline vaatekoht oli täielikult kooskõlas religioosse kujutlusega inimese osast ja tähtsusest maailmaruumis. Selle kujutluse järgi ilmes, et inimesel on peale keha veel surematu hing, ja seepärast ta on midagi looduse ja jumaluse vahepealset. Nagu oleks tema, inimese, jaoks loodud kogu maailm, kogu loodus. Maa on ainult selleks, et inimene sellel elaks, Päike paistab ainult selleks taevas, et temal, inimesel, oleks soe ja valge. Selles taevas aga istub jumal ja jälgib kõiki inimesi, õnnistades sõnakuulelikke ja karistades sõnakuulmatuid.

1543. aastal selgitas kuulus poola õpetlane Nikolaus Kopernikus maailmaruumi ehitust täiesti uut moodi. Kopernikus väitis, et keskpunktiks on mitte Maa, vaid Päike. Ümber tohutult hõõguva Päikese liiguvad temaga võrreldes tillukesed tumedad ja külmad kehad — planeedid. Üks neist on meie Maa. Seega osutus Maa maailma keskpunkti või maailmaruumi aluse asemel tagasihoidlikuks taevakehaks,

suure päikesesüsteemi tavaliseks liikmeks, mis liigub taevaruumis ümber Päikese.

Teine geniaalne mõtteteadlane — Giordano Bruno —, arendades edasi Kopernikuse suurt avastust, läks veel kaugemale. Ta väitis, et kui need taevakehad, mida me nimetame planeetideks, kujutavad endist nagu kaugedid maakerasid, siis tähed, mis külvavad täis öise taevavõlvi, on kaugedid päikesed. Ja nagu Päike on meie planeetideperekeskuseks, nii ka ükskõik milline täht võib olla samasuguseks keskuks oma planeetidesüsteemile.



Joon. 3. Jupiter oma atmosfääris olevate pilvedega.

Arendades edasi seda ideed väitis Bruno, et kui planeedid on teised maakerad, siis võib ka nende peal olla elu, mis on sarnane meie, maapealse eluga. Seal, kauges maailmas võivad nagu Maa peal elutseda elusolendid, seal on kahtlemata ka niisuguseid olendeid nagu meil.

Tol ajal, s. o. umbes neli sajandit tagasi, kui elas ja töötas Giordano Bruno, oli niisuguste revolutsiooniliste ideede esitamine karistatav. Siis tuli elada ja mõtelda vana moodi, selle õpetuse järgi, mis oli kirja pandud kirikuraamatuisse. Seal aga oli selgesti öeldud, et jumal lõi taeva ja Maa inimeste jaoks, et Maa kohal on taevaalaotus „taevaliku valitsejaga“, järelikult mingisuguseid asustatud maailmu taevaruumis ei või olla. Öieti öelda just see idee, et väljaspool Maad on elu, et asustatud maailmu on palju, oli kõige vastuvõetamatum neile, kes innukalt pooldasid vana, usu poolt kaitstavat vaadet maailma kohta. Just see, tollal „ketserlikuks“ nimetatud idee elust planeetidel põhjustas seda tagakiusamist ja neid teravaid võitlusi, mis löid lõkkele Kopernikuse teooria ümber. Elu peeti jumaliku ettekirjutuse avalduseks ja seepärast heideti kõrvale igasugune mõte sellest, et ta isenesest tekib mitmesugustel taevakehadel.

Õma veendumuse pärast jälitatuna pidi Bruno oma kodumaalt, Itaaliast põgenema. Olles kõikjal taga kiusatud, pöördus ta pärast palju aastaid mööda võõraid maid rändamist tagasi kodumaale ja arreteeriti Veneetsias. Kaheksa aastat peeti teda vanglas, kus tal tuli taluda tohutuid piinu ja vintsutusi. Kirikuvürstid nõudsid Brunolt, et ta taganeks oma, vanale maailmavaatele ohtlikust ideest, mida ta innukalt propageeris.

Kuid Bruno oli haruldaselt kindla veendumuse ja tahtejõuga inimene. Ta talus kõik kannatused ja jäi oma ideele ustavaks. 17. veebruaril 1600. aastal saabus temale õudne lõpp: sel päeval põletati Bruno ühel Rooma linna platsil elusalt tuleriidal.

Giordano Bruno suri märtrisurma, kuid tema ideed ei hukkunud, neid ei suutnud tema vaenlased hävitada. Teiste maailmade asustatavuse probleem ei lakanud erutamast inimmoistust.

Giordano Bruno ajal oli idee elu olemasolust teistel planeetidel ainult julge oletus. Seda oli võimatu kinnitada otseste vaatlustega, sest teleskoopi polnud siis veel leiutatud. Hoopis teisiti on lood praegu. Meie aja astronoomia-tehnika võimaldab uurida planeetide loomust ja kindlaks teha, kas nende peal on vett ja atmosfääri, kindlaks määrata temperatuuri.

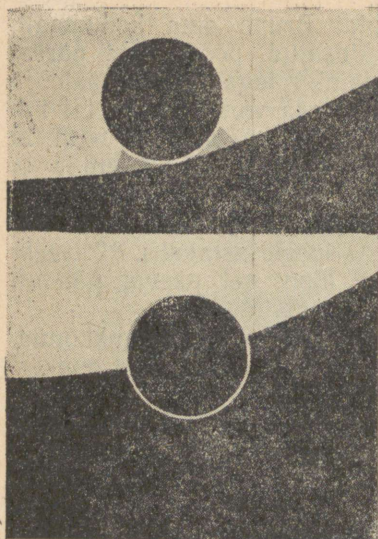
Meenutame, et päikesesüsteemi koosseisu kuulub üheksa suurt planeeti. Igaüks neist liigub oma ringikujulist teed mööda ümber Päikese. Planeetide nimekiri, mis on koostatud nende kauguse järjekorras Päikesest, on järgmine: Merkuur, Veenus, Maa, Marss, Jupiter, Saturn, Uuran, Neptuun ja Pluuto.

Kuidas on lood elu arenemise võimalustega neil planeetidel?

Elamiskõlblikud ja elamiskõlbmatud planeedid

Osutub, et enamikul päikesesüsteemi planeetidel pole elu kindlasti võimalik. Võtame näiteks meile kõige lähema taevakeha — Kuu. Ta on Maale nii lähedal, et isegi palja silmaga pole raske näha tema kahvatul pargel mõningaid üksikasju, näiteks keerukate kontuuridega hallide laikude mustrit. Kunagi arvati, et need laigud on Kuu mered ja ookeanid; neid nimetatakse praegugi tingimisi „meredeks“. Kui aga hakati uurima Kuu pinda teleskoobi abil, siis selgus, et vett neis „meredes“ ei ole, et need on täiesti kuivad madalikud suhteliselt siledal pinnal.

Kuu üksikasjaline uurimine näitas, et tema peal ei ole üldse vett ega atmosfääri. Selle meile lähima taevakeha pind kujutab endast lausa surnud kõrbe, kus mägesid ja kaljusid mitte kunagi ei niisuta vihm ega kaste, ei puhu tuuled, ei rõhu pilved ega udu. On selge, et niisugustes tingimustes mingisugust elu Kuu peal ei ole ega saa olla.



Joon. 4. Veenus Maa ja Päikese vahelt läbimisel (valge ääreke kujutab rõhutut atmosfäärikatet, mida valgustab Päike).

Samasugused tingimused leiame me ka kahel päikesesüsteemi äärmisel planeedil — Merkuuril ja Pluutol. Nad mõlemad on täiesti ilma atmosfäärita, seepärast ka elamiskõlbmatud. Peale selle asub Merkuur Päikesele liiga lähedal, millest tingitult on selle planeedi peal nii kõrge temperatuur, mis ei võimalda elu. Päikesest kaugemal asuvail planeetidel on aga, ümberpöörduvalt, käre külm. Nende hulka kuuluvad: Pluuto ja päikesesüsteemi kõige suuremad liikmed — Jupiter, Saturn, Uuran ja Neptuun.

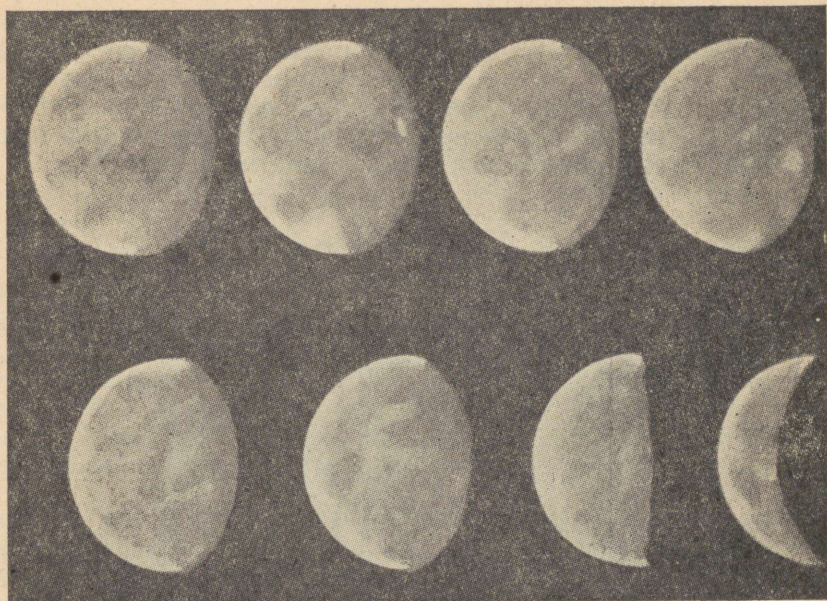
Need neli planeeti on loomult sarnased. Kõigil neil on võimas atmosfäär, mis on täidetud tihedate, läbi-päistmatute pilvedega. Vaadeldes neid planeete teleskoobiga, näeme neil ainult lakkamatut pilverünkade ja pilvede kihti, mis moodustavad iga värvi laike ja muutlike kontuuridega ribasid. Mis on selle pilvekatte all, ei ole teada.

Kuid me teame nende planeetide atmosfääri koosseisu. Me ei leia selles hapnikku, mis on nii vajalik elusorganismidele hingamiseks, ei süsihappegaasi, mida koguvad endasse taimed, ega ka veeauru. Rohkesti on seal ainult niisuguseid gaase, nagu ammoniak (selle vesilahus on igapäevane tuttav nuusk-piirituse nime all) ja metaan (soogaas, sisaldub rohkesti neis põlevais gaasides, mida praegu laialdaselt kasutatakse igapäevases elus).

Raske on oletada elu olemasolu niisuguses atmosfääris. Pealegi on need planeedid Päikesest nii kaugel, et päikesekiired soojendavad neid väga nõrgalt, seepärast seal arvatavasti valitseb igavene pakane, temperatuuriga 150° — 250° alla nulli.

Eluks sobiv temperatuur võib olla ainult päikesesüsteemi piiratud tsoonis, ainult seal, kus Päike asub küllalt lähedal, et soojendada planeete, ja samal ajal mitte niivõrd lähedal, et ta oma kiirte jõul põletab kõik elusa. Selles sobivas tsoonis asub kolm planeeti: Veenus, Maa ja Marss.

Veenus on meie lähim naaber Päikese poolt küljest. Seda planeeti nimetatakse sageli Maa lihaseks õeks, sest ta on nii suuruselt kui ka kaalult (massilt) peaaegu samasugune kui meie eluase. Pealegi ümbritseb teda paks gaasikiht.



Joon. 5. Veenuse kuju tema mitmesugustel faasidel.

Atmosfäärikihi olemasolu Veenusel tegi kindlaks meie geniaalne kaasmaalane M. V. Lomonossov, jälgides 6. juunil 1761. aastal Veenuse möödumist päikesekestast. Hiljem kinnitati seda avastust mitu korda, kuid see oli kaua aega kirjutatud teiste õpetlaste nimele, kes tulid samasugusele järeldusele nagu Lomonossov kolmkümmend aastat hiljem.

Sel ajal (200 aastat tagasi) ei tundnud keegi planeetide füüsilist loomust. Üksikud eesrindlikud õpetlased piirdusid siis ainult üldiste oletustega sellest, et planeedid võivad olla Maaga sarnased. Oma avastusega Lomonossov esimesena näitas nende oletuste õigsust. Tema igati kaitses elu võimalikkust teistel planeetidel.

Veenuse atmosfäär on alati kaetud pilvede ja uduga. Läbi tema ähmase katte pole meil planeedi pinda ennast võimalik näha, ja seepärast me ei tea, mis sellel toimub.

Mõned astronoomid olid eriti kaasa kistud mõttest, et Veenusel, mida rikkalikult varustatakse temale lähedal asuva Päikese soojusega, on niiske sooja atmosfääri tingimustes arenenud lopsakas taimestik ja rikkalik loomariik, meenutades arvatavasti seda, mis oli Maa peal

tema ajaloo niinimetatud kivisöeajastul¹. Kuid niisugused vaatekohad ei ole küllaldaselt põhjendatud: Veenuse atmosfääris on avastatud ainult süsihappegaasi, kuid ei ole leitud hapnikku ega veeauru. Ja me ei tea õieti üldse, millest koosneb see valge udu, mis täidab selle planeedi atmosfääri, kattes meie eest tema pinna. Seepärast, teha mingisugust oletust elu kohta Veenusel, oleks praegu veel varajane.

Planeet Marss

Planeet Marss on ainuke taevakeha, mille pealt meil võib minna korda avastada elu otsese vaatluste teel. Tema läbipaistev atmosfäär võimaldab hästi näha ja uurida planeedi pinda ja sellel toimuvaid muutusi. Need muutused aitavad palju kaasa suure probleemi — elu teistes maailmades — uurimisele. Seetõttu huvitabki meid Marss päikesesüsteemi planeetidest kõige rohkem. Seepärast kõidabki planeet Marsi probleem endale meie maa kõige laiemate ringkondade tähelepanu.

Kui õnnestuks kindlaks teha, et Marsil tõepoolest on elu, siis oleks praktiliselt tõestatud elu eksisteerimine väljaspool Maad üldse. Kui aga selgub, et Marsi peal ei ole elu, siis see muidugi milgi määral ei kummuta teiste maailmade asustatavuse ideed, sest võib juba ette kindlitada, et elu võib areneda mitte kõigil, vaid ainult mõnel taevakehal, kus tingimused kujunevad küllalt soodsaks.

Paljale silmale on Marss lihtsalt täht, taevatuluke ilma märgatavate kontuurideta, tõi küll, võrdlemisi hele ja tulipunase värvusega. Selle värvuse tõttu sarnleb Marss kauge tuleriidaga, eriti kui ta asub madalal horisondil.

Küllalt tugeva teleskoobiga, mis suurendamise tõttu otsegu tooks Marsi lähemale, paistab planeet väheldase punakas-oranži kerana helevalgete laigukestega äärtel. Kestval vaatlusel võib tillukesel planeedikettal eraldada veel tumedate pruunika või roheka varjundiga laikude keerukat mustrit. Need laigud on korrapäratud ja käänulised.

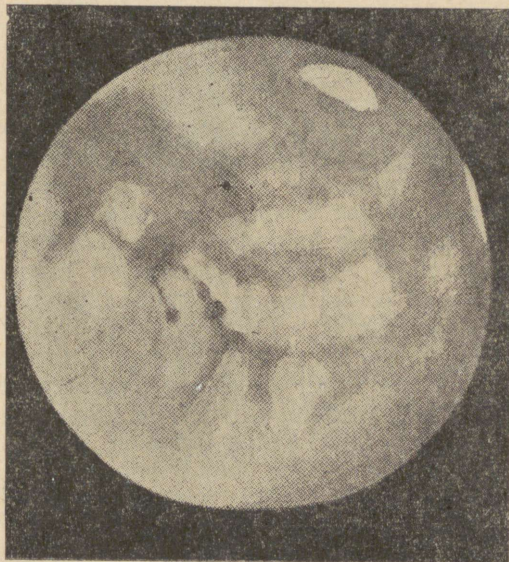
Korrates teleskoobiga vaatlemist ühel ja samal ööl kolme-nelja tunni pärast, võib märgata, et tumedad laigud Marsil on ümber paigutunud: need, mis olid tema ketta keskel, on liikunud äärtele, nende asemele on ilmunud aga uued. Niisugustest vaatlustest järgneb, et Marss samuti nagu meie Maa aeglaselt ja sujuvalt pöörleb ümber oma telje. Laigud kerkivad üksteise järel esile ühe ääre tagant, läbivad ketta ja kaovad teise ääre taha.

Erandi moodustavad hiilgavad valged laigud: need nagu ei võtaks osa üldisest pöörlemisest, püsides ühel ja samal kohal. Millega seda

¹ See on perioodil, kui hiigeltaimede kõdunenud jäänustest moodustusid kivi-söelademed.

seletada? Vastata on lihtne: valged ruumalad asetsevad Marsi pooluse ümber. Seepärast planeedi pöörlemisel tiirlevad nad ümber oma keskpunkti, mitte paigalt nihkudes.

Meenutame, et poolusteks nimetatakse neid punkte planeedi pinnal, mida mööda kulgeb tema telg (muidugi mõeldav!). Pooluseid on Marsil nagu Maal kaks, tähendab seal on ka valgeid laiike samuti kaks. Kuid Maa pealt on kõige sagedamini näha ainult üks neist — kas põhja- või lõunapoolne: kui üks poolus on pöördunud meie poole ja me võime näha teda ümbritsevat valget pinda, siis teine poolus on pöördunud meist ära ja asub Marsi sel momendil nähtamatul poolel.



Joon. 6. Planeet Marsi muster.
(Ulal valge polaarmüts, kõrval pilved.)

Marsi valgeid laiike nimetatakse „polaarlaikudeks“ ehk „polaarmüt-sideks“.

Jälgides tumedate laikude nihkumist kettal võib kindlaks määrata, et Marss teeb täispöörde ümber oma telje umbes 24 tunni ja 40 minuti jooksul. Kuid planeedi pöörlemise tõttu vahetub temal päev ja öö. Päev ja öö moodustavad ööpäeva: järelikult on ööpäev planeedi pöörlemise aeg ümber oma telje. Tähendab Marsi ööpäev on ainult 40 minutit pikem kui meil, Maa peal. Kuid aasta on sellel planeedil peaaegu kaks korda pikem kui meil: nimelt 668 Marsi või 687 Maa ööpäeva.

Marsil ekvaator, mis asub mõlemast poolusest ühekaugusel nagu Maa ekvaator, on oma teel ümber päikese kaldus; isegi see kallak on peaaegu täpselt niisama suur kui Maal ja moodustab 25°. Sellest järgneb, et Marsil toimub nagu meilgi aastaegade, sesoonide vahetus. Suvi oma pikkade päevadega vahetub sügisega, siis saabub talv pikkade pimedate öödega jne.

Teades telje ja ekvaatori asendit, võime välja arvestada, missugune aastaag on teataval momendil ühel või teisel poolkeral. Meenutame, et aastaajad eri poolkeradel on vastupidised: kui põhja-poolkeral on suvi, siis lõuna-poolkeral on talv jne.

Edaspidi, rääkides aastaagedest Marsil, peame me silmas talve, sügist, kevadet ja suve selle planeedi ühel või teisel poolkeral. Maa sesoonidega need ajalisel muidugi ühte ei lange.

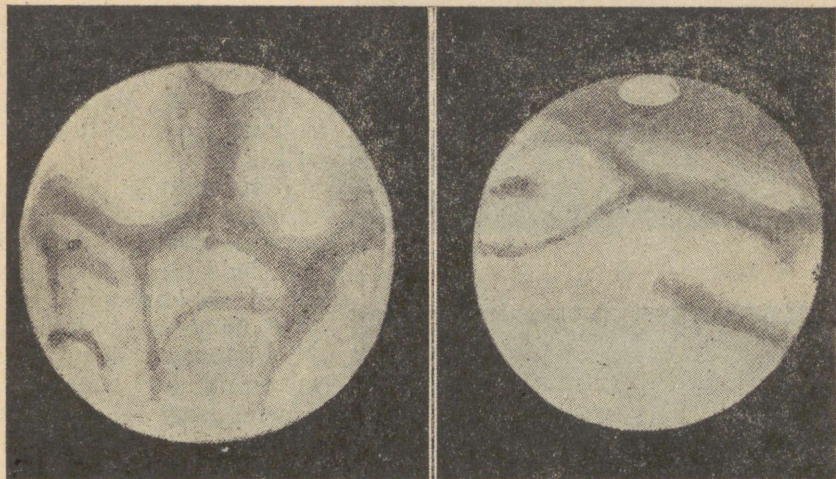
Marsil kliima

Soojade ja külmade sesoonide vahetus Marsil toob endaga kaasa selle planeedi eri piirkondade seisundis niisuguseid sügavaid muutusi, et me võime neid isegi meie kaugetes vaatlusjaamades näha ja edukalt jälgida. Kõige enam muutuvad sealjuures valged polaarkatted.

Kui meie vaatluse all oleval polaarlaigul saabub kevad, siis hakkab see hävinema, just kui sulaks. Tema piirjooned taanduvad pooluse suunas, vabastades valge katte all asetsevat tumedat pinda. Suve lõpuks säilib valget värvi ainult väheldasel ruumalal, otseselt pooluse ümbruses. Talve tulekul hakkab valge kate laienema, valge polaarlaik kasvab, haarates ekvaatorile üha lähemaid piirkondi. Talve lõpul ulatub see kuni 50. laiuskraadini, vahel isegi 45. laiuskraadini, mis meie Maa peal vastab Kiievi ja Musta mere ranniku laiuskraadile.

Mida kujutab endast see valge aine, mis tekib Marsil talvekülmadega ja kaob kevadsoojuse mõjul? Lugeja muidugi juba arvas, et see on lumi. Kui vaadata meie Maad kaugelt, näiteks Kuult, siis avaneb vaatlejale just samasugune pilt, mida me näeme Marsil. Valge lumerüü, mis talvel katab peaaegu kogu NSV Liidu territooriumi ja teised kohad Maa peal, hakkab kevadiste päikesekiirte mõjul sulama ja tema piirid nihkuvad iga päevaga põhja poole. Suvel säilib lund ja jääd ainult karmis Arktises, sügisel aga laieneb lumekate uuesti, haarates üha uusi maa-alasid.

Kui õnnestuks tõestada, et see valge aine, millest koosnevad Marsil polaarlaigud, tõepoolest kujutab endast külmunud vett, siis oleks see kõige kindlamaks argumendiks sellele, et planeet Marss on elamiseks kõlblik. Tõepoolest, kui seal on lumi ja see sulab, siis tähendab on ka vett. Järelikult võib olla ka ühest poolusest teise rändav atmosfäär, milles kandub edasi veeauru, sadestudes seetõttu lume või mõnel

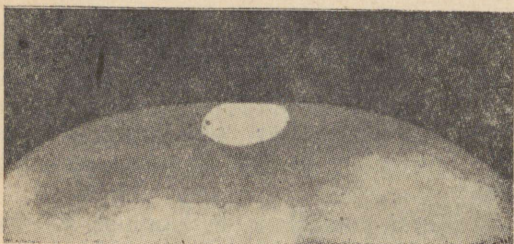
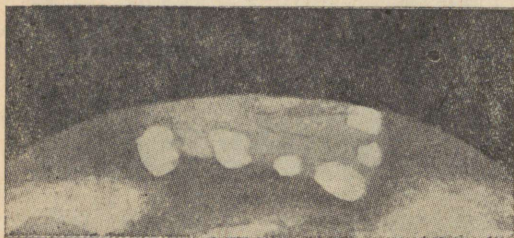
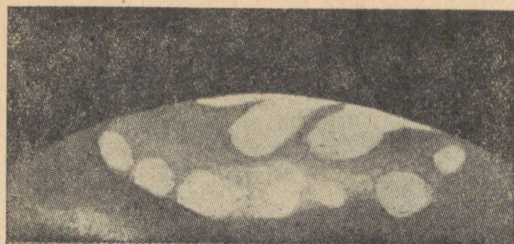


Joon. 7. Marsi muster teleskoobiga vaadelduna eri päevadel.

muul kujul. Edasi tähendab, et Marsi temperatuur kõigub mõlemal pooltel umbes nulli ümber ja järelikult ei ole seal igavest külma ega kohutavat kuumust. Selgub, et Marsi kliimal on teatav sarnasus Maa kliimaga: seal nagu meilgi sadestub niiskus atmosfäärist kord valge lumena või jääkattena, siis jälle aurab atmosfääri, temperatuuril aga on umbkaudu need piirid, mille juures on niivõrd edukalt arenenud taimestik ja loomariik Maa peal.

30—50 aastat tagasi ei olnud Marsi polaarlaikude loomuse suhtes sellist üksmeelset arvamust nagu nüüd. Asi seisab selles, et Marss asub Päikesest poolteist korda kaugemal kui Maa, seepärast saab iga koht temal ainult 40% sellest soojuse ja valguse hulgast, mille saab vastav piirkond maakeral. Seoses sellega mõned õpetlased kinnitasid, et Marsil valitseb igavene pakane, et jää ja lumi, kui seda seal ongi, ei saaks kunagi sulada ega auruks muutuda. Seepärast polaarlaikude muutlik aine ei või olla külmunud vesi, vaid on midagi muud. Ühed viitasid süsihappegaasile, mis väga madala temperatuuri juures (79° alla nulli) muutub kõvaks, lume taoliseks aineks¹; teised rääkisid lakkamatust pilvede ja uduloorist, mis ümbritseb valge kattena planeedi külmi talvepiirkondi; kolmandad kaldusid arvama, et polaarlaigud võivad koosneda valgest soolakoorigust.

¹ See aine on laialdaselt kohaldatud meie toiduainetetööstuses „kuiva jää“ nimetuse all.



Joon. 8. Polaarmütsi sulamine Marsil poolteise kuu jooksul.

Kõik need oletused ja arvamused osutusid liigseiks pärast seda, kui õnnestus mõõta Marsi temperatuuri. Seda tehti järgmiselt.

Marsi pinnalt tuleb meieni kiirte vool, mis langesed mustale plaadile soojendavad seda nii nagu päikesekiired soojendavad igasugust musta eset. Kuid see Marsi kiirte soojendav toime on muudugi hoopis tähtsusetu: isegi sel juhul, kui planeedi kiiri koguneb tänapäeva hiiglasuure teleskoobi fookusesse, on nende poolt esilekutsutud temperatuuritõus üks tuhandik kraadi. Ja ometi võib väga täpsete aparaatide abil seda soojust avastada ja mõõta. Niisuguste mõõtmiste jaoks tarvitusele võetud aparati nimetatakse termoelementiks. See on täiesti väike metall-leheke, mis on konstrueeritud nii, et kõige tühisem soojus tekitab temaga ühendatud juhtmes elektrivoolu, mida võib mõõta väga tundliku aparadi — galvanomeetriga. Tänapäeva termoelemendid on nii-

võrd tundlikud, et nad märgivad temperatuuri tõusu miljondikes kraadides. Nende abil on võimalik mõõta kiiri mitte ainult kogu Marsi kettalt, vaid ka tema eri piirkondadest. On võimalik näiteks mõõta soojuskiiri polaarlaigu sellelt kohalt, kus antud momendil on keskpäev, hommik, õhtu jne.

Päikesekiired langevad Marsi pinnale. Osa neist peegeldub tagasi taevaruumi, osa kiiri aga haaratakse täielikult ja need soojendavad pinnast. Kuid iga soojendatud ese saadab välja soojuskiiri. See pärast saadab Marsi pinna iga piirkond meile kahte tüüpi kiiri: 1) Päi-

kese peegelduvad kiired ja 2) omaenda kiirgus. Peggelduvad kiired ei ole seoses pinna temperatuuriga. Kuid soojendatud planeedipinna enda kiirgus sõltub nimelt tema temperatuurist: mida soojem on pind, seda rohkem kiiri ta saadab välja. Seepärast on Marsi temperatuuri määramiseks vaja osata peegelduvaid kiiri eraldada kiirguvaist.

Selleks võetakse harilik puhas vesi. Puhas vesi on väga läbipaistev, valguskiired läbistavad tema hõlpsasti. Kuid päikesekiir on eelkõige valgus; tähendab ka Marsi peegelduvad kiired on samuti valguskiired. Vesi neid ei hoia kinni. Teine asi on nõrgalt soojendatud eseme omaenda kiirgamine: pimeduses ei ole meile niisugune ese nähtav, sest ta ei saada välja valguskiiri, vaid ainult soojuskiiri, mis on nähtamatud. Kuid niisugustele kiirtele on vesi täiesti läbistamatu; ta imeb need täielikult endasse. Seepärast kui mööta Marsi kiirgumist kaks korda: alguses vahetult, pärast aga läbi puhta veekihi, siis vahe näitab kiirte hulka, mis on välja saadetud Marsi pinnalt endalt. Selle kiirte hulga järgi võib aga välja arvestada ka Marsi pinna temperatuuri.

Selgus, et talvekülmad on Marsil väga tugevad ja ulatuvad kuni -70° , -80° . Ekvaatoril tõuseb temperatuur keskpäeval kuni $+10^{\circ}$ — $+15^{\circ}$. Päikeseloojangul langeb temperatuur null kraadini ja jätkab langemist kogu öö, ulatudes koidikul kuni -45° . Ja nii on Marsi ekvatoriaalvööndis!

Polaarpiirkonnas tõuseb temperatuur päeval kuni $+10^{\circ}$ — $+15^{\circ}$, sellega nimelt seletubki valge katte kiire sulamine.

Niisiis arvamus, et Marsi peal on märgatavalt külmem kui Maa peal, on leidnud kinnitust, kuid samal ajal on leidnud kinnitust ka see, et polaarlaikude valge aine ei ole midagi muud kui lumi või jää, sest see sulab nimelt üle 0° temperatuuri juures.

Marsi atmosfäär

See fakt, et Marsil lumi või jää kord sulab, kord uuesti tekib, juba iseendast tõendab, et seal on ka atmosfäär, gaasikate, mille kaudu veeaur rändab ühelt pooluselt teisele. Kuid atmosfääri olemasolu võib tõestada ka palju tajutavamalt.

Esiteks, ketta äärel näivad laigud ja muud üksikasjad ähmastena, nagu oleksid need määritud. See võib juhtuda ainult selletõttu, et ketta äärel me vaatame neile läbi paksu gaasikogu, sest meie nägemiskiir läbib atmosfääri kaldjoont mööda.

Teiseks, Marss ei näi meile alati ümmargusena. Liikudes oma teed mööda ta sageli asetub nii, et meie poole on pöördunud osa sellest poolkerast, kus sel ajal on öö. Seetõttu muutub Marss mõnevõrra laperguseks, nii nagu Kuu vähe aega enne täiskuud või varsti pärast

täiskuud. Kuid Kuul on piir heleda ja tumeda poolkera vahel alati teravalt selge, justkui lõigatud. Marsil, vastupidi, ei ole lapergune äär teravalt näha: seal valge läheb üle tumedaks sujuvalt ja järkjärgult. See tähendab, et Marsil samuti nagu Maa peal eelneb öö saabumisele videvik, et seal ei lähe pimedaks järsku, vaid järkjärgult. Kuid me teame, et videvik on tingitud atmosfäärist, mis mõnda aega jääb valgustatuks ka pärast Päikese loojumist.

Kolmandaks, vahel võib näha, kuidas Marsi legendike kohal ujub pilv, varjates meie eest kord ühte kord teist tema pinna üksikasja. Tõsi küll, päris valgeid või kollakaid pilvi, nagu need, mis katkematu loorina katavad pilvisel ilmal meie taevast, võib Marsil näha harva. Seevastu on seal sageli kerge udu, mida võib hästi näha siniste ehk violetsete kiirtega saadud ülesvõttel (s. o. läbi värvilise klaasi, valgusfiltri).

Seega on atmosfääri olemasolu Marsil tõestatud. Palju raskem on määrata selle kõrgust ja tihedust, samuti kindlaks teha, missugustest gaasidest see nimelt koosneb.

Kõik õpetlased on kokkuleppele jõudnud selles, et Marsi atmosfäär on väga hõre, märksa hõredam kui Maal. Öhu uduvina heleduse mõõtmised Marsi ülesvõtteil, mis on tehtud nõukogude astronoomide poolt 1939. aastal, on viinud järeldusele, et tavaline aneroidbaromeeter näitaks Marsil rõhumist ainult umbes 50 mm (samal ajal kui normaalne rõhumine maapinnale on 760 mm). Sellest järgneb, et Marsi pinna iga hektääri kohal on umbkaudu 5 korda vähem gaase kui Maa ühe hektääri kohal. Nii hõre õhk Maa atmosfääris on 15—20 km kõrgusel tema pinnast, s. o. stratosfääris. Sellepärast öeldaksegi, et looduslikult tingimustelt on Marsi pinnal „stratosfäärne“ iseloom.

Niisuguse atmosfääri keemilise koosseisu uurimine ei ole kerge. Õigus, päikesekiir läbib teda kaks korda: teel Päikeselt Marsi pinnale ja pärast peegeldumist teel meieni. Sellest Marsi spektrist võib peale Päikese spektri joonte nähtavale tulla nõrku viirge, mida on põhjustanud mõningate päikesekiirte neeldumine Marsi atmosfääri gaasides. Kuid Marsi pinnalt kiirguvad kiired läbibstavad veel Maa võimsa atmosfääri, mis annab mitmesuguste gaaside tugevaid viirge. See pärast, kui Marsi atmosfäär sarnleb oma koosseisult Maa atmosfääriga ja sisaldab näiteks hapnikku ja veeauru, siis on nende gaaside avastamine temas väga raske: nende nõrgad viirud sulavad ühte Maa atmosfääri tugevate viirgudega. Võib-olla, et just sel põhjusel ei olegi seni õnnestunud tõestada Marsi atmosfääris hapniku ja veeauru olemasolu. See-eest määrati mitte väga ammu kindlaks, et temas sisaldub palju süsihappegaasi.

Nüüd me võime ütelda, missugused on looduslikud tingimused Marsi pinnal. Õhk on seal hõre ja kuiv. Veeauru on selles väga vähe. Pilverünkaid, pilvi, härmatist ja kastet võib seal tähele panna väga harva.



Joon. 9. NSV Liidu Teaduste Akadeemia korrespondeeriv liige G. A. Tihhov — kuulus Marsi uurija.

Punakad piirkonnad, mis võtavad endi alla $\frac{5}{6}$ kogu Marsi pindalast, on kõrved ilma niiskuse ja eluta. Nende kohal kihutavad tormid, keerutades üles liiva- või tolmuilvi, mis katavad peenikese tolmuveinega kinni määratu suure ruumala. Päeval jõuab Päike küllaldaselt soojendada pinnast ja see muutub võrdlemisi soojaks. Seevastu öösel ei suuda hõre atmosfäär pinda kaitsta maailmaruumi külmuse eest: päeval kogunenud soojus kaob kiiresti, kiirgub, nii et koidikuks on isegi planeedi ekvatoriaal- ja troopikavööndid käre külmahelais.

Marsi taimestik

Niisiis Marsil on vesi, sest seal sulab lumi ja tekib uuesti, seal on mingisugune atmosfäär, temperatuur aga ei ole väga erinev Maa temperatuurist. Järelikult on seal tingimused, mis on sobivad elusorganismidele, sarnased nendega, keda me näeme endi ümber Maa peal. On õige, et meie planeedil praegu elutsevaist olendeist ainult väga vähesed võiksid taluda Marsi kliima karme tingimusi — madalat rõhust, hõredat õhku, sooja ja külma järsku vaheldumist ning niiskuse vähesust. Kuid sellest ei oleks muidugi õige teha järeldust, et Marsi pind on surnud ja seal puudub elu: tingimused, mis on talumatud Maa atmosfääri sooja ja niiske keskkonnaga harjunud organismidele, võivad täielikult sobida nende tingimustega karastunud ja kohandunud elusolendeile teistel planeetidel. Niisiis, Marsil võib olla elu.

Kuid „võib olla“ ei tähenda veel „on“. Kas meie käsutuses on mingisuguseid otseseid juhendeid elu olemasolu kohta Marsil? Jah, on! Niisuguseid juhendeid annab meile Marsi tumedate ruumalade, mida tingimisi nimetatakse „meredeks“, tähelepanelik uurimine.

Nende „merede“ üheks kõige tähelepanuväärsemaks iseärasuseks on nende muutlikkus, mis kajastab sesoonide vaheldust Marsil. Talve jooksul on avar „merede“ lagendik võrdlemisi kahvatu ja omab hallikate või pruunikate toonide pleekinud värvust. Suve lähenemisega algab neis muutus. Kui polaarlumi sulab, osutuvad lumest vabanenud kohad tumedaks. See tume värvus laieneb järk-järgult ekvaatorile, haarates üha uusi „merede“ piirkondi. „Mered“ üksteise järel tumenevad, just kui voolaks neisse mingisugust mahla, muutuvad eredamaiks, kontrastsemaiks. Kuid kõige tähelepanuväärsem on see, et nende värvus muutub ebamäärasest hallist või halkjaspruunist roheliseks. See roheline värvus püsib osa suvest, kuid sügise lähenedes kaob uuesti, vahetudes talvevärvide kahvatute toonidega.

Kuid millest võib olla see kate, mis iga kevade omandab smaragd-rohelise tooni ja sügiseks uuesti luitub? Kõige lihtsam ja loomulikum on oletus, et see on taimestik. Meil Maa peal ju ka kevade saabumisega maastik hakkab haljendama, kattudes rohu ja lehtedega, sügise lähenemisel aga muutub kollaseks, mustjaspruuniks ja halliks. Seda oletust kinnitavad spetsiaalsed uurimised, mida on teostanud kaasaja nõukogude astronoom G. A. Tihhov. Uurides Marsi „merede“ värvuse küsimust neljakümne aasta vältel, sai Tihhov mitmesuguste spektrikiirtega fotografeerimise teel planeedi esimesed värvilised ülesvõtted, mis lubavad objektiivselt otsustada värvuse üle.

Muidugi ei või me praegu ütelda, missugune on see taimestik: kas kõrged metsad või kidurad, pinnase ligi surutud samblad ja samblikud. Rida kaalutlusi sunnivad kalduma teisele oletusele: vaevalt et Marsil tema karmide kliimatingimuste juures on tihedaid metsi või

lopsakaid pöösapuhmastikke. Marsi taimestik läheneb kõige enam tundrate või kõrgmägise maastiku floorale, koosnedes arvatavasti madalatest, pinnase ligi surutud väentaimedest.

Kuid igasugune taim on elusorganism! Ja kui meil õnnestuks kindlaks teha Marsil mingisugust, kas või isegi viletsat taimestikku, siis me tõestaksime sellega üldse elu olemasolu teistel planeetidel, väljaspool Maad. Taimede ja loomariigi vahel on teatav vastastikune suhe: loomad, ühelt poolt, toituvad taimedest, teiselt poolt aga — eritavad atmosfääri taimedele vajalikku süsihapet. Seepärast taimestiku olemasolu teeb väga usutavaks ka mingisuguste loomade olemasolu. Pole üleliigne meenutada, et Maa peal arenesid taime- ja loomariiki teineteisest lahutamatu, paralleelselt.

Lõppsõna

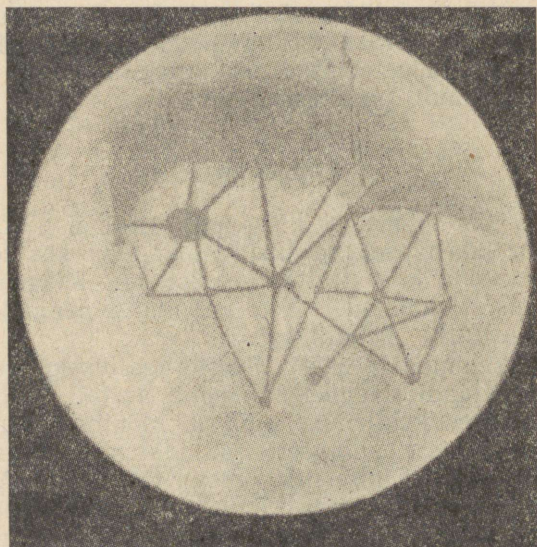
Meie hoidume siin minemast kaugemale. Kui ei oleks ettevaatlikust ja soovi piirduda täpsete teaduslike faktidega, siis võiksim palju jutustada pikkadest ja kitsastest viirgudest, mis lõikavad läbi Marsi pinna mitmesugustes suundades. Neid kutsutakse nende korrapärasuse ja geomeetriselise tõttu „kanaliteks“.

„Kanalid“ Marsi pinnal avastati otseste vaatlustega teleskoobi abil juba möödunud sajandi seitsmekümnendail aastail, kuid hiljem saab nende reaalsuses kahtlemise ajajärk. Mõningaile näis, et need niiditaolised tuhandesse kilomeetrisse ulatuvad jooned on ainult illusioon, silmapete. Kuid juba 1909. aastal tõendas G. A. Tihhov lõplikult, saades „kanalitest“ esimesed õnnestunud ülevõtted, et niisugused kujundid on tõepoolest olemas. Nüüd on fotografeeritud ja kaardile kantud sajad „kanalid“. Nende „kanalite“ tekkimise põhjuste kohta on avaldatud kõige kaasakiskuvamaid oletusi. Räägiti, et need on tõesti kunstliku niisutamise ehitused, rajatud arukate Marsi elanike tööga, kes peavad energilist võitlust planeedi karmi loodusega. Kuid see on seni ainult oletus, mis kuulub pigem fantaasia valda, kui range teadusliku uurimuse piirkonda. Mida kujutavad endast „kanalid“, seda pole seni suudetud lõplikult selgitada.

Võib-olla, et Marsil elavad ka mõtlevad, mõistusega olendid, kes on suutelised nagu meie uurima maailmaruumi. Võib-olla ehitavad nad ka kanaleid. Kuid „Marsi elanike“ tegevuse tõelisi tulemusi me praegu ei märka. Hoolimata sellest ei ole meil mingisugust alust selle olemasolu Marsil ka eitada. „... Kui kord on antud orgaaniline elu, siis ta peab tulevaste põlvete arenemise teel arenema kuni mõtlejate olendite liigini,“¹ nii formuleerib Engels elu arenemise probleemi materialistlikku arusaamist.

¹ F. Engels, Looduse dialektika, lk. 252.

Mis aga puutub kogu lõpmatusse universumi loendamatu hulga maailmadega selles, siis, nagu me seda juba märkisime eespool, elu neis maailmades võib areneda kõige mitmekesisemates vormides. Ainult oma kujutlusvõimelt väga piiratud inimesed või tuntud ja visad antiteaduslike vaadete pooldajad, kes propageerivad usku, võivad kangekaelselt püsida arvamisel, et kogu maailmaruumis ainuüksi



Joon. 10. „Kanalite“ võrk Marsil.

Maa on elusolendite asukohaks. Maailm on materiaalne ning seepärast ühtne, ehkki ta on lõpmatult mitmekesine igavesti liikuva, igavesti areneva materia avaldustes. Selletõttu osutub vankumatuks Engelsi poolt väljendusrikkalt formuleeritud tees:

„Vana teleoloogia (s. o. õpetus inimese ja kogu elusa ning elutu maailma olemasolu jumala poolt kindlaksmääratud „otstarbekohasusest“. — V. Š.) läks kuradile, kuid nüüd on rangelt kindlaks määratud, et materia liigub oma igaveses ringkäigus vastavalt seadustele, mis kindlal astmel — kord siin, kord seal paratamatult sünnitavad orgaanilistes olendites mõtleva vaimu.“¹

¹ F. Engels, Looduse dialektika, lk. 156.

KIRJANDUS

F. ENGELS, Looduse dialektika. Gospolitizdat. 1948. 330 lk. Sissejuhatus (lk. 5—21); „Teaduse ajaloost“ (lk. 154—156 ja 156—160); „Bioloogia“ (lk. 240—254); „Loodusteadus ja filosoofia“ (lk. 161—167).

S. N. BLAŽKO, Üldise astronoomia kursus. Moskva-Leningrad. Gostehizdat. 1947. 500 lk. X peatükk, lk. 316—347.

B. N. MENUŠUTKIN, Mihhail Vassiljevitš Lomonossovi elulugu. 3. trükk. NSV Liidu Teaduste Akadeemia Kirjastus. 1947. 295 lk. VII peatükk, lk. 170—213.

B. E. RAIKOV, Ülevaade geotsentrilise maailmavaate ajaloost Venemaal. Vene loodusteaduse minevikust. 2. trükk. Moskva-Leningrad. NSV Liidu Teaduste Akadeemia Kirjastus. 1947. 392 lk. IX—XII ptk., lk. 214—376.

G. A. TIHHOV, Planeet Marss. 1948. 24 lk. Kasahhi NSV Teaduste Akadeemia Kirjastus.

V. G. FESSENKOV, Päikesesüsteemi kosmogoonia. NSV Liidu Teaduste Akadeemia Kirjastus. 1944. 112 lk.

V. V. ŠARONOV, Marss. NSV Liidu Teaduste Akadeemia Kirjastus. 1947. 180 lk.

G. SPENCER-JONES, Elu teistes maailmades. Gostehizdat. 1947. 176 lk.

Polütehniline Keskraamatukogu

Sisukord

Suur probleem	3
Mis on eluks vajalik?	5
Planeetide perekond	7
Elamiskõlblikud ja elamiskõlbmatud planeedid	9
Planeet Marss	12
Mars'i kliima	14
Mars'i atmosfäär	17
Mars'i taimestik	20
Lõppsõna	21

Vastutav toimetaja H. Seping

Tehniline toimetaja E. Ridala

Ladumisele antud 6. V 1950. Trükkimisele antud 2. VI 1950. Trükiarv 3000. Paber 61:86, 1/16.
Trükipoognaid 1,75. Formaadile 60:92 kohaldatud trükipoognaid 1,6625. Arvutuspoognaid
1,72. MB-04540. Tellimise nr. 3438.

Graafikatööstus „Oktoober“, Tallinn, Tartu mnt. 49.

На эстонском языке

В. В. Шаронов. Есть ли жизнь на планетах

Rbl. 1.—

On avatud eeltellimine

**Eesti NSV Poliitiliste ja Teadusalaste Teadmiste
Levitamise Ühingu**

brošüüridele

1950. aastaks

1950. aastal saavad eeltellijad 45 loengubrošüüri marksismi-leninismi, ÜK(b)P ajaloo, rahvusvahelise olukorra, majandusteaduse, põllumajanduse, tehnika, loodusteaduse, tervishoiu ja teistelt aladelt.

Eeltellimise hind:

kogu aastaks — 45 brošüüri — Rbl. 45.—

$\frac{1}{2}$ aastaks — 20 „ — „ 20.—

Eeltellimisi võetakse vastu kõigis Vabariikliku Raamatukaubanduse Kontori raamatukauplustes üle kogu vabariigi. Raamatukauplused täidavad tellimisi ka posti teel.

1. X.

Rbl. 1.—

A-17346

Баронов, В

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00463212 3