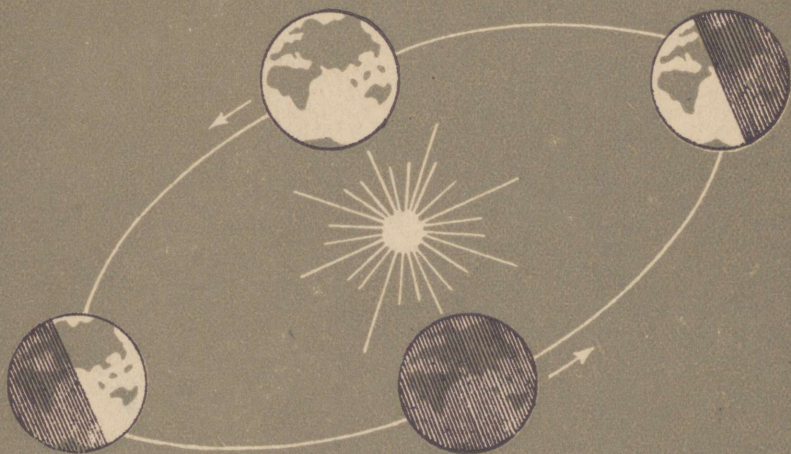


POPULAARTEADUSLIK
SARI

R.V.KUNITSKI

PÄEV JA ÖÖ
AASTAAJAD



* RK „TEADUSLIK KIRJANDUS” *

R. V. KUNITSKI

PÄEV JA ÖÖ
AASTAAJAD



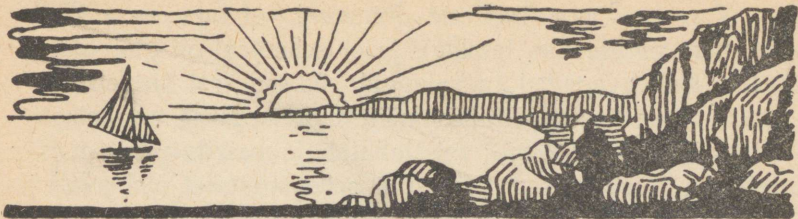
RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“
TARTU, 1948

Tõlgitud venekeelse teose järgi: Проф. Р. В. Куницкий,
День и ночь. Времена года. ОГИЗ Государственное издательство
технико-теоретической литературы, Москва — Ленинград 1946.

Tõlkinud M. Aints.



12976
A-16558



1. Mispärast?

Väga paljuga, mis meid looduses ümbritseb, oleme harjunud juba lapseeas peale. Igaüks meist näiteks on harjunud sellega, et vahete-vahel sajab vihma. Meile näib see niivõrd lihtsana ja harilikuna, et me seeüle ei mõtisklegi: miks see nii on? Ja kui teilt näiteks küsitakse: miks sajab vihma? — mida vastate seepeale?

Muidugi te ütlete, et vihma sajab vihmapiilvedest, et pilved tekivad jõgede, merede ja ookeanide vee aurumisest, koosnevad väikestest veepiiskadest, et need piisad ühinedes muutuvad raskemaks ja langevad vihmana maa peale.

See kõik on õige. Kuid rääkides pilvedest, peab ära seletama, kuidas nad tekkisid värvituist ja kergeist veeaurudest. Mispärast väikesed veepiisad kohe ei lange maa peale, vaid liiguvad pilvede näol õhus? Mis sunnib veeauru kogunema õhus suurteks tilkadeks ja mispärast need tilgad on mõnikord suuremad ja mõnikord väiksemad?

Selleks, et vastata kõigile neile küsimustele, peab valhest läbi lugema vastava raamatu. Sellest raamatust selgub teile, et alles hiljuti on teadlased õigesti seletanud, kuidas tekib vihm.

Varemini aga mõtlesid inimesed, et taevas on kõva (kumera katuse, lae taoline), ja et selle peal on alati palju vett. Kui avanevad taevaluugid, siis see vesi langeb vihmana maa peale. Piiblis näiteks räägitakse «kindlast» (s. o. kindlast taevast), mis lahutab taevased veed mais-test, ja veeuputusest, mis tuli sellepärast, et olid avatud «taevased allikad» (s. o. taevaavaused).

Võiks tuua rohkemgi selliseid näiteid, millest selgub, et näiliselt kõige lihtsamad ja harilikumad nähtused seletatakse sageli hoopis valesti.

Selles väikeses raamatus püüame vastata kahele küsimusele — miks vaheldub päev ööga ja öö päevaga ja miks muutuvad aastaajad. Sellega seoses tuleb vastata mõningaile teistelegi küsimustele.

2. Mis on hämarik?

Igaüks teab, et kaua enne päikesetõusu koidab. On nii, et päikesetõusuni on veel tund või enamgi, aga taevas juba koidab. Milles seisneb põhjus? Kas taevas ise heleben või valgustab teda Päike? Ja kas saab valgustada taevalaotust, kui tegelikult kindlat taevast ei ole?

Selgub, et saab. Sest Maa on ümbritsetud paksu õhukihiga — õhkümbrisega. See õhkümbris helendabki päikesetõusu eel ning pärast päikeseloojangut ja sellest tingitult ongi Maa peal koit ja eha. Õhkümbris ehk atmosfäär valgeneb sellepärast, et teda valgustavad veel tõusmata või juba loojenenud Päikese kiired. Inimesed ei mõistnud seda kaua aega ja andsid koidule ja ehale väärast seletust.

Mõeldi, et päevavalgus ja päikesevalgus olelevad kumbki omaette. Arvati, et kui tõuseb Päike, siis tugevneb päevavalgus, saab päikesevalgusest lisa, mitte aga

täielikult ei teki temast. Nii ebaõigelt arutlesid ka inimesed, kes kirjutasid piibli. Näiteks piibli jutustuses maailma loomisest jumala poolt kuue päevaga räägitakse, et juba esimesel päeval, loonud taeva ja maa, lahutas jumal valguse pimedusest ja päevad vaheldusid öödega. Päike aga loodi alles neljandal päeval, s. o. siis, kui juba päeva ja öö vaheldus pidi olema toimunud kolm korda.

Nüüd teame, et taevas särab nii enne päikesetõusu kui ka pärast seda ainuüksi Päikese valgusest. Poleks Päikest, ei oleks ka päeva ega hämarikku.

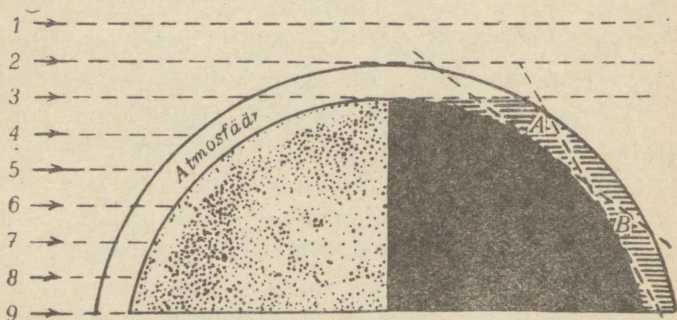
Et selgesti kujutada hämariku tekkimise põhjust, peame meelde tuletama, et Maa kujutab enesest suurt kera. Kui see nii on, siis on selge, et päikesekiired võivad valgustada vaid üht poolt maakerast. Sel maakera valgustatud poolel on siis päev, aga teisel, valgustamata poolel — öö. Inimesed, olles valgustamata maapoolel, ei näe Päikest sellepärast, et viimane jääb Maa kumeruse taha. Päike jääb neile, nagu räägitakse, «allapoole horisonti», s. o. madalamale joonest, kus taevas näib maaga ühinevat.

Kuigi Päike, olles allpool vaatepiiri ehk horisonti, ei valgusta Maa peal asuvaid inimesi, valgustab ta siiski nende pea kohal kõrgele üle maapinna ulatuvat õhku. Muidugi sünnib see ainult neil juhtudel, kui Päike ei asetse liiga madalal allpool vaatepiiri, s. o. siis, kui ta peab varsti tõusma või on alles hiljuti loojenenud. Samal viisil on seletatav ka see asjaolu, et mägede läheduses elavad inimesed võivad sageli vaadelda, kuidas selge ilmaga, kui Päike end peidab juba vaatepiiri taha, on mäeharjad siiski veel mõnda aega päikesekiirtest valgustatud.

Et paremini mõista, kuidas see kõik sünnib, vaadake joonist 1. Sellel on kujutatud üks osa maakerast, mille vasak pool on valgustatud päikesekiirtest; kiired on kujutatud joonisel 9 noolekesega (tegelikult langeb neid Maa

peale lugematu hulk). Maakera on ümbritsetud atmosfääri-ga, mille ülemine piir on näidatud joonisel.

Joonisel on näha, et mitte kõik Päikesest tulevad kiired ei valgusta maad. Päikesekiired, mis tulevad 1. ja 2. noolekese vahelt, ei valgusta Maad ega õhkümbrist, atmosfääri. Kiired, mis tulevad Päikesest 2. ja 3. noolekese vahelt, ka ei valgusta Maad, küll aga valgustavad atmosfääri. Kuid kiired, mis tulevad Päikesest allpool kolmandat noolekest, juba valgustavad Maad.



Joonis 1. Hämariku tekkimise põhjuste selgitus. Noolekesed joo-nise vasemas osas näitavad päikesekiirte suunda.

Kui te asetsete valgustatud Maa poolel, siis võite näha Päikest ennast. Kuid oletame nüüd, et Päike on juba loo- jenenud ja kohal A (joonis 1), kus te praegu asute, pole enam päikesevalgust. Kuid ülal olevat õhku, valgustatud 2. ja 3. noolekese vahelt tulevate päikesekiirtega, võite veel näha ja sellepärast paistab osa taevast teile veel valgustatuna; see ongi hämarik (asukohas A võite näha kõike, mis asub kõrgemal punkteeritud joonest, mis on tõmmatud joonisel läbi selle koha).

Teine asi, kui teie asute veidi kaugemal valgustatud maapinnast, näiteks asukohas B (joonis 1). Sel puhul teie

võite samuti näha vaid seda, mis asub kõrgemal punkteeritud joonest, tõmmatud läbi selle koha. Käesoleval juhul ükski päikesekiir ei lange teile nähtavale atmosfääri osale. Sellepärast, asudes kohal B, teie näete kogu taevast tumedana, teid ümbritseb öö. Sellega ongi seletatav hämarik.

3. Kuidas jõuti selgusele, et Maa on kerataoline?

Rääkides hämariku tekkimisest, nimetasime Maa kerataolist kuju. Et Maa on kerataoline, sellest on kuuldud, kuid kaugeltki mitte kõik ei või vastata küsimusele: kuidas seda tõestada? Kui Maa on tõesti ümmargune, kuidas siis inimesed elavad ta pinnal ja ei kuku kuhugi temalt?

Vastame esialgu küsimusele, miks inimesed ei kuku Maa pealt.

Maa on väga suur. Ta läbimõõt on pisut vähem kui 13 000 km. Maa tõmbab suure jõuga enda külge (nagu magnet rauda) kõiki esemeid, mis asetsevad ta pinnal ja selle kohal. Me teame kõik hästi, kui kardetav on kukkuda maja katuselt või kõrgelt puult. Maa tõmbab meid nii suure jõuga, et kukkudes temale ka üsna madalalt, võime end vigastada.

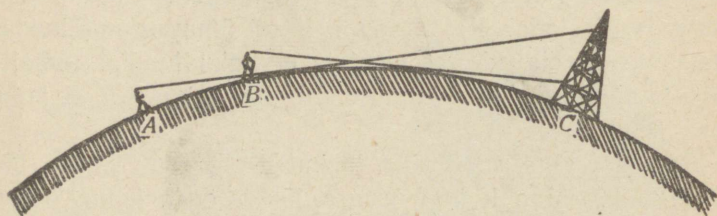
Visake kivi üles, see langeb tagasi. Isegi püssikuul alt üles lastuna langeb tingimata maapinnale, kuigi eemaldub tast esialgu kiiresti suure kauguseni. Aga et kuul (või mõni teine ese) tõesti võiks lennata Maalt ära, peame andma talle tohutu liikumiskiiruse — ligi 700 km minutis. Vastasel korral Maa külgetõmbejõud sunnib kuuli uuesti maapinnale tagasi kukkuma.

See ongi põhjus, miks inimesed võivad elada Maa kerataolise pinna igal küljel ja ei kuku temalt kuhugi.

Püüame nüüd tõestada, et Maa kujutab enesest tõesti kera. Seda võib tõestada mitmel viisil.

Üks esimesi nähtusi, mida inimesed juba muiste on täheldanud ja mis sundis neid Maa kerataolisust oletama, seisneb järgmises. Kui sõita merel või käia üsna lagedal ja siledal maastikul, lähenedes mõnele linnale, siis tulevad esialgu nähtavale linna kõrgeimate ehitiste tipud, järgnevalt kerkivad aegamööda vaatepiiri alt linna ülejäänud ehitised. See saab olla aga ainult juhul, kui Maa on kumer.

Vaadake joonist 2. Kui inimene seisab asukohas A ja vaatab kõrget ehitist asukohas C, siis Maa kumeruse tõttu näeb ta ainult ehitise kõige ülemisemat osa. Kui ta lähe-



Joonis 2. Kuidas täheldada Maa kumerust?

neb ehitise suunas kohani B, näeb ta seda ehitist kuni aluseni. (Midagi säärast poleks juhtunud lamedal Maal: igast kaugusest oleksime näinud teatavat ehitist tipust aluseni. Maa näib meile lamedana vaid seepärast, et ta on väga suur ja osalt seepärast, et me harva sõidame merel ja veel harvemini kõnnime täiesti tasasel pinnal, kus meid ei sega künkad, puud ja ligilähedased ehitised, mis varjavad me eest vaatepiiri.

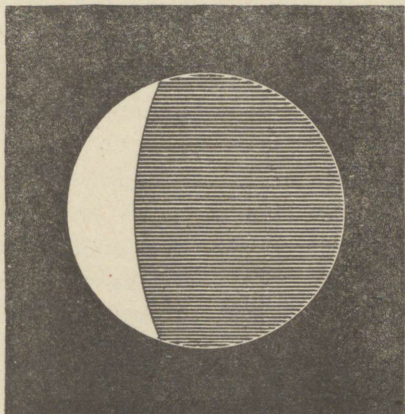
Teiseks tõestuseks Maa kerataolisusele on see, et on võimalik sooritada reisi ümber Maa.

Tänapäeval on sõit ümber maakera üsna hõlpus. Viimasel ajal on mitu korda selliseid reise tehtud isegi õhuteedpidi — lennukitel.

Kuid 500 aastat tagasi, kui kuulus meresõitja Christoph Kolumbus, kes avastas Ameerika, pidas maa-keraga ümmarguseks ja otsustas purjetada ümber Maa, siis naersid katoliku mungad ta välja.

Selge on, et kui on võimalik sõita ümber Maa, siis peab ta olema ümmarguse kujuga.

Ka hämariku olemasolu, mille tekkimise põhjustest me juba rääkisime, võib olla oma olemuselt Maa kerataolisuse



Joonis 3. Kuuvarjutus. Kuu kettal on näha Maa varju serv.

tõestuseks. Kui Maa oleks lame, saabuks Päikese loojenemisel kohe pimedus ilma hämarikuta.

Lõpuks on veel üks, kuigi harva esinev loodusenähtus, mida pidasid ümberlökkamatuks tõestuseks Maa kerataolisusele juba õige muistsed õpetlased, kes elasid enam kui 2000 aastat tagasi. See on — kuuvarjutus.

Juhtub nii, et selgel kuupaistesel ööl, mil Kuu on täisfaasis (s. o. täiskuu ajal), hakkab Kuu vasak äär korraga tumenema. Veidi hiljem võime selgesti näha, et heledale kuukettale ilmub vasakult kumera servaga tume vari. See

vari katab järk-järgult ikka suurema osa Kuust. Seejuures jääb varju äär kogu aeg kumeraks (joonis 3).

Miks siis tumeneb Kuu ja mida kujutab enesest vari, mis katab ta pinda?

Harimatud inimesed vaatasid alati hirmuga kuuvarjutust. Nad mõtlesid, et looduses sünnib mingi katastroof, mille tagajärjel võib Kuu kaduda või juhtuda midagi veelgi halvemat. Õige küll, nende hirm möödus pea, sest tume vari, mis kattis Kuu kas tervelt või osaliselt, hakkas vähenema ja kolm tundi pärast varjutuse algust säras Kuu taevas endiselt.

Teadlased taipasid juba ammu, mis sünnib Kuuga varjutuse ajal. Nad teadsid, et Kuu liigub ümber Maa kauguses, mis on umbes 30 korda suurem Maa läbimõõdust. Liikudes nõnda, satub Kuu aeg-ajalt Maa varju, mida see enesest heidab Päikese seisule vastassuunas. Kuu ise pole suur. Ta läbimõõt on Maa omast ligi neli korda väiksem. Seepärast võib Kuu sattuda tervena Maa varju ja sel juhul toimubki nn. täielik kuuvarjutus.

Mõnikord aga Kuu ainult riivab Maa varju. Sel juhul ta ei tumene täielikult ja kuuvarjutust nimetatakse osaliseks.

Kuid kõikidel neil juhtudel, kus Kuu satub Maa varju või sellest väljub, võib varju kuju järgi otsustada Maa enese kuju üle. Ja nagu öeldud, on Maa varju serv alati olnud kumer. See tähendab, et Maa peab omama tingimata kera kuju, sest ainult kera võib anda enesest varju, mille servad on alati kumerad. Nii harva, kui kuuvarjutused ka esinevad, võib neid samas kohas maakeral näha keskmiselt peaaegu igal aastal.

2. Kuidas tekib öö ja päeva vaheldus?

Ütleme sageli: Päike tõusis, Päike on kõrgel taevas, Päike loojenes. Kas siis Päike tõesti liigub taevavõlvil, kerkides hommikutundidel ülespoole ja laskudes õhtutundidel jälle vaatepiirini, või näib see meile ainult, et ta liigub, tegelikult ehk liigub Maa ja meie ühes temaga?

Mitte väga ammu (aastat 400 tagasi) arvasid inimesed, et Maa püsib paigal ja Päike liigub. Kuid nüüd me teame, et see pole nii.

Tõepoolest raske oleks oletada, et hiiglaslik Päike, oma mahult enam kui miljon korda Maast suurem, võiks liikuda ümber Maa.

Kui meie kujutleksime Maad hirsitera-suurusena, siis Päike paistaks selle kõrval inimese pea suuruse kerana. Nii suur on Päike. Seejuures on ta nii kuum, et isegi rasketisulavad ained (näiteks raud) esinevad temal gaasilises olekus. Tänu asjaolule, et Maa asub Päikesest ligi 150 miljoni km kaugusel, päikesekiired ainult soojendavad Maa pinda, kuid ei põleta teda tuhaks.

Et aga ööpäeva jooksul teha ring ümber Maa, peaks see hiiglaslik Päike liikuma kolossaalse kiirusega, lennates enam kui 10 000 km sekundis. Kas ei oleks targem eeldada, et Päike jääb liikumatuks, Maa aga, pööreldes ümber oma telje, keerab Päikese poole oma igat külge. Kõik, kes on sõitnud raudteel, tunnevad hästi illusiooni, et liikuvalt rongilt vaadates näib, nagu liiguksid puud, ehitised ja kõik teised esemed kiiresti rongi liikumise vastasuunas. Ükski meist ei eksi sealjuures ega arva, et seisab rong ja liiguvad puud ja ehitised. Kuid pööreldes ühes Maaga ja vaadates liikumatut Päikest, mis oma kaugusest ei paistagi meile nii suurena, võime eksida ja pidada Maa liikumist Päikese liikumiseks.

Kui 400 aastat tagasi suur teadlane Nikolaus Kopernikus kirjutas raamatu, milles ta tõestas, et Päikese näilik liikumine taevavõlvil tuleneb Maa pöörlemisest, ei tahtnud teda keegi uskuda ja Rooma paavst keelas selle raamatu kui ristiusele vasturääkiva.

Piiblis esineb jutustus sellest, kuidas keegi heebrea väejuht Joosua Nuuni poeg nähes, et ta ei jõua enne pimeduse tulekut lüüa oma vaenlast, käsutas Päikese taevavõlvil seisma, lükates seega öö alguse edasi. Toetudes sellele piibli legendile lükkasid katoliku vaimulikud ümber Kopernikuse õpetuse Maa pöörlemisest. Selle legendi kohaselt ei käsutanud ju Joosua peatuma mitte Maad vaid Päikest.

Kopernikuse õpetuse järgi, mille õigsust teadus hiljem ümberlökkamatute tõestustega kinnitas, pöörleb Maa ööpäeva jooksul üks kord ümber oma telje, mis läbib tema põhja- ja lõunapooluse. See telg on muidugi ainult kujutletav.

Kui te võtate kummipalli või, veel parem, piljardikuuli ja panete ta tugevasti laual pöörlema, siis pöörleb ta mõnda aega edasi. Palli pöörlemise telg nagu Maa pöörlemise telgki on kujutletav, kuid vaadates pöörlevat palli pole raske märgata ta pealmisel pinnal punkti, mille läbib ta telg. Pall muidugi lakkab varsti pöörlemast, sest ta hõõrdub lauapinna vastu. Maa aga pöörleb maailmaruumis, puutumata kokku ühegi teise kehaga. Tema pöörlemine toimub hõõrdumiseta ning pole põhjust, mis pöörlemise peataks.

Kui Maad ümbritsevas maailmaruumis puuduksid teised taevakehad — Päike, tähed ja Kuu, siis ei märkaks me Maa pöörlemist. Nüüd aga, kuigi me ei taju, et Maa pöörleb, näeme, et taevakehad nihkuvad kõik ühes ja samas suunas — idast läände. Tõeliselt on see aga Maa ise, mis pöörab end vastassuunas — läänest itta.

Nii sünnibki päeva ja öö vaheldus Maa pöörlemisest ümber oma telje; üks ja sama koht maapinnal on kas pöördunud Päikese poole ja valgustatakse ta kiirtest, või on Päikesest ära pöördunud. Vaadake joonist 1, kus päikesekiired langevad maakerale vasakult. Seetõttu on vasakul, päikesekiirtega valgustatud maakera poolel päev, paremal — valgustamata poolel — öö.

5. Kuidas tõestati Maa pöörlemine?

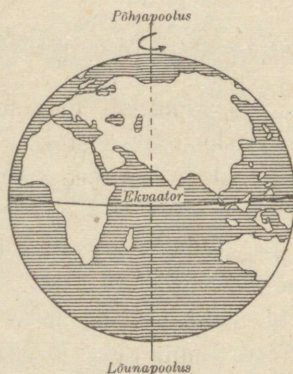
Et Maa tõesti pöörleb ümber oma telje, võib tõestada mitmel viisil. Kui õpetlased olid täpselt mõõtnud Maa, selgus, et ta ei oma täiesti korrapärase kera kuju, vaid on pooluste kohalt pisut lapik. See avastus ei olnud aga sugugi ootamatu, sest juba tunduvalt varem tõestas kuuluse inglise matemaatik *Newton* oma arvestuste põhjal, et pöörlemise tõttu peab Maa olema tingimata lapik. See on seletatav tsentrifugaaltungi mõjuga Maale.

Sidudes nõõri otsa kivi ja teisest otsast nõõri kiiresti keerutades tõmbub nõõr õige tugevasti pingule ja mõnikord isegi katkeb. See on seletatav kivile mõjuva tsentrifugaaltungiga, mis tekkis kivi tiirlemisel. Vankri ratta külge kleepunud poritükikesed paiskuvad ratta pöörlemisel kaugemale eemale sellesama tsentrifugaaltungi mõjul.

Maakera oma pöörlemise tõttu allub samuti tsentrifugaaltungi mõjule. Õige küll, Maa pöörlemise kiirus pole nii suur, et see jõud võiks lõhustada Maa osadeks. Siiski, arvestuste järgi peab Maa väline kuju selle jõu mõjul osaliselt muutuma, nimelt veidi laienema risti oma pöörlemisteljele, samal ajal end kokku surudes piki seda telge.

Joonisel 4 on kujutatud Maa, mille pöörlemistelg on tõmmatud ülalt alla. See telg, nagu teame, läbib Maa põhja- ja lõunapooluse. Mõlemad poolused on liikumatud,

kuna kõik ülejäänud kohad maapinnal pöörlevad seda suurema kiirusega, mida kaugemal nad asuvad poolustest. Kõige kiiremini liiguvad kohad nn. ekvaatoril — ringjoonel, mis on täpselt samal kaugusel mõlemast poolusest jagades Maa kaheks poolkeraks — põhja- ja lõunapoolkeraks. Kohad ekvaatoril nihkuvad edasi kiirusega umbes 30 km minutis. Piki ekvaatorit ongi Maakera laienenud



Joonis 4. Maakera pöörlemistelg läbib põhja- ja lõunapooluse.

tsentrifugaaltungi mõjul, samal ajal aga poolustel kokku surutud.

Kui Maa suurus oli täpselt mõõdetud, ilmnes, et Maa läbimõõt ekvaatoril on 43 km võrra pikem põhja- ja lõunapooluse vahemaast. See on muidugi väga väike vahe ja Maa täpsel joonestamisel on see lapikus silmaga tabamatu. Kuid see asjaolu tõestas täiesti Newtoni arvestuste õigsuse Maa lapikuse kohta.

Muuseas, kas võite arvata, mis juhtuks, kui oletada uskumatut sündmust, et Maa lakkaks pöörlemast ümber oma telje? Tsentrifugaaltung kaoks ja vesi ookeanidest,

mis Maa pöörlemisel püsib ekvaatori kumerusel, voolaks kokku pooluste juurde.

Juhtuks nii, et Maa peale jääks vaid kaks suurt ookeani: Põhja- ja Lõuna-Ookean, kuna kogu vahepealne osa muutuks üheks suureks mandriks, mis ringina vöötaks Maad.

On veelgi mitmeid Maa pöörlemise tõestusi. Neist kõige näitlikum on antud prantsuse füüsiku Foucault' (fukoo) poolt ligi 100 aastat tagasi.

Ühes kõrges Pariisi hoones, mille sisemine kõrgus ulatus ligi 70 meetrini, riputas Foucault pika traadi otsa ligi 30-kilogrammise raskuse. Sellest kujunes seadeldis, mis kannab pendli nimetust. Kuid see pendel erines veidi meile kõigile tuntud seinakella pendlist. Vahe on selles, et seinakella pendel võngub ainult ühes suunas, aga Foucault' konstrueeritud pendel võiks võnkuda igas suunas, kuna raskus oli riputatud traadile.

Teadus on kindlaks teinud, et iga pendel, kas nii suur, nagu selle ehitas Foucault või väiksem, koosnev lühikesest niidist ja väikesest raskusest selle otsas, püüab võnkuda kogu aeg selles suunas, millises ta algul liikuma tõugati. Pendel säilitab oma võnkumise suuna ka juhul, kui alust, mille külge ta on riputatud, pöörata kas ühele või teisele poole.

Foucault sai aru, et kasutades seda pendli omadust, võib tõestada Maa pöörlemist, sest hoone ja selle lagi, mille külge Foucault kinnitas oma pendli, võtavad osa Maa pöörlemisest, pendel aga, kui ta on juba võnkuma pandud, avaldab sellele pöörlemisele vastupanu ja püüab võnkuda endises suunas. Järelikult, niipea kui hoone, milles võngub pendel, pöördub ühes Maaga tunduva nurga võrra, peab pendel muutma oma liikumise suunda hoone suhtes.

Aastal 1851, mil Foucault esmakordselt korraldas oma katse, tõestusid tema arvestused hiilgavalt: juba mõni minut pärast pendli liikumapanemist märkasid kõik juuresolijad, et pendli võnkumise suund hakkas muutuma. Ei olnud mingit kahtlust, — see oli tulemus, mille põhjustas Maa pöörlemine.

Milleks Foucault, korraldades oma katset, kasutas nii suurte mõõtmetega pendlit? Esiteks, mida suurem pendel, seda kergem on märgata tema liikumise suuna muutmist. Teiseks võib suur pendel võnkuda võrdlemisi kaua, kuna väike samal ajal lakkab varsti võnkumast, sest ta on liiga tundlik õhu pidurdavale vastupanule.

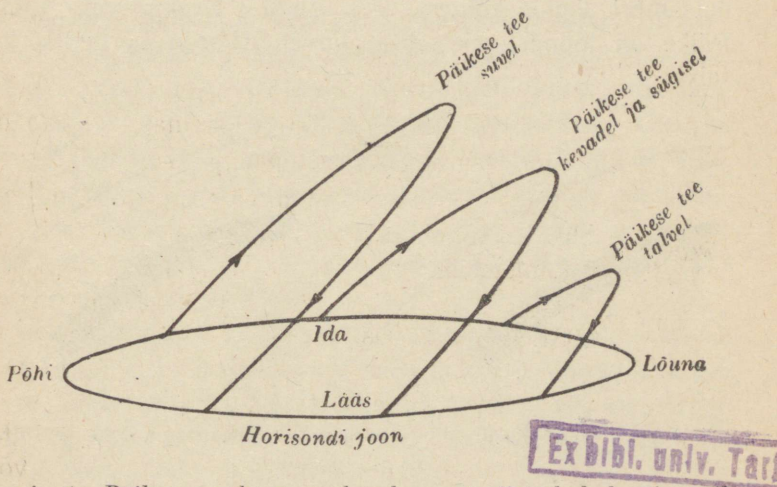
Foucault' katset on korraldatud paljusid kordi mitmesugustes kohtades Maal ja igal juhul veendusid need, kes seda katset toimetasid, oma silmaga Maa pöörlemise olemasolus.

Aastal 1931, s. o. 80 aastat pärast Foucault'd, korraldati tema katset Leningradis endises Iisaku katedraalis veel suuremates mõõtudes. Pendli traadi pikkus oli 98 m ja koormise raskus 60 kg. Üheks võnkeks vajas see hiiglapendel 20 sek. Juba pärast kolme-nelja võnget võis enamik juuresolijaist (neid oli ligi 7000 inimest!) täheldada, et pendel muutis veidi oma liikumise suunda Maa pöörlemise vastassuunas.

6. Miks on suvel soojem kui talvel?

Teame väga hästi, et Päike igal aastaajal käitub erinevalt. Suvel tõuseb ta vara, käib kõrgelt taevavõlvil ja loojeneb hilja. Talvel, ümberpöörduvalt, näitab Päike end hilja vaatepiiril ja sooritanud madala ja lühikese teekonna, loojeneb varakult. Suvel on päev pikk ja öö lühike; talvel — päev lühike ja öö pikk. Kevadel ja sügisel erinevad öö ja

päeva kestus teineteisest vähe. Kuidas seda kõike seletada? Teame ju, et päeva ja öö vaheldus, s. o. Päikese tõus ja loojenemine on tingitud Maa pöörlemisest ümber oma telje. Kas ta siis ei pöörle aasta läbi ühtemoodi? Aga võib-olla öö ja päeva kestus sõltub veel mingist muust põhjusest?



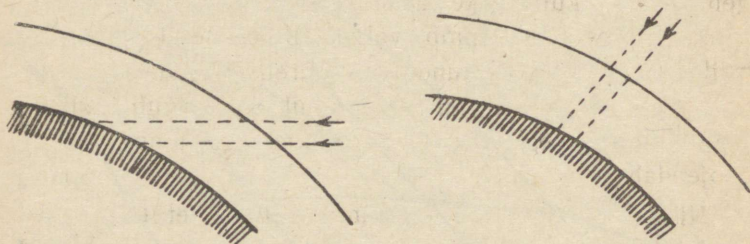
Joonis 5. Päikese nähtav teekond vaatepiiri kohal erinevail aastaegadel.

Et seda selgitada, eritleme täpsemalt, kuidas käitub Päike erinevail aastaegadel ja missugune seos on Päikese ja ilmamuutuste vahel.

Nii suvel kui ka talvel tõuseb Päike idast ja loojeneb läände, keskpäeval aga on ta kõige kõrgemal lõunas. Kuid suvel tõuseb Päike ida ja põhja vahelt, s. o. kirdest ja loojeneb lääne ja põhja vahele, s. o. loodesse. Seetõttu on tema nähtav teekond taevavõlvil pikk ja kulub palju aega, enne kui ta jõuab lõunasse; selle aja jooksul jõuab Päike tõusta kõrgele. Talvel tõuseb Päike ida ja lõuna vahelt,

s. o. kagust, ja loojeneb lõuna ja lääne vahele, s. o. edelasse. Tema teekond taevavõlvil on lühem kui suvel. Lõunasse jõuab Päike võrdlemisi lühikese ajaga ja ei jõua tõusta kuigi kõrgele (vt. joonis 5).

Võtame näiteks Moskva. Suvel on Moskvast juuni lõpul Päike pealpool horisonti ligi $17\frac{1}{2}$ tundi, talvel aga, detsembri lõpul, kõigest $6\frac{1}{2}$ tundi. Keskpäeval, millal Päike on lõunas, asetseb ta suvel 5 korda kõrgemal kui talvel.



Joonis 6. Päikesekiirte tee maapinnani Päikese madala ja kõrge asendi puhul.

Pole raske mõista, et Päikese erineva käitumise tõttu suvel ja talvel ongi talvel külm ja suvel soe. Suvel ju valgustab Päike maapinda tunduvalt kauem. Aga päikesekiired ei anna Maale mitte ainult valgust, vaid ka soojendavad teda.

Kuid veel suuremat tähtsust omab kõrguse vahe Päikese teekonnas pealpool horisonti. Kui Päike seisab madalal taevavõlvil, tuleb tema kiirtel läbistada paks õhukiht, mis ei nõrgesta mitte ainult ta valgust, vaid peab kinni ka tema kiirte soojust. Peale selle ei lange sel puhul päikesekiired mitte otse maapinnale, vaid längu, justkui libistudes maapinda mööda. Kõige selle tagajärjel soojendavad päi-

kesekiired Päikese madala asendi puhul väga vähe maapinda.

Hoopis teisiti on siis, kui Päike asub kõrgel. Siis läbis-tavad päikesekiired võrdlemisi õhukese õhukihi ja langevad maapinnale peaaegu püstloodis. Seetõttu soojendavad nad tugevasti maapinda.

Vaadake joonist 6. Vasakul näidatakse, kuidas päikesekiirte kimp langeb Maale, kui Päike asub madalal taeva-võlvil. Paremal on näidatud päikesekiirte kimp, mis lan-geb Maale, kui Päike asub kõrgel taevavõlvil. Üks ja sama päikesekiirte kimp valgustab esimesel juhul (kui Päike asub madalal) tunduvalt suuremat pindala ja läbis-tab paksema õhukihi kui teisel juhul. Siit selgub, miks tal-vine Päike peaaegu ei soojenda, suvel aga, ümberpöördukt, soojendab väga tugevasti.

Nii seletuvadki talvised külmad sellega, et Päike talvel on lühikest aega pealpool horisonti ja tema kiired peaaegu ei soojenda Maad. Suvel aga, ümberpöördukt, on Päike pealpool horisonti kaua ja ta kiired soojendavad tugevasti Maad. Sellepärast ongi suvel soe.

7. Miks tõuseb Päike suvel kõrgemale kui talvel?

Nagu öeldud, näib meile Maa pöörlemise tõttu ümber oma telje läänest itta, et Päike liigub taevavõlvil vastas-suunas, s. o. idast läände, ja kõik teised taevakehad — Kuu ja tähed — liiguvad taevavõlvil samas suunas, samal põhjusel.

Osutub siiski, et peale näiva, kõikidele taevakehadele ühise liikumise omab Päike veel teist, palju vähem mär-gatavat liikumist. Ja nimelt selle teise liikumise tagajär-jel soojendabki Päike Maad igal aastaajal erinevalt.

Juba vanaaja õpetlastel õnnestus selgitada, et Päike liigub taevas aeglaselt ühe tähtkuju juurest teise juurde ja sooritab ühe aasta jooksul terve ringi, saabudes jällegi samale kohale, kus ta oli täpselt aasta tagasi.

Võidakse küsida, kuidas saab jälgida Päikese liikumist tähtede keskel, kuna tähed ja Päike pole üheaegselt nähtavad?

Ilmneb, et selleks pole tarvis neid tingimata üheaegselt näha.

Enne kui seletada, kuidas seda teha, tähendame siinkohal, et tähed ise (välja arvatud erilised taevakehad — planeedid, mis paistavad nagu tähed ja millest jutustame allpool) ei muuda märgatavalt oma asendit üksteise suhtes, s. o. iga täht asub alati ühel ja samal kaugusel teistest tähtedest. Seetõttu jääbki tähtede vastastikune paigutus taevas muutumatuks paljude aastate jooksul ja ainult väga täpsete riistade abil on õnnestunud teadlastel avastada olemasolevaid tähtsusetuid muutusi tähtede vastastikusel asetuses.

Veenduda aga selles, et Päike tõesti liigub tähtede keskel, võib mitmel viisil. Näiteks võib päevast päeva samadel öhtutundidel märkida, missugused tähed on nähtavad läänetaevas peale Päikese loojenemist. Ilmselt ongi nad just need tähed, millede lähedal asub Päike. Osutubki, et erisugustel päevadel aastas on läänetaevas samadel öhtutundidel nähtavad isesugused tähed. Seejuures pole muidugi ka tähistava üldpilt ühesugune.

Nii näiteks tähed, mis kevadel on nähtavad läänetaevas, on sügisel nähtavad idataevas. Tähed, mida näeme kevadel lõunataevas, pole sügisel kas üldse nähtavad või on nähtavad põhjataevas. See kõik räägib silmanähtavalt sellest, et Päikese asukoht tähtede seas muutub aasta jooksul.

Et uurida Päikese aastast teekonda tähtede keskel, jälgisid teadlased mitte ainult öise taevapildi muutusi, s. o. tähtede seisu, vaid teostasid Päikese asendi täpseid määramisi ka päeval. Kõige selle tagajärjel õnnestus täpselt kindlaks teha, missuguste tähtede lähedust läbib Päikese aastane teekond kevadel, suvel, sügisel ja talvel.

Nii ilmneski, et suvel asub Päike nende tähtede läheduses, mis tõusevad kõrgele lõunataevasse ja sooritavad pika teekonna taevavõlvil. Talvel, vastupidi, asub Päike nende tähtede läheduses, mis teevad lühikese teekonna vaatepiiri kohal ja asuvad madalal isegi siis, kui nad on nähtavad lõunataevas. Sellega seletuvadki iseärasused Päikese ööpäevateekonna muutustes, sest kui Päike ei muudaks oma asukohta tähtede keskel, siis ta sooritaks aasta jooksul iga päev sama teekonna.

8. Millest tekib Päikese aastane liikumine tähtede keskel?

Vanaaja õpetlased, kes avastasid, et Päike liigub tähtede keskel, arvasid, et Päike tõesti teeb aasta jooksul ringi ümber Maa. Vaadeldes Maad kui keskust ja maailma alust, mõtlesid nad, et Maa ümber liiguvad üldse kõik taevakehad. Seejuures sooritas nende kujutluses Päike kaks liikumist: esimene — ööpäevane ühes kogu tähistaevaga, teine — aastane mööda tähistaevast.

Esimene liikumine, nagu me juba teame, on näiline ja seletub Maa pöörlemisega ümber oma telje, teise liikumise põhjustest räägime allpool.

Teistele taevakehadele omistasid vanad õpetlased ise-suguseid, Päikesest erinevaid liikumisi. Nii mõtlesid nad, et tähed omavad vaid üht liikumist ümber Maa: nad teevad ööpäeva jooksul ühe ringi ümber Maa. Kuule ja

mõningaile teistele tähtedele, nn. planeetidele, mis muut-
sid märgatavalt oma asukohta tähistaeval, omistasid nad
peale ööpäevase teekonna ümber Maa veel teise aeglase
liikumise, mis on sarnane Päikese aastase teekonnaga.
Arvati, et Kuu teeb ühe ringi ümber Maa veidi vähema
kui kuu aja jooksul, planeedid aga mitmesuguste vahe-
aegadega — ühest aastast kuni 30 aastani.

Taevakehade liikumiste keerukus ja mitmekesisus sun-
dis vanu õpetlasi andma neile liikumistele väga raske-
päraseid seletusi. Eriti raske oli seletada planeetide liikumist,
sest need liiguvad tähistaeval väga keerukaid sil-
musetaolisi teid pidi (nagu see näib meile Maalt). Kuna oli
siiski tähtis ette teada Päikese, Kuu ja planeetide asetust
tähistaeval (peaasjalikult meresõidu vajadusteks), tuli
vanadel õpetlastel koostada nende taevakehade liikumiste
tabeleid. See oli väga keerukas töö, kuid siiski tulid nad
sellega toime, aidates seega meresõitjaid meredel ja ookea-
nidel asukohta kindlaks määrata.

Kuid aja jooksul ilmnes, et koostatud tabelid andsid
ebaõigeid planeetide asukohti. Suur töö tuli uuesti teha,
uuesti ümber koostada planeetide tabelid. Kuid ka need
uued tabelid kaotasid varsti nendelt nõutava täpsuse.

Viimaks andis suur õpetlane Nikolaus Kopernikus, kes
seletas Päikese liikumist ööpäeva jooksul sellega, et Maa
pöörleb ümber oma telje, õige, täiesti uue seletuse Päi-
kese aastase liikumise kohta tähtede keskel ja ka keeru-
listele planeetide liikumistele. Oma raamatus näitas Koperni-
kus veenvalt ja selgelt, et kõikide taevakehade liikumised
muutuvad hoopis lihtsamaks, kui eeldada, et planeedid ei
tiirle mitte Maa, vaid Päikese ümber, ja et Maa ise ka
tiirleb ümber Päikese.

Niiviisi ilmneb, et ka teine Päikese liikumine — aastane
liikumine tähtede keskel — on vaid näiline. Tegeli-

kult teeb Maa aasta jooksul ringi ümber Päikese ja seepärast näeme Päikest erinevate tähtede läheduses.

Seda uut Kopernikuse õpetust Maa liikumisest võttis ristiusu kirik vastu väga vaenulikult, sest Kopernikus ei pidanud Maad maailmaruumi tuumaks ega keskuseks, mille ümber liiguvad kõik taevakehad, vaid üheks ümber Päikese liikuvaks planeediks. Ainult Kuud pidas Kopernikus ümber Maa liikuvaks. Nii kaotas Maa Kopernikuse õpetuse järgi oma eelistatud seisukoha universumis. Nagu kõik religioonid, nii vaatles ristiuskki Maad kui jumala poolt loodud eluaset inimesele. Kõik teised taevakehad olid loodud vaid inimese teenindamiseks: Päike valgustamiseks ja soojendamiseks, Kuu — valgustamiseks öösel, tähed — peajasalikult selleks, et ränduritele öösel aidata õiget suunda leida.

Kopernikuse õpetuse levides (tolle aja õpetlaste seas oli palju selle õpetuse pooldajaid) hakkas ristiusu kirik pidama ägedat võitlust selle uue õpetusega. Kopernikus polnud sel ajal enam elus ja temale ei saadud midagi teha, kuid üks tolle aja väljapaistvamaid inimesi — Giordano Bruno, kes, nagu Kopernikuski, õpetas, et Maa liigub, ja arvas, et elu oleleb ka teistel taevakehadel, põletati elusalt tuleriidal aastal 1600 inkvisitsioonikohtu otsusega Roomas.

Teine Kopernikuse järelkäija, suur õpetlane Galilei, mõisteti aastal 1633 Rooma paavsti poolt eluks ajaks vangi.

9. Kuidas tõestada Maa liikumist ümber Päikese?

Oleks väga raske otsustada küsimust, mis millegi ümber liigub — kas Maa ümber Päikese või Päike ümber Maa —, kui Maalt poleks näha ei tähti ega planeete, kas või näiteks seepärast, et taevaskõik on öösiti alati pilves. Koperni-

kus elas noil aegadel, mil polnud olemas veel täpseid uurimisriistu. Seepärast ei võinud tema ega ta kaasaegsed avastada tühiselt väikesi muutusi tähtede asendis, mida põhjustab Maa liikumine. Kuid tänapäeva teadus on selgusel, et niisugused muutused on tõepoolest olemas ja peab neid põhimiseks tõestuseks Maa liikumisele ümber Päikese.

Tehke järgmine katse, mis aitab teil selgusele jõuda Maa liikumise tõestuses.

Minge lagedale kohale ja otsige eemal mõni puu, vabrikukorsten või telefonipost.

Pöörduge näoga vastu puud ja sirutage välja parem käsi ülestõstetud nimetissõrmega.

Sulgege vasak silm ja vaadates ainult parema silmaga nihutage paremat kätt nii, et sõrm kataks puu.

Parema käe asendit muutmata sulgege parem silm ja vaadake ainult vasema silmaga.

Mis sünnib siis?

Ilmneb, et algul, kui vaatasite parema silmaga, kattis teie sõrm puu, siis aga, vaadates vasaku silmaga, ei katanud sõrm enam puud ja osutus temast paremale asetuks. Miks see nii sündis? Teie ise, teie sõrm ega puu sel ajal ei muutnud ju oma asendit.

Vastus on selge: esimesel korral te vaatasite parema silmaga, teisel korral vasemaga. Järelkult vaatasite mitte ühest ja samast kohast, vaid eri kohtadest. Seepärast teile näiski, et sõrm asetus teisale.

Selliseid katseid lähedal- ja eemalseisvate esemetega võite teha niipalju kui soovite, küll lageda taeva all, küll ruumis. Kõikidel juhtudel veendute, et kui kordamööda vaadata kord parema, kord vasaku silmaga, siis lähedalolevad esemed muudavad kaugemate suhtes oma asendit, s. o. kaugemad esemed nagu püsiksid paigal, lähemad aga nihkuvad kõrvale. Vaadake nüüd, kuidas kõik need katsed

aitavad meid mõista seda põhimist Maa liikumise tõestust, millest me siin rääkisime.

Tähed asetsevad Maast ja Päikesest suurtel kaugustel. Need kaugused on palju kordi suuremad vahemaast, mis lahutab Maad Päikesest. Kuid on tähti, mis asetsevad ligemal ja kaugemal. Ja sageli võime leida taevas kaht ligilähedast tähte, milledest üks asetseb meist palju kaugemal kui teine. Kui Päike liiguks ümber Maa ja Maa püsiks liikumatult paigal, ei saaks me kunagi täheldada, et ligemad tähed nihkuvad aasta jooksul kaugemate suhtes. Tõeliselt liigub aga Maa ja mitte Päike, meie vaatame tähti mitmesugustel aastaegadel mitte ühest ja samast kohast, vaid erinevatest kohtadest. Seepärast näibki meile, et ligemad tähed muudavad asendit kaugemate suhtes. Need nihkumised toimuvad väga suure korrapärasusega ja igaüks neist lõpeb, uuesti alustades uut korduvat liikumist täpselt aasta pärast, s. o. siis, kui Maa, teinud täisringi ümber Päikese, tuleb tagasi endisele kohale.

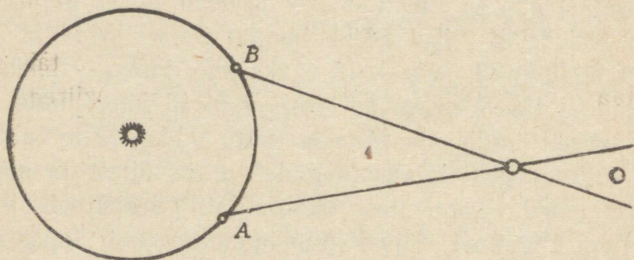
Võrdleme nüüd seda tähtede nihkumist sõrme nihkumisega puu suhtes.

Miks sõrm muutis asendit? Kahel põhjusel. Esiteks seepärast, et vaatasite kord parema, kord vasaku silmaga, s. o. vaatasite eri kohtadest. Teiseks seepärast, et sõrm oli teile lähemal kui puu.

Miks muudavad tähed oma asendit üksteise suhtes Maa liikumise puhul ümber Päikese? Samuti kahel põhjusel. Esiteks seepärast, et meie asume Päikese ümber liikuvale Maale ja mitmesugustel aastaegadel vaatame tähti eri kohtadest. Teiseks — tähti on lähedasi ja kaugteid.

Vaadake joonist 7. Suur ring sel joonisel kujutab teed, mida mööda Maa liigub ümber Päikese aasta jooksul. Väike sõõr selle ringi keskel kujutab Päikest. Joonise parempoolses osas on näha kaht tähte: Üks lähem ja üks kaugem. Kui Maa asetseb joonisel märgitud kohas A, siis

Maa pealt tähti vaadates peaksime nägema lähemat tähte kaugemast tähest vasakul. Kui aga Maa liigub joonisel märgitud kohale *B*, on lähem täht nähtav kaugemast tähest paremal pool. Niisiis, Maa liikumine Päikese ümber põhjustabki seda, et näib, nagu muudaksid lähemad tähed kaugemate suhtes oma asendit.



Joonis 7. Selgitus tähtede nihkumisele, mida põhjustab Maa liikumine ümber Päikese.

Kas on tegelikult täheldatud selliseid tähtede nihkumisi? Me rääkisime juba, et on. Kuid nende nihkumiste avastamine osutus väga raskeks, kuna tähtede kauguse tõttu on need vaevalt märgatavad. Esmakordselt õnnestus seda teha ja mõõta umbes 100 aastat tagasi, s. o. umbes 300 aastat pärast Kopernikuse surma. Kuid viimase aja jooksul on selliseid tähtede nihkumisi avastatud ja mõõdetud mitme tuhande tähe puhul.

On olemas veel teisigi veenvaid tõestusi selle kohta, et Maa tõesti liigub ümber Päikese.

10. Millest tuleneb aastaegade vaheldus?

Niisiis omab Maa kaht erinevat liikumist. Esiteks pöörleb ta ümber oma telje üks kord ööpäeva jooksul. Teiseks teeb ta aasta jooksul ühe ringi ümber Päikese. Esimese

liikumise tagajärjel tekib öö ja päeva vaheldus; teise liikumise tagajärjel, nagu näete alljärgnevalt, tekib aastaegade vaheldus.

Kui Maa liiguks ümber Päikese nii, et ta telg asetuks päikesekiirtele kogu aeg täisnurga all, ei oleks mingit aastaegade vaheldust.

Vaadake joonist 4. Kust ka Päike iganes Maad valgustaks, paremalt või vasemalt, eest või tagant, ei oleks mingit vahet, kui ta kiired langeksid maapinnale täisnurga all Maa teljega. Igal juhul langeksid päikesekiired vertikaalselt maakohale ekvaatoril, kuna pooluste juures puudutaksid nad libamisi maapinda. Igas kohas Maa peal (välja arvatud poolused) kestaks öö Maa pöörlemise tõttu ümber telje 12 tundi ja niisama kaua kestaks ka päev. Päike tõuseks idast ja loojeneks läände, sooritades päevast päeva ühe ja sama tee. Aastaegade vaheldust Maa peal ei oleks.

Tegelikult ei ole see nii.

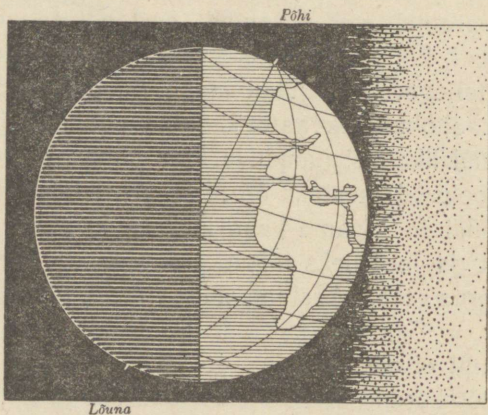
Ainult 2 korda aastas — 21. märtsil ja 23. septembril — langevad päikesekiired Maa peale täisnurga all ta teljega. See tähendab, et ainult kaks korda aastas — kevadel ja sügisel — kestavad päev ja öö 12 tundi, ülejäänud päevadel aastas on kas öö pikem päevast või päev ööst.

Vaadake joonist 8. See kujutab Maad, millele päikesekiired langevad paremalt. Seepärast on paremal Maa poolel päev, vasakul aga öö. Koondage nüüd tähelepanu sellele, kuidas asetub Maa pöörlemistelg. Ta on kallutatud päikesekiirte poole ja sealjuures nii, et ta põhjapoolne osa (joonisel ülemine) on kallutatud Päikese suunas, kuna lõunapoolne osa (joonisel alumine) on kallutatud Päikesest ära. Selle tagajärjel saab põhjapoolne Maa osa tunduvalt enam soojust ja valgust kui lõunapoolne osa.

Vaadake nüüd Maa põhjapoolust. Mitte ainult ta ise, vaid ka suur osa maapinnast ta ümber on valgustatud

päikesekiirtest. Kui palju Maa ka iganes pöörleks, ei põhjapoolusel ega ta lähemas ümbruses ei saaks niisuguse telje asendi puhul ööd olla: kogu aeg kestaks päev.

Piirkondades, mis asetsevad põhjapoolusest rohkem eemal, tekib juba öö ja päeva vaheldus ja pole raske mõista, et siin on päev ööst pikem. Alles ekvaatoril, s. o.



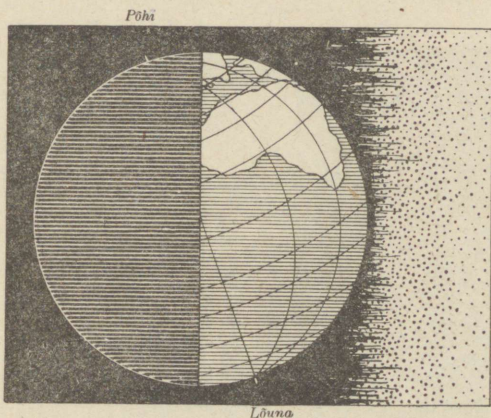
Joonis 8. Maa telje kallak päikesekiirte suhtes juunikuul lõpul.

just Maa kahe pooluse vahe keskkohal on öö ja päeva kestus võrdne.

Midagi muud sünnib aga siis Maa lõunapoolkeral. Lõunapoolus ise, samuti ka ta lähem ümbrus ei ole päikesekiirtest valgustatud. See tähendab, et lõunapoolusel ja ta ümbruses kestab kogu aeg öö. Lõunapoolusest eemal asuvates kohtades vaheldub juba öö päevaga, kuid kuni ekvaatorini on öö päevast pikem.

Kõigest öeldust on kerge mõista, et Maa telje sellise kallaku puhul, nagu see on joonisel 8, on Maa põhjapoolkeral suvi ja lõunapoolkeral talv (talvised kuud lõunapoolkeral on juuni — august).

Vaadake nüüd joonist 9. Seal on ka kujutatud Maa, valgustatuna päikesekiirtest paremalt poolt. Kuid sel korral on Maa pöörlemistelg kallutatud vastassuunas: ta põhjapoolne ots on kallutatud Päikesest ära, lõunapoolne aga on kallutatud Päikesese poole. Põhjapoolus ühes teda ümbritseva maapinnaga on vajunud pimedusse. Seal kestab kogu aeg öö. Põhjapoolusest mõnevõrra eemal



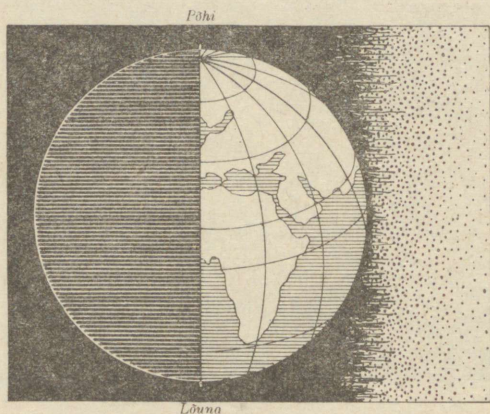
Joonis 9. Maa telje kallak päikesekiirte suhtes detsembri lõpul.

toimub öö ja päeva vaheldus, kuid kõikjal on päev ööst lühem. Põhjapoolkeral on talv, lõunapoolkeral aga on sel ajal suvi. Seal on kas päev ööst pikem või (lõunapoolusel ja ta lähemas ümbruses) kestab kogu aeg päev.

Sellest, kuidas asetub Maa pöörlemistelg päikesekiirte suhtes kevadel ja sügisel, on juba räägitud: päikesekiired langevad Maa pöörlemisteljele täisnurga all. Niisuguses asendis on kujutatud Maa joonisel 10.

Muidugi peab meeles pidama, et ajal, mil Maa põhjapoolkeral on sügis, on lõunapoolkeral kevad, ja vastupidi.

Nüüd vaatame joonist 11. See annab üldpildi Maa telje asendist Päikese suhtes aasta jooksul. Joonise keskel on Päike. Maa tiirlemise tee on kujutatud veidi kõrvalt vaadatuna, mispärast see ei ole päris ümmargune, vaid veidi väljavenitatud. Maa on näidatud neljas asendis: asend 21. märtsil, 22. juunil, 23. septembril ja 22. detsembril. Joonisel on selgesti näha, et igal aastaajal on Maa pöörlemistelg säilitanud sama asendi, kallutatuna



Joonis 10. Maa telje kallak päikesekiirte suhtes märtsi ja septembri lõpul.

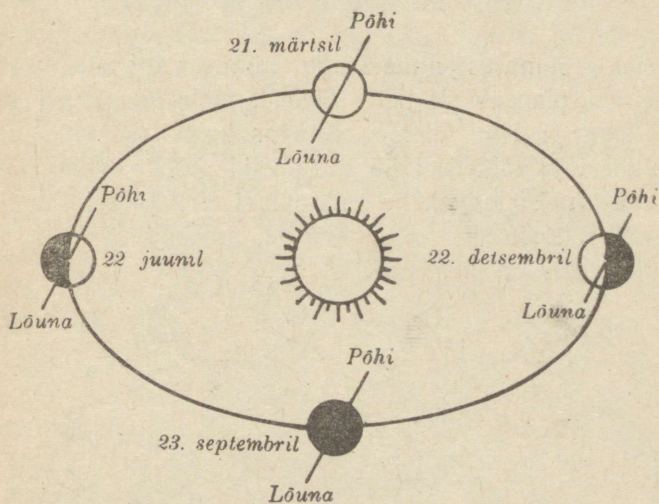
tee suunas, mida mööda Maa liigub ümber Päikese. Just seepärast valgustabki Päike erinevalt kord tugevamini Maa põhja-, kord jällegi lõunapoolkera, s. t. just seepärast toimubki aastaegade vaheldus.

Maa asendi puhul 21. märtsil ja 23. septembril on Maa põhja- ja lõunapoolkera asetatud ühetaoliselt päikesekiirte suhtes (nagu see on joonisel 10).

Kogu maakeral on sel ajal öö ja päev kestusega 12 tundi. 21. märtsil on põhjapoolkeral kevad, lõunapoolkeral

sügis; 23. septembril, vastupidi, on põhjapoolkeral sügis, lõunapoolkeral kevad (joonisel 11 on 21. märtsil nähtav Päikesest valgustatud Maa pool, aga 23. septembril — valgustamata).

Maa asend 22. juunil on sama, mis joonisel 8. Maa põhjapoolkera saab Päikeselt enam soojust ja valgust kui lõunapoolkera. Põhjapoolkeral on suvi, lõunapoolkeral talv.



Joonis 11. Maa telje kallaku muutus Päikese suhtes aasta jooksul.

Lõpuks vastab Maa asend 22. detsembril joonisele 9. Selles asendis Maa põhjapoolkera saab vähem soojust ja valgust kui lõunapoolkera. Põhjapoolkeral on talv, lõunapoolkeral suvi.

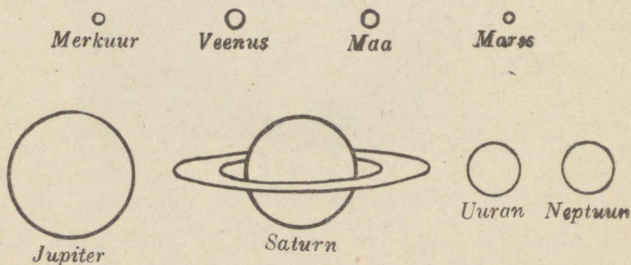
Nii ilmnebki, et aastaegade vaheldus toimub Maa peal seetõttu, et Maa pöörlemistelg on kallutatud tee suunas, mida mööda Maa liigub ümber Päikese. Kui poleks Maa telje kallakut, kui ta asetuks tee suhtes täisnurga all, jääks igas Maa kohas Päikese ööpäevane teekond taeva-

võlvil aasta jooksul muutumatuks. Siis ei oleks kevadet, suve, sügist ega talve. Kogu aasta püsiks üksikuis Maa kohtades enamvähem ühesugune ilm: Maa poolustel kõige külmem, ekvaatoril kõige kuumem. Kuid aastaegade vaheldust ei oleks.

11. Mis on planeedid ja tähed?

Selles raamatus nimetasime mitmeid taevakehi: Päikest, Kuud, planeete ja tähti. Sellest, mida kujutavad enesest Päike ja Kuu, oleme vastavas kohas rääkinud, kuid planeetidest ja tähtedest oli juttu vaid mööda minnes. Kui äga lugeja neist taevakehadest midagi ei tea, võib ta paljugi sellest, mida siin on jutustatud, mõista vääriti.

Niisiis, mis on planeedid?



Joonis 12. Planeetide võrdlevad mõõtmed.

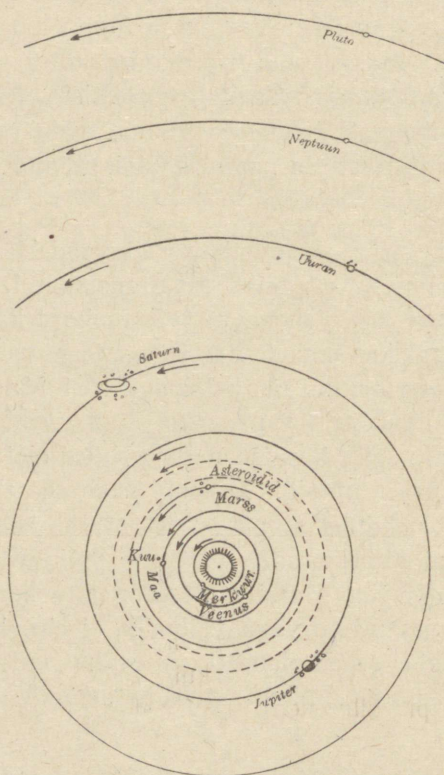
Joonisel 12 on näidatud planeetide võrdlevad mõõtmed. Planeete tuntakse kokku üheksa. Kõige suurem neist Jupiter — omab läbimõõtu, mis on 11 korda suurem kui Maa läbimõõt, ja ruumala, mis on 1345 korda suurem Maa ruumalast. Vaatamata sellistele hiiglamõõtmetele on Jupiter siiski oma ruumalalt ligi 1000 korda Päikesest väiksem.

Kõik planeedid, nagu Maagi, omavad kera kuju. Nad ise valgust ei kiirga. Näeme neid ainult seetõttu, et neid valgustavad päikesekiired. Planeedid Merkuur, Veenus, Marss ja Pluto on oma mõõtmeilt Maast väiksemad. Plutost me ei tea peaaegu midagi: ta on Maast väga kaugel ja seejuures väga väike. Veenus ja Marss on ümbritsetud atmosfääriga. Marss oma pöörlemise tõttu ümber telje sarnleb väga Maaga. Tema pöörlemistelg, nagu Maa omagi, on tunduvalt kaldu tee suhtes, mida mööda Marss liigub ümber Päikese. Ja nagu Maalgi, toimub Marsil seetõttu aastaegade vaheldus.

Pikksilmaga võib Marsil hõlpsasti vaadelda polaarlume laike, mis suurenevad sellel Marsi poolkeral, kus saabub talv, üheaegselt aga vähenevad ja mõnikord kaovad täiesti teisel poolkeral, kus saabub suvi. Päeva ja öö vaheldus Marsil toimub peaaegu samuti nagu Maalgi, sest Marss teeb ühe pöörde 24 tunni ja 37 minutiga, s. o. veidi pikema aja jooksul kui Maa ööpäev. On palju põhjusi oletada, et Marsil on elu nagu Maalgi. Muidugi peab see elu palju erinevama Maa elust juba seepärast, et Marss asub kaugemal Päikesest kui Maa ja saab Päikeselt palju vähem soojust ja valgust. Ka on Marsi atmosfäär mitu korda hõredam Maa omast. Samuti on väga võimalik, et elu eksisteerib ka Veenusel, kuid seda planeeti on vähe uuritud, sest ta pinda katavad alati pilved, mis hõljuvad Veenuse atmosfääris.

Vähem sarnlevad Maaga neli suuremat planeeti: Jupiter, Saturn, Uuran ja Neptuun. Need on ümbritsetud atmosfääridega, kus hõljuvad paksud pilved. Need planeedid pöörlevad väga kiiresti oma telgede ümber, iseäranis Jupiter, mis teeb ühe pöörde vähem kui 10 tunniga. Sellise kiire pöörlemise tagajärjel on need planeedid tähelepandavalt lapikud — eriti Jupiter ja Saturn.

Joonis 13 näitab, missuguses järjekorras liiguvad planeedid ümber Päikese. Maa osutub kolmandaks planeediks oma kauguselt Päikesest. Esimene planeet — Merkuur — on kaks ja pool korda Päikesele lähemal kui Maa.



Joonis 13. Planeetide liikumine ümber Päikese.

Kõige kaugem — Pluto — on 40 korda kaugemal Päikesest kui Maa.

Suurema osa planeetide ümber tiirlevad kaaslased, mis saadavad planeete nende liikumisel ümber Päikese — nii

nagu Kuu saadab Maad. Jupiteril avastasid õpetlased pikksilma abil üksteist kaaslast, Saturnil kümme, Uuranil neli, Marsil kaks, Neptuunil ja Maal — ühe. Merkuuril, Veenusel ja Plutol pole kaaslasi avastatud.

Saturni ümber tiirleb peale kümne kaaslase veel rõngas. Seda võib näha isegi võrdlemisi väikesemõõtmelise pikksilmaga. See ei ole pidev keha, vaid koosneb üksikuist väikestest kehakestest, mis liiguvad suuri hulgi ümber Saturni.

Marsi ja Jupiteri vahel liigub Päikese ümber suur hulk väikesi planeedikesi, nn. «asteroide». Neist kõige suurema läbimõõt on umbes 800 km, kõige väiksemal — alla kilomeetri. Tänapäevani on teadlased-astronoomid avastanud üle 1500 asteroidi, tegelikult peab nende arv olema aga palju suurem.

Kuigi planeetide kaugused on suured, on nad siiski mitu korda väiksemad vahemaadest, mis lahutavad meid tähtedest. Isegi kõige lähem täht asetseb meist ligi 300 000 korda kaugemal kui Päike. Sellise suure kauguse tõttu tähed, mis tõeliselt on niisama hiiglasuured ja eredad valguskehad nagu Päikegi, näivad meile tumedal öötaeval nõrgalt säravate tulukestena.

Kui palju tähti on taevavõlvil? Ärge arvake, et võite neid öisel taeval palja silmaga, ilma pikksilma abita, väga palju loetleda. Mitte enam kui kolm tuhat. Kuid kõige tugevamate pikksilmadega võib näha tuhandeid miljoneid tähti.

Väga võimalik, et paljude tähtede ümber liiguvad nende kaaslased — planeedid, sarnased planeetidega, mis ümbritsevad meie Päikest. Kuid tänapäeva pikksilmade abil pole neid võimalik vaadelda nende kauguse tõttu Maast.

Kuigi meile näib, et tähed ei muuda oma vastastikust asetust, pole see tõeliselt nõnda. Kõik tähed liiguvad väga

suure kiirusega ja nende liikumine muudab vähehaaval meile tuntud tähtkujude pilti. Kuid see sünnib väga aeglaselt tähtede liiga suure kauguse tõttu Maast.

Praegu on vastuvaidlematult kindlaks tehtud, et Päike on teiste tähtede sarnane, üks tavaline paljudest.

12. Milline koht on Maal universumis?

Seda raamatut läbi lugedes tutvusite Maaga — ühega planeetidest, mis liiguvad ümber Päikesel. Maa ei paista silma teiste planeetide hulgas ei oma mõõtmete ega ka mingite liikumise iseärasuste poolest, kuid ta on meile tähtis seepärast, et oleme tema elanikud.

Varem pidasid inimesed Maad maailma aluseks, mõeldes et Päike, planeedid ja tähed on temast palju kordi väiksemad ja et kõik taevakehad liiguvad ümber Maa, mis seisab paigal universumi keskel.

Need vaated Maa eelistatud seisundile universumis leidsid endale värvika peegelduse niinimetatud «pühades» religioossetes raamatutes, mis olid kirjutatud väga ammu, noil aegadel, mil teadus oli alles tekkimas. Nii näiteks räägitakse piiblilegendis maailma loomisest, et jumalal läks Maa ja tema elanike loomiseks palju enam aega, kui kõikide teiste taevakehade loomiseks kokku.

Nüüdisaegsed teaduslikud vaated Maa kohta on väga kaugel nii piibli- kui ka teistest sellistest religioossetest muinasjuttudest. Teame, et kuigi Maa läbimõõt on ligi 13 000 km, on Maa siiski tühiselt väike mitte ainult Päikesega, vaid ka mõnede planeetidega võrreldes. Teame, et kuigi Maad lahutab Päikesest 150 miljoni kilomeetriline vahemaa, on see hiiglavahemaa paljusid kordi väiksem vahemaast tähtedeni, mis on omakorda võrratult suuremad Maast. Lõpuks teame, et kõik universumis — Maa, planee-

did, Päike ja tähed — on lakkamatus liikumises ja muutumises.

Säärasel juhul ei esine Maa mingil kombel maailma keskusena ega alusena, vaid on üks tähe-Päikese paljust kaaslastest, mis suure kiirusega lendab maailmaruumis, sarnaselt paljude miljonite teiste hõõgivate hiiglakeradega — tähtedega.

Sisukord.

	Lk.
1. Mispärast?	3
2. Mis on hämarik?	4
3. Kuidas jõuti selgusele, et Maa on kerataoline?	7
4. Kuidas tekib öö ja päeva vaheldus?	11
5. Kuidas tõestati Maa pöörlemine?	13
6. Miks on suvel soojem kui talvel?	16
7. Miks tõuseb Päike suvel kõrgemale kui talvel?	19
8. Millest tekib Päikese aastane liikumine tähtede keskel?	21
9. Kuidas tõestada Maa liikumist ümber Päikese?	23
10. Millest tuleneb aastaegade vaheldus?	26
11. Mis on planeedid ja tähed?	32
12. Milline koht on Maal universumis?	36

Vastutav toimetaja
G. Kusmin.

Tehniline toimetaja
H. Seletus.

Ladumisele antud 3. XI 47. Trük-
kimisele antud 28. I 48. Paberi
kaust 56×79. ¹/₁₆. Trükipoog-
naid 2¹/₂. Autoripoognaid 1,4.
Arvestuspoognaid 1,61. MB 01015.
Laotihedus trpg. 31 900. Tiraaž
5200. Trükikoja tellimus nr. 1031.
Trükikoda „Noor-Eesti“, Tartu.
Kastani 38.

Hind rbl. 2.—

Р. В. Куницкий, День и ночь.

На эстонском языке.

Эгосиздат „Научная Литера-
тура“, Тарту.

Rbl. 2.—

A-16558

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00480366 6