

16358 7. IV 48

POPULAARTEADUSLIK
SARI

I.F.POLAK

AEG JA KALENDER



* RK „TEADUSLIK KIRJANDUS” *

PROF. I. F. POLAK

AEG JA KALENDER

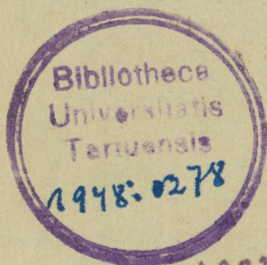
ohustuslik kontrollseksemplar



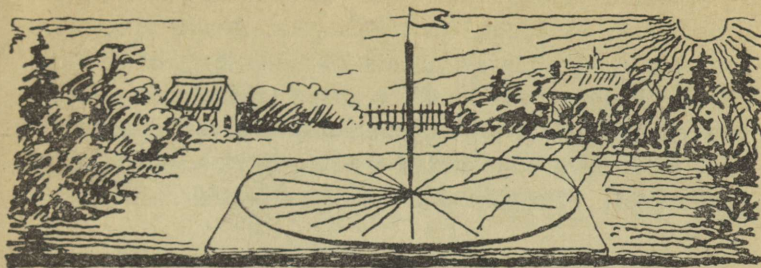
RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“
TARTU, 1948

Tõlgitud teose järgi: Проф. И. Ф. Полак, Время и календарь.
Государственное Издательство Техничко-Теоретической Литературы,
Москва/Ленинград, 1947.

Tõlkinud E. Joaste.



12983
A-16558



Sissejuhatus.

Kõik meid ümbritsevad esemed asetsevad, nagu me ütleme, ruumis, ühed lähemal, teised kaugemal. Samuti toimuvad kõik nähtused ja sündmused a ja s, ühed varem, teised hiljem.

Mäletamatuist aegadest alates oskavad inimesed mõõta kaugusi ruumis ehk, nagu öeldakse geomeetrias, mõõta sirgjoone lõikusid kahe punkti vahel.

Niisama ammu hakkas inimkond arvestama aega, s. o. mõõtma aja lõikusid kahe sündmuse vahel. Algul toimus ajaarvestus ebatäpselt, siis aga üha täpsemalt. Mida kõrgemale areneb meie elamiskultuur, mida mitmekesisemaks muutub inimeste tegevus, seda suurema tähtsuse omandab täpne aja mõõtmine.

Hoopis erilist osa etendab aeg teaduses. Õpetlased nimetavad aega sõltumatuks muutuvaks suuruseks, s. o. niisuguseks suuruseks, mille muutumisega muutuvad kõik teised maailma muutuvad suurused. Ning aeg on tõepoolest sõltumatu suurus; ta nagu voolab igavesti, peatumatult ja ühtlaselt. Seda mõtet väljendas vana vene luuletaja Deržavin tabavalt oma surmaeelses luuletuses:

Aja jõgi oma ruttamises
kaasa viib kõik inimeste teod.

Inimesed õppisid aega täpselt arvestama siis, kui arenes astronoomia — õpetus taevakehadest. Ainult tänu astronoomiale oskame täpselt vastata küsimustele: „Mis kell on?“, „Milline kuupäev on täna?“, sest see teadus andis ajanäitajate reguleerimise ja päevade ning aastate arvestamise juhised, s. o. tolle, mida nimetatakse **k a l e n d r i k s**. Nende juhiste selgitamisele ongi pühendatud esitatav brošüür.

1. Maa pöörlemine. Tähe-ööpäev ja täheaeg.

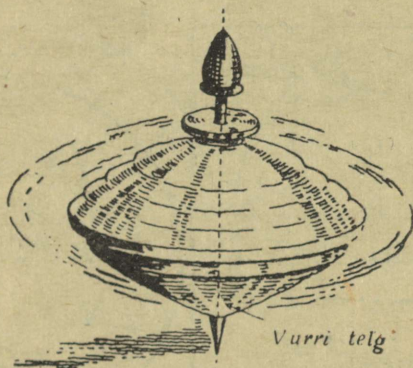
Et mõõta aega, on vaja omada mingit aja mõõtu ehk ajaühikut ning sellega võrrelda kõiki teisi ajavahemikke. Selleks tuleb leida niisugune nähtus, mis kordub alati ühtviisi. Siis oleme õigustatud arvama, et see nähtus toimub alati ühe ning sama ajavahemiku jooksul, ja me võime seda ajavahemikku pidada ajaühikuks.

Säärast reeglipäraselt korduvat nähtust tunneb inimkond ammu. Tollest ajast peale, mil inimene muutus mõtlevaks olendiks, teadis ta, et täna saabuv öö lõpeb samuti nagu lõpes eilne öö, et selle järel tuleb jälle päev ja et nõnda kordub see alati. Nii tekkis inimestel iseenesest aja mõõtmise põhiühik. See ühik pole mitte „päev“, s. o. mitte ajavahemik päikese tõusust loojanguni, vaid päev ja öö kokku, s. o. **ö ö - p ä e v**.

Ööpäev on aeg, mille jooksul Maakera teeb ühe pöörde oma telje ümber. Õpetlased on tõestanud, et tegelikult mitte taevas ühes kõigi taevakehadega ei tiirle ümber meie Maa idast läände, vaid Maa pöörleb vastupidises suunas, läänest itta.

Maa ööpäevane pöörlemine sarinaneb hästi käimalastud vurri pöörlemisega. Sellisel vurril on kaks punkti: üks ülal, teine all, mis seisavad pöörlemisel peaaegu liikumatult; neid võib nimetada vurri poolusteks, aga sirgjoont, mis neid ühen-

dab, — vurri teljeks (joon. 1). See kõik on samuti olemas ka Maakeral — nii telg kui ka kaks poolust: põhja- ja lõunapoolus. Veel enam: et taevavõlvi ööpäevane pöörlemine on Maa pöörlemise tagajärg, siis on ka taeval kaks liikumatut punkti, mille ümber kõik tähed nagu teeksid ööpäeva jooksul ringi. Antiikaja astronoomid nimetasid neid punkte „maailma poolusteks“, sest nad arvasid, et taevas pöörleb tõe-



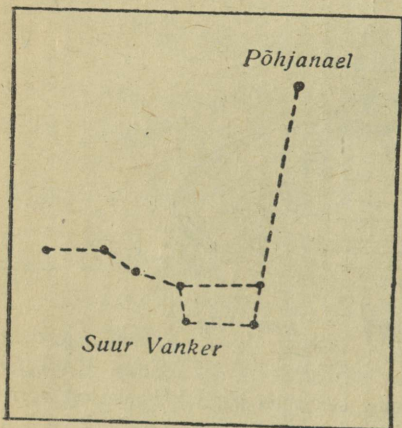
Joon. 1. Maa ööpäevane pöörlemine sarnaneb hästi käimalastud vurri pöörlemisega.

poollest, Maa on aga liikumatu. Maa põhjapoolkeral on nähtav ainult taeva põhjapoolus.

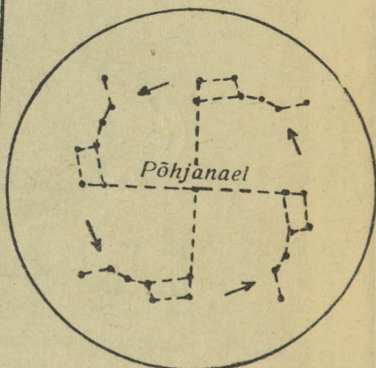
Pooluses eneses pole mingit tähte, aga väga lähedal sellele asub kaunis hele täht, mida nimetatakse Põhjanaelaks. Teda on kerge leida tuntud Suure Vankri tähtkuju järgi, nagu näitab joon. 2.

Paljale silmale näib Põhjanael alati ühel ning samal kohal seisvana, peaaegu täpselt põhjapooluses, kuna teised tähed teevad tema ümber (tõeliselt aga maailma pooluse ümber) mitmesuguse suurusega ringe vastavalt oma kaugusele poolusest (joon. 3). Kõige suurema ringi teevad tähed, mis aset-

sevad poolusest 90 kraadi kaugusel (täisnurga all maailma teljega). Need asetsevad nn. taeva ekvaatoril, mis jagab kogu taeva kaheks poolkeraks, põhja- ja lõunapoolkeraks, samuti nagu Maa ekvaator jagab Maakera pinna kaheks poolkeraks. Iga täht, mis asub taeva ekvaatoril (ring *ELSKI* joonisel 4), tõuseb täpselt idas (punkt *I*) ja loojub täpselt läänes (punkt *Ls*).



Joon. 2. Kuidas leida Põhjanaela.



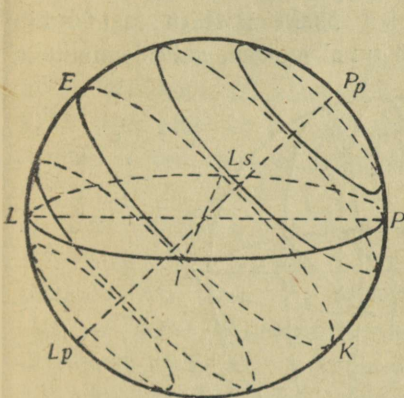
Joon. 3. Kuidas Suur Vanker tiirleb ööpäeva jooksul taevapooluse ümber.

Mida suurem on meie põhjalaius, s. o. mida kaugemal põhjas me asume, seda kõrgemal taevas seisab taeva põhjapoolus, ja Maa põhjapoolusel, kus põhjalaius on teatavasti 90 kraadi, seisab taeva põhjapoolus otse pea kohal ehk, nagu öeldakse, *seniidis*.

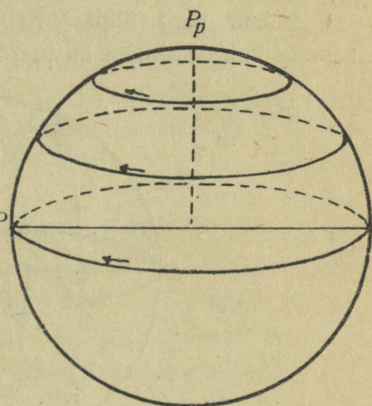
Vastupidi, Maa ekvaatoril on mõlemad taeva poolused horisondil: üks täpselt põhjas, teine lõunas. Joonised 5 ja 6 näitavad, kui ebatavaliselt liiguvad meie vaatekohalt taevakehad neil mõlemal juhul.

Maa ööpäevane pöörlemine on kõige ühtlasem kõigist meile tuntud liikumistest. Nagu astronoomilised vaatlused näitavad, pole viimase kahe tuhande aasta kestel ööpäeva pikkus muutunud isegi mitte sekundi sajandiku osa võrra. Niisiis on meil tarvitusel olev aja mõõtühik küllaltki usaldatav.

Millega siis võrdub see ühik? Mitme tunni jooksul meie tavaliste kellade järgi toimub üks Maakera täispööre? Sageli



Joon. 4. Taevakehade ööpäevane liikumine Maa põhjapoolkera kohal. Pp — maailma põhjapoolus; Lp — maailma lõunapoolus; ring $PILLS$ — horisont nelja ilmakaarega.



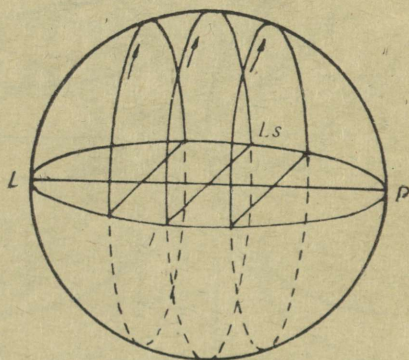
Joon. 5. Taevakehade ööpäevane liikumine Maa põhjapooluse kohal. Pp — taeva põhjapoolus.

arvatakse, et täpselt 24 tunni jooksul; on ju üks kahekümneljandik osa ööpäevast nimetatudki tunniks. Osutub, et see pole nii ja et üldse ööpäev ei ole nii lihtne mõiste nagu näib.

Katsume määrata ööpäeva kestust lihtsaima astronoomilise vaatluse abil. Oletagem, et meie aknast paistab mingi kõrge hoone taeva taustal. Oletagem, et meil on õnnestunud tähele panna, kuidas hele täht oma ööpäeval liikumisel lähenes hoonele ja kadus selle taha; märgime kella järgi üles

selle kadumise momendi, näiteks kell 9.25, ja kordame sama vaatlust järgmisel öhtul samalt kohalt. Osutub, et homme kaob sama täht k. 9.21, ülehomme k. 9.17 jne.; ühe sõnaga, iga päevaga nelja minuti võrra varem. Ja ükskõik missugust tähte me ka ei vaatleks, ikka on tulemus samasugune. Kui meie kell käib väga täpselt, siis märkame, et vahe pole mitte täpselt 4 minutit, vaid veidi vähem, nimelt 3 minutit 56 sekundit.

Niisiis teeb tähistaeva iga punkt täistiiru ja pöörduv samale kohale tagasi mitte 24 tunni jooksul, vaid 3 minuti ja



Joon. 6. Täevakehade ööpäevane liikumine Maakera ekvaatori kohal.

56 sekundi võrra varem, s. o. 23 tunni 56 minuti 4 sekundiga. Nii pika aja jooksul teeb tähistaevas täisringi ümber Maa. Tegelikult pöörleb Maa, aga mitte taevavõlv; seepärast ütleme: aeg, mille jooksul Maa teeb ühe täispöörde oma telje ümber, on 23 tundi 56 minutit ja 4 sekundit. Seda ajavahemikku nimetatakse t ä h e - ö ö p ä e v a k s. Tähe-ööpäevad ongi aja põhiühikuks; nimelt nende ööpäevade pikkus jääb alati ühesuguseks.

Mispärast siis ei jagata tähe-ööpäeva täpselt 24 tunniks? Kuid astronoomias seda just tehaksegi. Tähe-ööpäeva jagavad

astronoomid 24 tähetunniks, iga tunni 60 täheminutiks ja minuti 60 sekundiks. Tähetunnid, -minutid ja -sekundid on arusaadavalt veidi lühemad meie tavalistest ehk päikese-ajaühikutest; on kerge välja arvutada, et näiteks tähetund on päikesetunnist peaaegu 10 sekundi võrra lühem (vaja ainult jagada 3 minutit 56 sekundit 24-ga).

Igas astronoomilises observatooriumis on täheaja järgi käiv kell. Need kellad on reguleeritud nii, et nad lähevad tavalistest kelladest iga päev 3 minutit 56 sekundit ette. Tähekellad on astronoomidele väga vajalikud, sest nad käivad nii ütelda kooskõlas tähistaeva liikumisega. Iga täht tõuseb tähekella järgi alati ühel ning samal teatud momendil ja loojub samuti teatud momendil. Näiteks tõuseb kõige heledam taevatäht Siirius Moskvast alati k. 2.21 täheaja järgi; 4 tunni 22 minuti pärast, s. o. k. 6.43, tõuseb ta maksimaalsele kõrgusele ja seisab sel momendil täpselt lõunas (nagu Päike keskpäeval); jälle 4 tunni 22 minuti pärast, s. o. k. 11.05 täheaja järgi, ta loojub. Sellepärast annab tähekell astronoomile alati tähistaeva pildi: tal tarvitseb vaid pilk kellale heita ja erilisest nimekirjast (tähekataloogist) järele vaadata, ning ta teab toast väljumata, missugused tähed sel momendil asetsevad näiteks oma kõrgeimas asendis ehk nagu ütlevad astronoomid, taeva meridiaanil (ring *PEL* joon. 4) ja järelikult on vaatlusteks eriti soodsas asendis.

Täheaeg on igapäevases elus kõlbmatu, sest üks ning seesama tähe-tunniaeg läheb aasta jooksul üle igasugusele öö ja päeva ajale. Looduse ja sellega ühes ka inimese elu on kooskõlastatud päeva ja öö vaheldumisega, s. o. Päikesega, aga mitte tähtedega; kuid päikeseaja mõiste osutub palju keerukamaks täheaja omast, ja et temast aru saada, peab selgesti kujutlema Päikese näivat liikumist.

2. Päikese aastane liikumine.

Nagu iga teinegi taevakeha, võtab ka Päike osa taeva-
võlvi ööpäevasest pöörlemisest, kuid peale selle on tal ka oma
liikumine. Kui võiksim Päikese ümber näha tähti, siis märkak-
sime, et Päike liigub ööpäeva jooksul nende seas edasi oma
läbimõõdu kahekordses ulatuses ja siirdub järgemööda ühest
tähtkujust teise. Astronoomiliste instrumentide abil tehtud
vaatlused näitavad, et Päike teeb aasta jooksul tähistaeval
nagu ümbermaailmareisu: liikudes kogu aeg ühes suunas,
tuleb ta aasta pärast jälle sellesama tähe juurde tagasi, kust
ta lähtus.

See Päikese aastane liikumine, samuti kui taevavõlvi
ööpäevane pöörlemine, on näiv liikumine. Peale pöörlemise
oma telje ümber tiirleb meie Maa veel ümber Päikese ja
kulutab igale tiirule ühe aasta. Maa seda liikumist, samuti nagu
tema pöörlemistki, meie ei märka.

Aastane Päikese liikumine taeval on vastassuunaline öö-
päevasele liikumisele, s. o. läänest itta. Kuid ring, mille teeb
Päike aasta jooksul, kaldub taeva ekvaatorist küllalt tuge-
vasti kõrvale (joonisel 4 pole Päikese aastast teekonda näida-
tud, sest ööpäeva mitmesugustel aegadel on ta mitmesuguses
asendis).

21. märtsil asetseb Päike ekvaatoril K a l a d e tähtkujus,
tõuseb täpselt idas ja loojub täpselt läänes. Sel ajal on päev
ja öö kogu Maakeral ühepikkused; see on kevadine
p ö ö r i p ä e v, astronoomilise kevade algus (põhjapoolkerale).
Iga päevaga tõuseb Päike taeva põhjapoolkeral üha kõrgemale
ja päev pikeneb meil öö arvel. See pikenemine lõpeb
22. juuniks, suvise p ä i k e s e s e i s a n g u ehk astronoomi-
lise suve alguse momendiks. Sel päeval eemaldub Päike
ekvaatorist põhja poole rohkem kui veerandi võrra ekvaa-
tori kaugusest pooluseni, nimelt $23\frac{1}{2}$ kraadi (nagu teada, on
üks neljandik täisnurgast $22\frac{1}{2}$ kraadi). Seejärel algab Päikese

lähenedamine ekvaatorile, päev lüheneb ja 23. septembril saabub sügisene pööripäev: Päike on jälle ekvaatoril, kuid juba vastaspunktis, Neitsi tähtkujus. Sellest päevast peale läheb Päike pooleks aastaks lõunapoolkerale, päev muutub meil ööst lühemaks. Lühim päev on 22. detsembril, mil Päike asub $23\frac{1}{2}$ kraadi võrra ekvaatorist lõuna pool; see on talvine päikeseseisang, astronoomilise talve algus põhjapoolkeral. Sellest päevast algab Päikese lähenedamine ekvaatorile, kuhu ta jõuab 21. märtsil.

Astronoomiliste vaatluste abil võib täpselt ära määrata Päikese kevadise ekvaatoril asetsemise momenti ehk, nagu ütlevad astronoomid, momenti, mil Päike läbib kevadpööripäeva punkti. Vaatlused on näidanud, et Päikese selle punkti ühest läbimisest kuni järgmise samasuguse läbimiseni möödub mitte täpselt üks kalendriaasta, s. o. mitte täpselt 365 päeva, vaid veidi rohkem, nimelt:

365 päeva 5 tundi 48 minutit ja 46 sekundit.

Seda ajavahemikku nimetavad astronoomid troopiliseks aastaks. Nimelt nii pika aja jooksul teeb Maa ühe tiiru ümber Päikese. Astronoomid avastasid, et troopilise aasta pikkus muutub, kuid väga aeglaselt, nii et mõne tuhande aasta pärast on sekundid siin kirjutatud arvus juba teisugused.

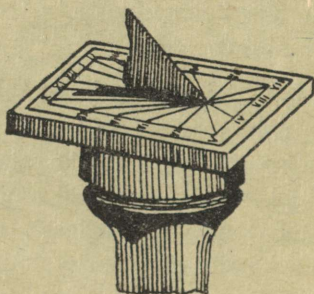
Ka Maa liikumise kiirus erisugustel kohtadel tema teekonnal ümber Päikese pole täiesti ühesugune. Seepärast näib meile Päikese aastane liikumine mitte täiesti ühtlasena. See nähtub järgnevast näitest: Päikese näiv teekond suvise poolaasta jooksul võrdub täpselt talvisel poolaastal sooritatuga (kumbki on pool ringjoont); sellegipärast läbib Päike esimese poolringi 186 päevaga (21. märtsist kuni 23. septembrini), teise aga ainult 179 päevaga (23. septembrist kuni 21. märtsini).

Märgime veel ära, et nimetus „troopiline aasta“ ei oma mingit seost geograafilise troopika mõistega: aasta pikkus

kogu Maakeral on ühesugune, troopilistes maades on ta niisama pikk kui parasvöötme- ja polaarmaades.

3. Tõeline päikeseaeg.

Nüüd on arusaadav, miks ajaarvutus Päikese järgi osutub keerukamaks kui täheaja järgi: ei seisa ju Päike tähtede suhtes paigal, vaid liigub tähistaeval. Oletame, et eile läbisid Päike ja mingisugune teatud täht taevameridiaani ühel ning samal momendil (keskpäeval); täna saabus täht jälle meridiaanile, niisiis oli selle aja jooksul möödunud üks tähe-ööpäev. Kuid päikese ööpäev ei ole veel möödunud, uus keskpäev pole veel kätte jõudnud: Päike asub nüüd ligikaudu $\frac{1}{365}$ ringjoone osa võrra (s. o. peaaegu 1° võrra) ida pool kui eile,



Joon. 7. Rõhttasapinnaline päikese kell.

ja peab mööduma veel peaaegu 4 minutit, et ta jõuaks meridiaanile.

Ajavahemikku Päikese kahe teineteisele järgneva meridiaanile jõudmise vahel nimetataksegi päikese-ööpäevaks. Kui Päikese igapäevane hilinemine meridiaanile oleks aasta kõigil päevil üks ja sama, siis oleksid päikese-ööpäevad alati ühepikkused ja päikeseaja mõiste niisama lihtne kui täheaja oma. Kuid Päikese liikumine, nagu juba öeldud, pole mitte

täiesti ühtlane ja ei oma aasta mitmesugustel päevadel mitte täiesti ühesugust suunda. Seepärast muutub nn. tõelise päikese-ööpäeva pikkus (s. o. öö ja päeva pikkus kokku) veidi aasta jooksul. Kõige pikemad tõelised ööpäevad on detsembris; kuid nad on kõige lühematest (septembris) pikemad kõigest 51 sekundi võrra.

On arusaadav, et ka teised tõelise päikeseaja ühikud — tõelised tunnid, minutid ja sekundid on aasta mitmesugustel päevadel mitmesuguse pikkusega. Kui tahaksime elada täpselt tõelise päikeseaja järgi, siis tuleks peaaegu iga päev muuta kellade käiku, panna neid kord ette käima, kord maha jääma. Igapäevases elus oleks see väga tülikas, teaduse ning tehnika seisukohast aga otse lubamatu. Seepärast on „tõeline“ päikeseaeg asendatud nn. keskmise päikeseajaga, millest tuleb juttu allpool.

Muide, on olemas vanaaegne seadis, mis näitab tõelist päikeseaega; see on päikese kell, millel on osutiks maailma pooluse suunas kinnitatud liikumatu plaadikese või kepikese vari (joon. 7). Kuid see kell on niivõrd ebatäpne, et tal praegusel ajal ei ole praktilist tähtsust.

4. Keskmise päikeseaeg.

Niisiis käivad meie kellad mitte tõelise Päikese järgi, mis hiilgab taevas, vaid nn. keskmise päikese järgi, kujuteldava punkti järgi, nagu kevadise pööripäeva punkt. See kujuteldav päike teeb aastase ringi tähistaeval sama aja jooksul kui tõeline Päike. Kuid seejuures liigub ta ekvaatorit mööda ja täiesti ühtlaselt.

Kui meie kujuteldav päike seisab taevas otse lõunas (kulminatsioonis), siis on kell 12 „keskmise“ päikeseaja järgi. See „keskmise keskpäev“ ei lange sugugi mitte ühte tõelise keskpäevaga, mida näitab päikese kell.

Ajavahemikku keskmise päikese kahe teineteisele järgneva kulminatsiooni vahel nimetatakse keskmiseks päikese-ööpäevaks; tema pikkus on alati sama, s. o. täpselt 24 tundi. Osad, milleks on jaotatud keskmine päikese-ööpäev, s. o. keskmise aja tunnid, minutid ja sekundid, ongi need ajaühikud, mille järgi me elame.

Kujuteldav keskmine päike võib läbida meridiaani kord varem, kord hiljem tõelisest Päikesest. Seepärast on „keskmine“ aeg „tõelisest“ ajast kas ees või järel. Tõelise ja keskmise aja vahet nimetatakse ajavõrrandiks. See osutub küllalt suureks; olgugi et tõelised ööpäevad on keskmistest ööpäevadest pikemad või lühemad kõige rohkem 20—30 sekundi võrra, kasvab vahe iga päevaga ja kuude möödudes on see väljendatav juba minutites.

Ajavõrrand muutub aasta jooksul kogu aja. Neli korda aastas muutub ta nulliks ja neli korda saavutab maksimumi, nagu on näha järgmisest tabelikesest (ajavõrrand omab märgi +, kui tõeline aeg on keskmisest ees, ja märgi —, kui tõeline aeg on keskmisest järel).

Kuu ja päev	Ajavõrrand
11. veebruaril	—14 min. 32 sek.
15. aprillil	0
14. mail	+ 3 min. 55 sek.
14. juunil	0
26. juulil	—6 min. 12 sek.
1. septembril	0
2. novembril	+16 min. 18 sek.
24. detsembril	0

Niisiis ei asetse Päike meridiaanil enamasti mitte kell 12 keskmise aja järgi. Näiteks novembri algul läbib Päike meridiaani umbes kolmveerand kaksteist, aga veebruari algul veerand üks. Kui tahaksime määrata keskmist päikeseaega päikeseakella järgi, siis peaksime tingimata arvestama

ajavõrrandit. Astronoomilistes kalendrites on ajavõrrand antud iga päeva kohta*.

Ajavõrrandiga on seletatavad ööpäevase liikumise kaks kummalist nähtust. Võtame näite 1946. a. kalendrist: 7. novembril on Päikese tõus Moskvast näidatud kell 7.18, loojumine — kell 16.09. Tähendab, Päikese tõusust kuni keskpäevani (s. o. kuni kella 12-ni) möödub 4 tundi 42 minutit, aga keskpäevast loojumiseni — ainult 4 tundi 9 minutit. Kuidas on see võimalik? Asi seisneb selles, et tõuseb ja loojub tõeline Päike, aga meridiaani läbib kell 12 keskmine päike; tõeline Päike läbib meridiaani kell 11.44. See on tõelise keskpäeva moment; ta satub täpselt päeva keskpaika (kui arvesse võtta ka sekundeid).

Arutleme veel küsimust: mis kuupäevast algab talvel päeva pikenemine? Lühim päev on 22. detsembril; näib, et sellest kuupäevast peaski päev hakkama pikenema; seejuures peaksid hommikune ja õhtune juurdekasv olema võrdsed, s. o. Päike peaks tõusma iga päev ikka varem ja loojuma samavõrra hiljem. Kuid tõeliselt, nagu paljud teavad, „hakkab päev pikenema õhtust“. 1946. a. astronoomilises kalendris on Moskva kohta kõige varajasem loojang näidatud 12. kuni 18. detsembrini: selle nädala jooksul loojub Päike ikka ühel ning samal ajal — kell 15.25; 19. detsembril loojub ta juba k. 15.26, 22. detsembril k. 15.27 jne. Niisiis algab päeva pikenemine õhtust kolm päeva enne pööripäeva, kui kõige lühem päev pole veel saabunud. Kuid see pikenemine on vaid näiv; hommikust lüheneb päev kogu aeg veelgi: 19. detsembril on päikesetõus näidatud k. 8.28, 21. detsembril — k. 8.30; ühe sõnaga: kuivõrd päev pikeneb õhtul, niivõrd lüheneb ta hommikul. Kui mitte arvestada sekundeid, on päevad nädala jooksul 18. kuni 24. detsembrini kalendri järgi ühepikkused (kõigest

* Eestikeelses astronoomilises kalendris „Tartu Tähetorni Kalender“ on ajavõrrand antud vastupidise märgiga, definitsiooni järgi: ajavõrrand on keskmine päikeseaeg miinus tõeline päikeseaeg. (Toim.)

6 tundi 57 minutit), ja alles 25. detsembril ulatub pikenemine ühe terve minutini: sel päeval on päikesetõus näidatud k. 8.31 ja loojang k. 15.29. Ajavõrrand aga muutub selle nädala jooksul kolme minuti võrra: 18. detsembril saabub tõeline keskpäev kalendri järgi k. 11.56½ ja 24. detsembril k. 11.59½. See keskpäeva edasinihkumine avaldubki Päikese tõusu ja loojangu momentides. Ilma selleta oleksid need momendid nädala jooksul peaaegu täpselt samadel kellaaegadel.

Keskmist päikeseaega nimetatakse ka kodanlikuks ajaks, s. o. ajaks, mille järgi elab ühiskond. Nüüd aga tegelevad selle ajaga ainult astronoomid, igapäevases elus ei tarvitata teda enam alates 1919. aastast. Sellegipärast on vaja teda tunda, et oleks arusaadav see aeg, mille järgi me praegu elame. Seda aega nimetatakse ühtlusajaks, ja me siirdume nüüd tema kirjeldamisele.

5. Kohalik aeg ja ühtlusaeg.

Maa eri meridiaanidel näitavad kellad ühel ning samal momendil mitmesugust aega. Kui Leningradis on keskpäev, siis on keskpäev ka kogu Leningradi geograafilisel meridiaanil, s. o. kõigis kohtades, mis asetsevad Leningradist otse põhja ja otse lõuna pool (näiteks Kiievis). Ida pool olevail meridiaanidel on aga keskpäev juba möödas. Maa pöörleb ju läänest itta ja need meridiaanid on niisiis varem Päikese alt läbi läinud. Kuna Maa teeb täispöörde (360°) 24 tunni jooksul, siis pöördub ta ühes tunnis 15° võrra. Järelikult oli meridiaan, mis asetseb Leningradi meridiaanist 15° ida pool, otse Päikese all täpselt tund aega varem; tunni aja eest oli seal keskpäev (k. 12), nüüd aga ilmselt juba kell 1 päeval (k. 13).

Meridiaanil, mis asetseb Leningradi omast 30° ida pool, on nüüd kell 2 päeval (ehk k. 14) jne.; geograafilise pikkuse iga kraadi kohta tuleb vahe 4 minutit. Selle reegli põhjal on

kerge arvutada, et näiteks Vladivostokis, mis asetseb Leningradist $101\frac{1}{2}^{\circ}$ ida pool, on kellad Leningradi omadest ees 6 tunni 46 minuti võrra ja talvel kaldub päev seal juba lõpule, kui Leningradis Päike alles tõuseb.

Lääne pool Leningradi meridiaani on asi ümberpöördukt; nii on Londoni aeg Leningradi ajast taga 2 tunni 1 minuti võrra, New Yorgis — peaaegu 7 tunni võrra ja San Franciscos — rohkem kui 10 tunni võrra.

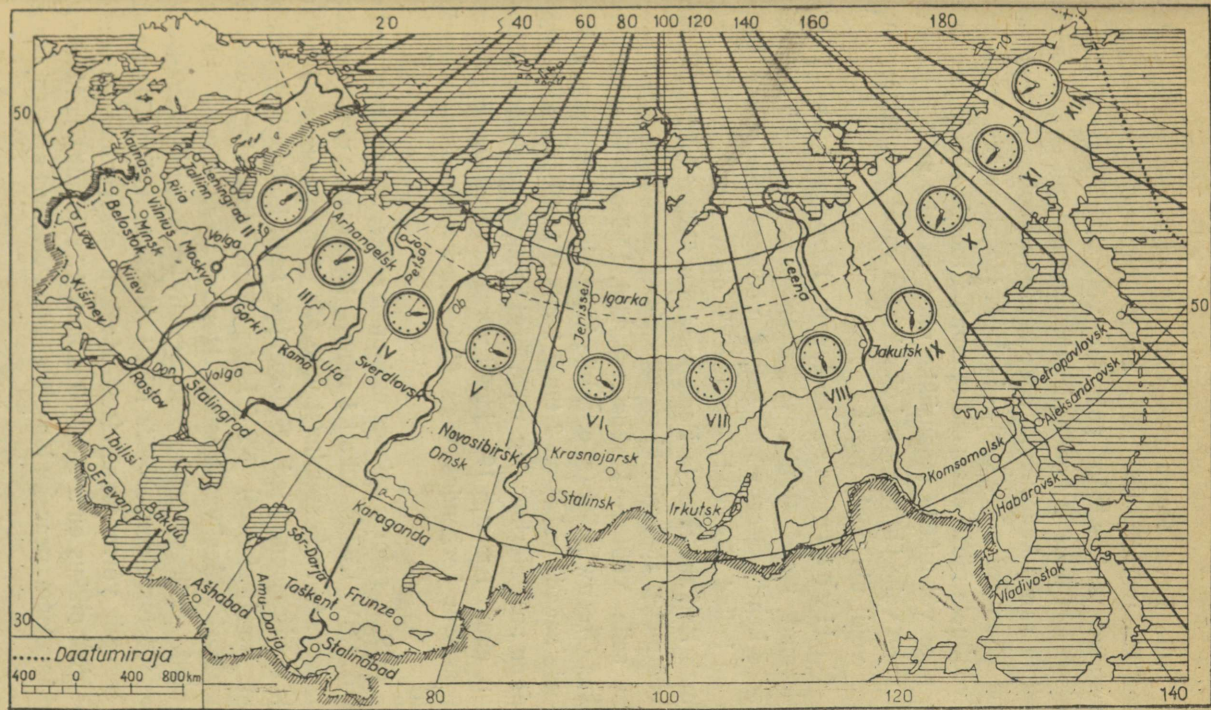
See asjaolu, et igal kohal on oma erinev kohalik aeg, osutus raudteede ja telegraafi ajastul erakordselt tülikaks. Seepärast hakkasid vähehaaval üksikud riigid oma territooriumil üle minema ühtlasele ajale, tavaliselt pealinna või oma tähtsaima observatooriumi meridiaani ajale. Nii oli kogu Inglismaal juba möödunud sajandi keskpaigast alates tarvitusel Greenwich'i (observatoorium Londoni lähedal) meridiaani aeg; Prantsusmaal oli tarvitusele võetud Pariisi aeg, mis on 9 minuti 21 sekundi võrra Greenwich'i ajast ees, Itaalias — Rooma aeg (50 minuti võrra ees). Neis võrdlemisi väikestes riikides pole vahe pealinna ja kohalike aegade vahel kuigi suur ja seepärast tuli reformi läbiviimisel igas linnas kellasid ainult mõne minuti võrra ümber seada. Niisiis kaotati mitmesugune ajaarvamine ühe ning sama riigi piirides, kuid vahe eri riikide kellaaegade vahel jäi püsima ja hakkas rahvusvahelise suhtlemise elavnemisel end üha teravamini tunda andma. Peale selle on niisugune ühtlusaja üleriigiline kehtimapanek tülikas neis maades, mis on suure ulatusega idast läände, nagu meie NSV Liit ja Põhja-Ameerika Ühendriigid. Sellest hoolimata oli Venemaal juba enne revolutsiooni kehtestatud ühtlane aeg, nimelt Peterburi (täpsemalt Pulkovo observatooriumi) aeg, kuid üksnes raudteede jaoks. See oli 28 minuti ja 58 sekundi võrra taga Moskva ajast (s. o. Moskva ülikooli observatooriumi ajast). Kogu maa ühiskonna eluks on aga see aeg ebakohane, sest selle ja Kaug-Ida kohaliku aja vahe ulatub kuni 10 tunnini.

Exhib. n. v. Tart.

Aja arvestamise ülesande õnnestunud lahendus leiti maal, kus öeldakse, et „aeg on raha“ — Põhja-Ameerikas. Alates 1884. a. on seal tarvitusele võetud nn. ühtlusaeg, mille esildas raudteeinsener Fleming. Vähehaaval võeti see aeg tarvitusele Lääne-Euroopas, ja alates 1. juulist 1919 ka NSV Liidus.

Ühtlusaja mõiste seisneb järgmises. Maakera on jagatud 24 tunnivöötmeks 24 meridiaaniga, millede vahe üksteisest on 15 geograafilist pikkuskraadi. Kõige suuremat laiust omavad kõik tunnivöötmed ekvaatoril, põhja ja lõuna suunas ahenevad nad vähehaaval ning poolustel jooksevad kõik kokku. Vöötmed on nummerdatud läänest itta järgmiselt: nullvööde, siis esimene, teine jne. kuni 23-ni. Nullvöötme keskpaiagaks on Greenwich'i observatooriumi meridiaan. Kõik kellad selles vöötmes on seatud Greenwich'i aja järgi; see ongi nullvöötme ühtlusaeg. Et isegi vöötmete äärmiste punktide kaugus kesksest meridiaanist ei ületa 7,5 kraadi, siis ei ületa kohaliku aja ja ühtlusaja vahe vöötme piirides mitte kusagil poolt tundi. Seepärast tuli ühtlusaja kasutuselevõtmisel kella kõige rohkem 30 minutit edasi (vöötme läänepoolsel äärel) või 30 minutit tagasi (vöötme idapoolsel äärel) lükata.

Järgmises, eelmisest ida pool asetsevas vöötmes nr. 1 on jälle kõik kellad seatud selle riba keskmise meridiaani aja järgi, s. o. Greenwich'i ajast täpselt 1 tunni võrra ees; on arusaadav, et esimeses vöötmes ühtlusaja ja iga sama vöötme kohaliku aja vahe samuti ei ületa poolt tundi. Järgneb vööde nr. 2, kus aeg on kahe tunni võrra Greenwich'i ajast ees, siis vööde nr. 3 jne. Vöötme number näitab otsekohe, mitme tunni võrra selle vöötme aeg on Greenwich'i ajast ees. Nii siis, sõites ühest ribast teise, tuleb kella alati tervete tundide võrra ümber seada. Minutid ja sekundid on kõigis vöötmeis ühed ning samad, samasugused, nagu Greenwich'i observatooriumi kellalgi; seepärast nimetatakse Greenwich'i aega nüüd maailma ajaks.



Joon. 8. Kellaegade vöötmed NSV Liidu territooriumil.

Selle kava teostamisel tõmmati vöötmete piirid maemaatiliste meridiaanide järgi ainult ookeanides ja kõrbedes. Asustatud piirkondades pole see võimalik. Moskva näiteks asetseb just teise ja kolmanda vöötmepiiril, nii et seal tuleks kehtima panna kahesugune aeg: üks läänepoolses linnaservas, teine, ühe tunni võrra ees — kesk- ja idarajoonides. Seepärast on vöötmepiirid enamasti tõmmatud mööda riikide ja oblastite piire või mööda looduslikke piire, näiteks mööda jõgesid. Niisiis on vahe ühtlusaja ja kohaliku aja vahel mõningates kohtades veidi üle poole tunni.

Nullvöötmesse kuuluvad Euroopa kõige läänepoolsemad maad (Inglismaa, Prantsusmaa jt.); kõigis neis maades kehtib Greenwich'i aeg. 1. vöötmes (Saksamaa, Itaalia) on kellad üks tund Greenwich'i ajast ees. 2. vööde, mis hõlmab Balkani riike ja Poolamaad, on ühtlasi ka NSV Liidu algvöötmeks. Pulkovo observatooriumi meridiaan läheb peaaegu selle vöötmepiirist läbi. Pulkovo geograafiline pikkus Greenwich'ist (s. o. nende kahe observatooriumi kohalikkude aegade vahe) on 2 tundi 1 minut ja 19 sekundit; järelikult on nn. Peterburi aeg, mille järgi koostati raudteede sõiduplaan, ainult 1 minuti 19 sekundi võrra teise vöötmepiirist ees. See asjaolu kergendas väga ühtlusaja kehtimapanekut meie maal.

1919. a. reform seisnes esijoonel selles, et kõik raudteede kellad NSV Liidus lükkati 1 minuti 19 sekundi võrra tagasi. Seda kellade ümberseadmist võib-olla ei märganud isegi mitte kõik raudteeteenistujad. Sellele ajale seati kõik kellad (mitte ainult raudteekellad) NSV Liidu lääne piirist kuni jooneni Arhangelsk—Moskva—Rostov Doni ääres, linnad kaasa arvatud. Sellesse vöötmepiirist arvati ka kogu Moskva-lähedane tööstusrajoon. Niisiis lükkati Moskvast kellad 30 minuti 17 sekundi võrra tagasi (sest Moskva observatooriumi geograafiline pikkus on 2 tundi 30 minutit 17 sekundit), ja Moskva hakkas elama peaaegu täpselt endise Peterburi aja järgi. Kuid

see-eest hakati seda uut aega, mis on sama nii Moskvas kui ka Leningradis, nimetama Moskva ajaks.

Järgmises, 3. vöötmes, seati kellad ühe tunni võrra Leningradi ja Moskva omadest ning 3 tunni võrra Greenwich'i kelladest ette. Seda aega võib nimetada Volga ajaks; suurtest linnadest asetseb vöötme keskmisele meridiaanile kõige lähemal Saraatov.

Teised NSV Liidu tunnivöötmed loetleme lühidalt. 4. Uurali vööde, kus Sverdlovsk asetseb peaaegu täpselt vöötme keskpäigas; 5. — Lääne-Siberi vööde, Omsk asetseb keskmise meridiaani lähedal; 6. — Jenissei vööde, Krasnojarsk on vöötme keskpäiga lähedal; 7. — Irkutski vööde, ulatub peaaegu Tšitani; 8. — Amuuri vööde, Tšitast kuni Jakutskini; 9. — rannikuvööde koos Vladivostoki ja Habarovskiga; 10. — Ohhoota, 11. — Kamtšatka ja 12. — Tšuktši vööde. Pidagem meeles, et vöötme number näitab, mitme tunni võrra on selle vöötme aeg Greenwich'i ajast ees.

Peale NSV Liidu omavad suurimat ulatust geograafilise pikkuse suunas Põhja-Ameerika Ühendriigid. Seal on kuus ühtlusaja vöödet. Kõige idapoolsemas nendest on aeg 4 tunni võrra ja kõige läänepoolsemas 9 tunni võrra taga Greenwich'i ajast.

Ühtlusaja kehtimapanek kohaliku aja asemele muudab veidi keerukamaks Päikese tõusude ja loojangute ning teiste taevanähtuste arvutamise, sest astronoomid peavad alati arvestama kohaliku aja ja ühtlusaja vahet. Mõnikord märkab ka elanikkond, et tõeline keskpäev jõuab kätte kaunis kaugel kella 12. Näiteks, kõik Päikese ööpäevase liikumise momendid 7. novembril Moskva kohta, mis on neljandas peatükis antud kohaliku Moskva aja järgi, on teise vöötme ühtlusaja järgi järgmised:

Päikese tõus	k.	6.49	ühtlusaja järgi
Kulminatsioon	„	11.14	„ „
Loojang	„	15.39	„ „

Niisiis möödub Päikese tõusust kella 12-ni 5 tundi 11 minutit, aga k. 12-st loojanguni ainult 3 tundi 39 minutit, s. o. tervelt poolteise tunni võrra vähem.

Äsjakirjeldatud ühtlusaega võib nimetada rahvusvaheliseks ühtlusajaks erinevalt dekreediihtlusajast, millest tuleb kohe juttu.

6. Dekreediaeg.

Alates 1930. a. suvest elab meie NSV Liit veidi muudetud ühtlusaja järgi. See muudatus toimus järgmiselt. Pärast Esimest Maailmasõda hakati mõnedes maades, sealhulgas ka NSV Liidus, kella osutit tunni võrra või rohkem ette lükkama. Ettelükkamine pandi valitsuse korraldusega kehtima teatavaks kindlaksmääratud kalendriajaks, enamasti suveks, seejärel nimetatakse niisugust kellaega dekreediihtlusajaks ehk lihtsalt dekreediajaks. Viimane selline kellaosuti tunni võrra ettelükkamine kõigis vöötmeis teostati meil NSV Liidu Rahvakomissaride Nõukogu dekreediga 16. juunist 1930. a. Selle dekreediihtluse kehtivuse tähtaega pikendati 9. veebruaril 1931. a. edaspidiseks kuni selle muutmiseni.

Seepärast elab käesoleval ajal (1947. a.) iga NSV Liidu asustatud punkt mitte tolle vöötme aja järgi, milles ta asetseb, vaid kõrvaloleva idapoolse vöötme aja järgi. Moskva, näiteks, elab mitte 2., vaid 3. vöötme aja järgi. Seda aega nimelt, mis on kolme tunni võrra maailma ajast ees, nimetatakse nüüd Moskva ajaks.

Sellise aja kehtimapanek on teostatud sihiga, et elanikkond saaks täielikumalt kasutada päikesevalgust hommikutundidel, mis võimaldab teostada mõningat kokkuhoidu elektrienergia alal ja seda ööpäeva jooksul ühtlasemalt kulutada.

On kerge välja arvutada, et Moskvast on nüüd kellad

seatud mitte 30 minuti 17 sekundi võrra kohalikust ajast taha, vaid sellest 29 minuti 43 sekundi võrra ette.

Kõik eelmise näite arvud kujunevad niisiis 1 tunni võrra suuremaks ja on 7. novembri kohta Moskvast järgmised:

Päikese tõus	k.	7.49	dekreediaja järgi
Kulminatsioon	„	12.14	„ „
Loojang	„	16.39	„ „

Kõiki selliseid arvestusi tuleb teha vaid astronoomidel ja astronoomia harrastajail. Elanikkonna laialdastele ringidele aga on dekreediaeg niisama kohane kui rahvusvaheline ühtlusaeg. Minutid ja sekundid on mõlemal ajal ühesugused, kõigis vöötmeis ühed ning samad, nii et ühest vöötimest teise sõites muutuvad üksnes tunnid.

7. Kus algab päev?

Viiendas peatükis mainiti, et 12. tunnivöötmes (Beringi väina juures) on aeg 12 tunni võrra Greenwich'i ajast ees, nii et kui Greenwich'is on pühapäeva keskpäev, siis on Tšuktši neemel juba kell 12 öösel vastu esmaspäeva. Kuid teisest küljest sai lugeja teada, et USA läänerannikul on aeg 9 tunni võrra Greenwich'i ajast taga. Kui aga uurida maakaarti, siis leiame kohti (näiteks Alaska äärmine tipp — Beringi väina juures), kus kell peab olema isegi 12 tunni võrra Greenwich'i ajast taga. Järelikult on seal Greenwich'i sama pühapäeva keskpäeva ajal alles laupäeva kesköö vastu pühapäeva.

Niisiis, ameeriklasele Beringi väina ääres alles algab pühapäev, kuna nõukogude kodanikule vastaskaldal on pühapäev juba lõppenud ning algab esmaspäev. Kellel neist on õigus?

Ei tule arvata, et see arusaamatus on välja mõeldud näitena; ei, niisugune kohtumine ja vaidlus toimusid tõeliselt.

Vene kasakad, tungides idasse, ületasid XVIII sajandil Beringi väina ja hõivasid Alaska. Siin kohtusid nad inglastest

ümberasujatega, kes tungisid Alaskasse Atlandi ookeani pool-
sest küljest, liikudes lääne suunas.

Kumbki rahvas pidas oma liikumisel ühesugust nädala-
päevade arvestust; sellele vaatamata osutus nende kohtumisel,
et venelased pühitsesid pühapäeva ameeriklastest ühe päeva
võrra varem.

Veel huvitavam on teine juhtum maadevastuste ajaloost.
Kui 1522. a. tuli Hispaaniasse tagasi Magalhãesi ekspeditsioon,
kes esimesena teostas ümbermaailmareisi, siis selle ekspeditsi-
ooni meremehed (Magalhães ise oli teel hukkunud) said teada,
et nad olid saabunud reedel, kuna nende arvestuse järgi pidi
olema neljapäev. Eksida nad ei võinud, sest nad olid pidanud
hoolikalt laevapäevikut. Sellegipärast ilmnis, et nad olid usundi
reegleid rikkunud: pühitsenud teekonnal kõiki pühasid
ebaõigeil päevil. Millegi halvema ärahoidmiseks tegid nad
rutuga avaliku kirikliku patukahetsuse.

See seletub järgmiselt. Rändur, kes sõidab ümber Maa-
kera, nagu Magalhães, idast lääne suunas, s. o. vastu Maa-
kera ööpäevasele pöörlemisele, teeb ümber Maa telje vähem
ringe kui inimene, kes ei sõida kuhugi. Oletame, et viimane
pöörles ühes Maakeraga selle telje ümber 1000 korda (umbes
niipalju päevi kestis Magalhãesi reis). Rändur aga teeb sama
aja jooksul peale 1000 ringi veel ühe täisringi Maa telje ümber,
kuid vastupidises suunas: järelikult ei tule seda üht ringi kõi-
kide ringide, s. o. ööpäevade arvule juurde lisada, vaid sel-
lest maha arvata. Tulemusena saame 999 ööpäeva. Mitu
korda rändurile tõuseb ja loojub Päike, niipalju päevi ta kan-
nabki oma laevapäevikusse. Kui ta sõidaks vastupidises suu-
nas, siis saaks ta ühe üleliigse päeva.

Et sellised arusaamatused ei korduks, määrati rahvus-
vahelise kokkuleppega kindlaks nn. daatumiraja ehk
kuupäevaraja. See raja langeb ligikaudu ühte 12. tunnivöötmel
keskjoonega, s. o. meridiaaniga, mille geograafiline pikkus
Greenwich'ist on 180°. See joon läbib Beringi väina Aasia ja

Ameerika vahel ja kulgeb edasi lõunasse läbi Vaikse ookeani, mitte kusagil maismaad riivates. Kogu 12. vöötmele on kella-aeg üks ning sama: 12 tunni võrra Greenwich'i ajast ees või 12 tunni võrra taga, mis on seesama. Kuid päev kalendri järgi on kummalgi pool daatumiraja alati isesugune: rajast lääne pool (Aasia pool) — ühe ööpäeva võrra ameerika arvestusest ees. Niisiis võib seda raja nimetada ka jooneks, millel algab päev: iga uus kuupäev saabub kõigepealt sellel joonel. Näiteks võtavad uusaastat kõige esimestena vastu Tšuktši neeme ja Uus-Meremaa elanikud, siis Kamtšatka, Austraalia jne. elanikud. 10 tunni pärast algab uusaasta Moskva vöötmes, 17 tunni pärast New Yorgis, 20 tunni pärast San Francisco ja alles 23 tundi hiljem Alaskas ja Sandwich'i saartel.

Kujutelgem, et kuupäevarajale lähenevad üheaegselt, näiteks keskpäeval, kaks laeva, üks idast (Ameerikast), teine läänest (Aasiast). Oletame, et esimesel laeval oli esmaspäev, 1. jaanuar, aga teisel järelikult teisipäev, 2. jaanuar — seda oma ajaarvamist jätkab kumbki laev kuni keskööni. Kui aga algab uus ööpäev, siis teostatakse laeval „k u u p ä e v a m u u t - m i n e“: esimesel laeval, mis läheb Ameerikast Aasiasse, jäetakse üks päev vahele ja järgnev päev kirjutatakse kui kolmapäev, 3. jaanuar; vastupidi, laeval, mis läheneb Ameerikale, arvestatakse üks ning sama päev kahekordselt: pärast („euroopa“) teisipäeva, 2. jaanuari, tuleb järgmise päevana taas („ameerika“) teisipäev, 2. jaanuar.

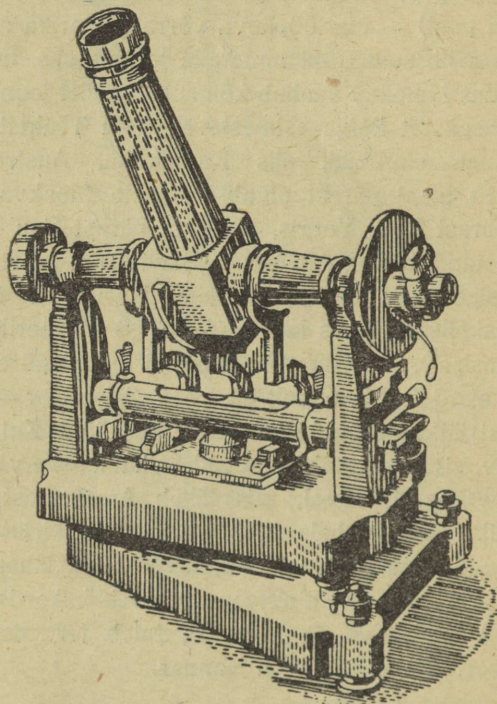
8. Aja teenistus.

Täpset kellaega saadakse müüd enamasti teada raadio kaudu. Kui raadiot ei olnud, õiendati ajanäitajaid tavaliselt kellaseppade juures, kes said kellaega teada telegraafiameteist. Kust aga saavad kellaega teada raadio ja telegraafi alal töötajad?

Sellele küsimusele on ainult üks vastus: astronoomia-

observatooriumist, sest täpne kellaaeg tehakse kindlaks astronoomiliste vaatluste abil observatooriumis ja ei kuskil mujal.

Kellaaja määramiseks observatooriumides kasutatakse nn. passaažiriista (joon. 9). See riist on üles seatud



Joon. 9. Passaažiriist.

nii, et tema pikksilm on alati suunatud meridiaanile ja sellepärast võib temaga vaadelda iga taevakeha ainult sel momendil, kui viimane läbib meridiaani (kulminatsiooni momendil); Päikest näiteks võib passaažiriistas näha ainult tõelisel keskpäeval. Seepärast teame, et siis, kui Päike ilmub selle instru-

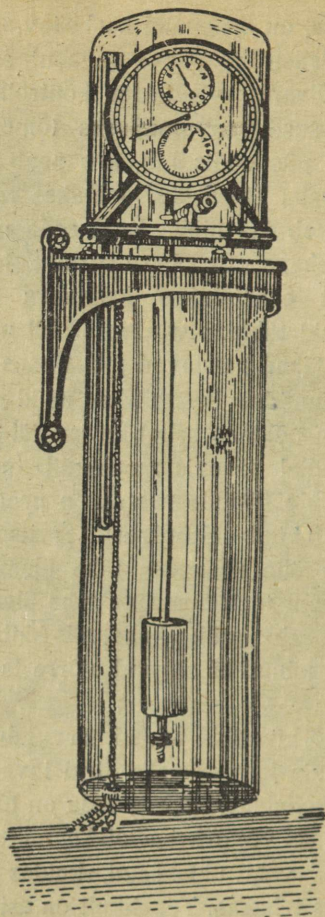
mendi vaateväljale, on saabunud keskpäev. Et aga iga päeva kohta on teada tõelise keskpäeva moment, siis võime Päikese läbimineku meridiaanist vaadeldes kontrollida oma kellasid.

Suurema täpsuse saavutamiseks tõmmatakse passaažiriista vaateväljas püstloodis niit, mis peab tähendama meridiaani. Keskpäevaks (tõeliseks) loetakse moment, mil Päikese tsentrum läheb üle niidi. Kuid seda momenti on raske täpselt kindlaks teha, sest Päikese kettal pole keskpunkti märgitud. Seepärast eelistatakse kellaega kindlaks määrata mitte Päikese, vaid tähtede vaatluste abil nende meridiaanist läbimineku, sest tähed paistavad pikksilmas punktidena.

Observatooriumides kasutatakse nüüd peaaegu eranditult seda meetodit. Ta põhineb sellel, et iga täht läbib meridiaani alati teataval kindlal täheaja momendil (nagu on seletatud peatükis 1). Paljude tähtede suhtes on need momendid nüüd täpselt kindlaks tehtud. Seepärast tarvitseb vaid passaažiriistaga vaadelda ühe niisuguse tähe ülemineku meridiaani niidist, ja astronoom teab täheaja tähe ülemineku momendil. Selle aja järgi ta seabki erilise kella, mis käib täheaja järgi, s. o. läheb ööpäevas 3 minuti 56 sekundi võrra tavalistest kelladest ette.

Olles täheaja kindlaks teinud, arvutab astronoom välja keskmise päikeseaja ja seab selle järgi tavalise kella. See on observatooriumi kohalik kellaeg; teda on hiljem kerge ümber arvutada ühtlusaajaks või dekreediaajaks, mille järgi elab rahvas.

Siin andsime vaid üldskeemi, kuidas observatooriumis kellaega kindlaks tehakse. Tegelikult on asi hoopis keerukam, sest pole võimalik valmistada absoluutselt täpset instrumenti ega teostada vaatlust absoluutse täpsusega. Seepärast määratakse tähe meridiaanist läbimineku momendi alati teatava veaga. Et seda viga võimalikult vähendada, paigutatakse vaateväljas mitte üks, vaid terve rida niite täpselt teadaoleval kaugusel üksteisest ja märgitakse ära tähe üleminek igast niidist; vaadeldakse mitte üht, vaid mitut tähte, mitte vähem



Joon. 10. Astronoomiline kell klaaskupli all.

kui 6—8; lõpuks kasutatakse erilist, osalt automaatset viisi tähe niidist ülemineku momendi registreerimiseks jne.

Kõigi nende võtete tulemusena õnnestub observatooriumides kindlaks teha kellaega ehk, nagu öeldakse, k e l l a d e

õiendust äärmiselt suure täpsusega, nimelt võimaliku veaga mitte üle kahe kuni kolme sajandiku osa sekundist! Nii-suguse, inimese tajule peaaegu tabamatu suuruse kindlakstege-mise võib tagada astronoom oma kella õiendamisel!

Kuid ei piisa aja kindlaksmääramisest, vaid tuleb osata seda ka säilitada kuni järgmise astronoomilise määramiseni. Seepärast peab observatooriumis olema eriti täpne kell, mille ajanäitamist võib kindlasti usaldada ka neil päevil, mil ei teostata kellaaja määramist tähtede järgi.

Astronoomiline kell sarnaneb oma ehituselt tavalise pendliga seinakellaga, kuigi ta ei löö tunde. Tema mehhanismi iga osa on valmistatud erakordse hoolikusega.

Erilist tähelepanu pööratakse kella valmistamisel pend-lile: käib ju kell õigesti ainult sel juhul, kui pendel võngub alati sama perioodiga. Et aga temperatuuri ja õhurõhu muutumine pendli võnkumist tugevasti mõjutab, siis seatakse observatooriumi peakell tavaliselt üles sellises ruumis, kus temperatuur vähe muutub, näiteks keldris; peale selle kaetakse ta veel kindlasti klaaskupliga, milles hoitakse alal püsiv õhu-rõhk (joon. 10).

On arusaadav, et head kella peab hoidma rappumiste eest ja teda võimalikult vähem puudutama. Seepärast näita-vadki observatooriumi kellad külastajate imestuseks sageli aega ebaõigesti. Astronoom rahuldub sellega, et ta sagëdamini teeb kindlaks ja kirjutab üles oma kella õienduse, aga kella osuteid ta ümber ei sea, sest see häiriks kella käiku. Kui sea-dagi kell täiesti õigesti, siis mõne aja pärast hakkab ta jälle ebaõiget aega näitama, sest pole olemas kella, mis käiks absoluutselt õigesti, ei läheks ette ega jääks taha. Seepärast hoolitsevad astronoomid vaid selle eest, et kell läheks ette või jääks taha iga ööpäeva jooksul võimalikult ühe ning sama suuruse võrra. Seda suurust nimetatakse k e l l a k ä i g u k s; heal kellal peab käik jääma ühtlaseks võrdlemisi pika aja jooksul. On muidugi soovitav, et käik oleks väike, siis muutub

õendus aeglaselt ja teda võib vajaliku momendi jaoks täpsemalt kindlaks määrata. Praegusaegsete parimate kellade käik on mõni sajandik sekundit ööpäeva kohta. Niisuguste kellade järgi võib saada õige aja veaga alla 0,1 sekundi isegi nädala pärast peale nende kontrollimist tähtede järgi (pärast õienduse kindlaksmääramist), niivõrd hästi nad „käivad“.

9. Troopiline aasta ja kalendriaasta.

Meie ajapõhiühik — päikese ööpäev — on väga ebakohane pikkade ajavahemikkude mõõtmiseks.

Kui tahaksime mõõta päevadega näiteks inimese eluiga, siis saaksime nii suured arvud, et meil tuleks toimida nii, nagu toimitakse alati sellistel juhtudel: võtta suurem ühik. Näiteks raskuse mõõtmisel on põhiühikuks gramm; kuid suuremate raskuste mõõtmiseks tarvitame ühikut suurusega 1000 grammi (kilogramm) ja suurusega 1000 kilogrammi (tonn). Näib, et ka ajavahemike mõõtmiseks oleks kõige lihtsam moodustada uued mõõtühikud, näiteks 100 või 1000 päeva, ja nende jaoks välja mõelda erilised nimetused. Kuid just siin tuleb nähtavale terav erinevus aja ja teiste suuruste vahel: suurem ajaühik, mis oleks nagu määratud pikkade ajavahemikkude mõõtmiseks, on antud juba looduse enese poolt ja meie ei saa seda tähele panemata jätta. See ühik on a a s t a.

Aastaaegade korrapärane, perioodiline vaheldumine, eriti parasvöötmes, on peaaegu niisama märgatav kui päeva ja öö vaheldumine; et aga aastaaegadega on seotud kogu majandusliku elu korraldus, siis hakkas inimene juba mäletamatuist aegadest kasutama aastat kui loomulikku ajamõõtu. Ja hiljem osutus aasta kõigi rahvaste kalendrites pikkade ajavahemikkude mõõtmise põhiühikuks, ning nõnda jääb see muidugi alati.

Kuid aastal on ka oma ebameeldiv iseärasus: see „suur“ ajaühik ei sisalda täisarvu „väikesi“ ühikuid — p ä e v i; nn.

troopilise aasta pikkus on, nagu juba on öeldud 2. peatükis, 365 päeva 5 tundi 48 minutit ja 46 sekundit. See osutubki rea raskuste põhjuseks.

Kujutelgem, et väikeste raskuste mõõtmiseks tarvitatakse grammi, suurte jaoks aga mitte kilogrammi, vaid naela. Et nael ei sisalda täisarvu gramme (1 vene nael on 409,54 grammi), siis võtaks grammide ümberarvutus naelteks ja vastupidi väga palju aega. Arvestuse hõlbustamiseks oleks seepärast tulnud grammide arv naelas ümmarguseks teha. Seda tehtigi meil meetrisüsteemi kehtimapanekul: meenutagem, et seni, kui rahvas polnud kilogrammidega harjunud, oli teatud aja tarvitusel üleminekumõõt 400 grammi, mida peeti naelaks.

Mis juhtub, kui hakkame mõõtma aega täpsete troopiliste aastatega?

Kujutelgem, et oleks otsustatud alates keskööst vastu 1. jaanuari 1947. a. arvutada aega troopiliste aastatega. Et tõeline aasta sisaldab peale 365 päeva veel umbes 6 tundi, siis ei alga järgmise, uue, 1948. a. 1. jaanuar mitte kell 0, vaid 1. jaanuaril umbes k. 6 hommikul; sellele järgnev 1949. a. algaks jälle samavõrra hiljem — 1. jaanuaril umbes k. 12 päeval, aga kuni selle ajani oleks veel vana, 1948. a. Aja jooksul läheb aasta algus üle teisele kuupäevale, 2., 3., 4., jne. jaanuarile. On selge, millised raskused tekiksid sellise korra puhul; seepärast pole ükski rahvas kunagi soovinudki arvata aega täpsete troopiliste aastatega.

On ilmne, et ajaarvamiseks võib tarvitada ainult niisugust aastat, milles oleks alati täisarv päevi. Et säärast aastat troopilisest aastast eristada, nimetatakse teda kodanlikuks aastaks ehk kalendriaastaks; tema pikkus peab olema võimalikult lähedane troopilisele aastale.

Nüüd jõuame kalendriküsimuses kõige tähtsama juurde. Kalendriaasta võib olla troopilisest aastast kas pikem või lühem. Vaatleme, mis toimub kummalgi neist juhtudest.

Mis juhtub, kui meeter, millega meil tuleb mõõta pikka vahemaad, on tõelisest meetrist lühem ütleme $\frac{1}{4}$ millimeetri võrra, ja me teostame mõõtmist täpsusega vaid kuni 1 mm, jättes tähele panemata suurused alla 1 mm? Seni kui mõõdame 2—3 meetri pikkust lõiku, ei teki märgatavat viga, kuid olles oma ebaõiget meetrit 4 korda edasi asetanud, oleme mõõtmisel eksinud ühe millimeetri võrra, 8 meetri mõõtmisel juba 2 mm võrra, 12 meetri puhul — 3 mm võrra jne. Näiteks nelja kilomeetri, s. o. 4000 meetri mõõtmisel teeme juba ühe terve meetri pikkuse yea.

Kuhu poole me eksime? Meie meeter on liiga lühike; mõõdetavale pikkusele mahub ta rohkem kordi kui normaalne meeter ja mõõtmise tulemusena saame suurema arvu, kui on õige. Me arvame, et oleme läbinud 4 kilomeetrit, tegelikult aga moodustab see vahemaa 3 km 999 m. Vastupidi, kui meie meeter on õigest meetrist pikem, siis saame tegelikust pikkusest väiksema tulemuse.

Sama juhtub ka aja mõõtmisel kalendriaastatega. Kui kalendriaasta on astronoomilisest aastast lühem, siis saame mõõdetavas ajavahemikus rohkem aastaid ja selle osasid, kui neid on tegelikult. Võtame kalendriaasta pikkuseks 365 päeva (nagu vanas Egiptuses) ja lihtsustamise mõttes oletame, et ta on täpselt 6 tunni võrra troopilisest aastast lühem. Aasta alguseks võtame 21. märtsi — kevade alguse momendi. Meie aasta pikkuses tehtud viga moodustab järk-järgult suurenedes 4 aasta pärast terve ööpäeva; möödub täpselt 4 troopilist aastat, saabub jälle kevadine pööripäev, kuid meie arvestuse järgi on möödunud rohkem, nimelt 4 aastat ja 1 päev ning me loeme pööripäevaks mitte 21., vaid 22. märtsi. Veel nelja aasta pärast läheb pööripäev meie kalendri järgi üle 23. märtsile, siis 24. jne.

Niisiis, kui kalendriaasta on troopilisest lühem, saabuvad niisuguse kalendri järgi aastaajad aja jooksul üha hiljemini, lähevad üle hilisematele kuupäevadele. Kui aga kalendriaasta

on troopilisest pikem, siis läheb aastaegade algus vähehaaval üle üha varajasematele kuupäevadele; kevadine pööripäev langeb 21. märtsi asemel 20., siis 19., 18. jne.

Selles näites võtsime kalendriaasta pikkuseks täisarvu päevi, mis on kõige lähedasem troopilise aasta pikkusele, ja siiski osutus, et aastaajad lähevad üle teistele kuupäevadele liiga ruttu — iga nelja aasta kohta ühe päeva võrra. Säärane edasinihkumine oleks väga märgatav juba ühe inimpõlve-kestel. Õpilasel tuleks alamates klassides pähe õppida kevade või talve alguse üks kuupäev, vanemates klassides teine, aga kõrgemas õppeasutuses võib-olla juba kolmas. 720 aasta pärast moodustaks nihkumine pool aastat, märtsist saaks sügisekuu, aga septembrist — kevadekuu, talv algaks juunis ja suvi detsembris. Lugeses kirjeldust lahingust, mis toimus teataval kalendrikuul mõne sajandi eest, ei saaks me otsekohe aru, kas see oli talvel või suvel.

Kõik need raskused pole muidugi liiga tõsised, kuid siiski on soovitatav, et aastaajad kas või mõne sajandi kestel oleksid seotud ühtede ning samade kuude ja päevadega. Kuidas seda teha?

Vastus on lihtne: kalendriaasta ei pea sisaldama alati üht ning sama päevade arvu; aeg-ajalt tuleb tema pikkust muuta, et pidada päevade arvestust taevanähtustega kooskõlas. Kui troopiline aasta sisaldaks 365 päeva ja täpselt 6 tundi, siis 4 aasta jooksul moodustaks viga täpselt ühe päeva. Vahe parandamiseks tuleks igale neljandale kalendriaastale lisada üks päev, arvata selles mitte 365, vaid 366 päeva. Siis saavutame jälle kooskõla troopilise aastaga.

Tõepoolest, 3 lihtaastat 365 päevaga ja üks 366-päevane aasta (nn. l i s a p ä e v a - a a s t a) kokku sisaldavad täpselt niisama palju päevi kui 4 aastat pikkusega 365 päeva 6 tundi. Kui kolme lihtaasta järel loetakse neljas alati lisapäeva-aastaks, siis võib ütelda, et me mõõdame aega aastaga, mis

sisaldab 365 päeva 6 tundi ehk $365\frac{1}{4}$ ööpäeva. Seda ajavahemikku, mis on

365 päeva 6 tundi = $365,25$ ööpäeva, nimetatakse juuliuse aastaks (selle nimetuse tekkimist selgitatakse allpool).

10. Kuu ja nädal.

Aasta sisaldab liiga suure arvu päevi; seepärast on vajalik omada päeva ja aasta vahepealseid mõõtühikuid. Säärased mõõddud leidis inimene Kuu liikumises.

Kuu muutumiste ilus pilt tõmbas enesele inimese tähelepanu enne kõigist teistest taevanähtustest. Üks ning sama Kuu kuju ehk, nagu öeldakse, üks ning sama Kuu faas kordub võrdlemisi lühikese ajavahemiku järel, nii et päevade arvu selles oli kaunis kerge lugeda ja meeles pidada. Nii tekkis veel üks aja mõõtühik — kuu, ajavahemik Kuu kahe ühesuguse faasi vahel, näiteks noorkuust kuni järgmise noorkuuni või täiskuust täiskuuni.

Sünoodilise kuu * täpne pikkus on 29 päeva 12 tundi 44 minutit 2,9 sekundit = $29,53059$ päeva, s. o. umbes $29\frac{1}{2}$ ööpäeva.

Peaaegu kõik rahvad hakkasid aega arvestama kuudega enne kui aastatega. Päevade hulgaks kuus võeti muidugi täisarv. Varsti aga veendusid inimesed, et kui arvata kuus alati 29 päeva, siis nihkub noorkuu hilisematele kuupäevadele; aasta jooksul näiteks läheb ta esimeselt kuupäevalt üle seitsmendale. 30-päevase kuu puhul aga toimub Kuu faaside nihkumine vastupidises suunas. Seepärast Kuu järgi elavad rahvad õppisid juba muinasajal vaheldama 30-päevaseid ja 29-päevaseid kuusid selle arvestusega, et noorkuu satuks alati kuu algusesse.

* Sünoodiliseks kuuks nimetatakse ajavahemikku Kuu kahe teineteisele järgneva samanimelise faasi (tavaliselt noorkuu) vahel. (Tõlki ja.)

Praegu elame mitte kuu-, vaid päikesekalendri järgi. Meie kuu ei ole kooskõlas Kuu liikumisega, ja ainult selle ajaühiku nimetus tuletab meile meelde tema tekkimist. Jääb üle veel üks aja mõõt, nimelt *seitsmepäevane nädal*. Selle tekkimine on samuti seotud Kuu liikumisega: üks neljandik sünoodilisest kuust, näiteks ajavahemik esimesest veerandist täiskuuni, on ligikaudu seitse päeva. Et aga nelja kuuveerandi, s. o. sünoodilise kuu tõeline pikkus on poolteise ööpäeva võrra neljast nädalast suurem, siis juba järgmisel sünoodilisel kuul ei satu Kuu faasid samadele nädalapäevadele, millistel nad olid eelmisel kuul, vaid ühe või kahe päeva võrra hilisemaile.

Arvestus nädalate viisi tekkis kauges muinasajas babüloomlastel (kaldealastel), hiinlastel ja mõningatel teistel rahvastel. Vanad kreeklased ja roomlased nädalat ei tundnud; ta tungis Rooma Idast ühes kristlastega. Hiljem laenati Egiptusest komme nimetada nädalapäevi Päikese, Kuu ja viie planeedi nimedega. Need nädalapäevade planeedinimed on lääneeuroopa keeltes säilinud kuni meie ajani.

11. Kalendrite kolm liiki.

Sünoodiline kuu, nagu teame, ei sisalda täisarvu ööpäevi. Aasta omakorda ei sisalda täisarvu sünoodilisi kuusid: 12 sünoodilist kuud (kuu-aasta) annavad kokku kõigest 354 päeva 8 tundi 49 minutit.

Niisiis pole ööpäev, kuu ja aasta omavahel nii kooskõlas, nagu on näiteks sentimeeter, meeter ja kilomeeter. Sellest hoolimata on inimesed alati püüdnud neid mitmesuguseid ajamõõte kuidagi kooskõlastada. Seepärast leiame inimkonna ajaloos mitut liiki kalendreid, s. o. päevade ja aastate arvestamise mitmesuguseid süsteeme, nimelt *kuu-, päikese-kuu- ja päikesekalendreid*.

Kuukalendri näiteks osutub muhamedi kalender, mille järgi muhameedlased arvestavad oma pühi. Kuud sisaldavad neil

vaheldumisi 29 ja 30 päeva, nii et iga kuu esimene päev langeb tavaliselt päevale, mil taevast ilmub „noor kuu“. Aastad selles kalendris on samuti kuu-aastad, kord 354, kord 355 päeva pikad, keskmiselt 11 päeva võrra lühemad päikeseaastast, nii et muhameedlastele saabub uusaasta meie kalendri järgi alati 11 päeva võrra varem kui möödunud aastal. Kujutagem, et mingil aastal oli muhamedi uusaasta meie uusaasta lähedal, s. o. detsembri lõpul. Kolme aasta pärast on ta rohkem kui ühe kuu võrra maha jäänud ja langeb novembri viimastele päevadele. Veel kolm aastat hiljem saabub ta oktoobris jne., iga aastaga üha varem. Lõpuks, 33 aasta pärast, langeb muhamedi uusaasta, olles kõik aastaajad läbinud, jälle ühte meie uusaastaga. Kuid selle aja jooksul on muhamedi aastaid möödunud mitte 33, vaid 34. Niisiis jõuab muhamedi ajaarvestus meie omast alati ette: iga meie 33 aastat loetakse neil 34 aastaks. Kui meil on mingi sündmuse kirjeldus, mis juhtus sel ja sel kuupäeval sel ja sel muhamedi aastal, siis võime kuupäeva järgi mõista, missuguses faasis oli sel päeval Kuu. Kuid kas oli siis suvi või talv, seda võime otsustada alles pärast küllaltki keerukat arvutust.

Päikesekuukalendri näiteks osutub juudi kalender; nüüd tarvitatakse seda ainult juudi pühade arvutamiseks. See kalender on väga keeruline: temas on aastaid, mis koosnevad 12 sünoodilisest kuust, ja aastaid, millesse kooskõlastamiseks Päikesega on vahele lisatud täiendav 13. kuu. Iga kuu esimene päev langeb selle kalendri järgi umbes kokku noorkuuga ja uusaasta saabub alati sügisel, septembris või oktoobris meie kalendri järgi.

12. Juuliuse kalender ehk vana stiil (vana kalender).

Meie kaasaegne kalender pärineb vanadelt roomlastelt. See võimas ja haritud rahvas elas kaua aega väga ebamugava kuukalendri järgi; nende aasta sisaldas 355 päeva,

olles tervelt kümme päeva astronoomilisest aastast lühem. Seepärast nihkus juba 2—3 aasta pärast aastaegade algus teistele kuudele; kui see oli juhtunud, siis tuli endise korra juurde tagasi pöördumiseks mõnda aastat pikendada, lisades sellesse täiendava 13. kuu. Kalender oli preestrite käsutuses; sageli juhtus, et nad seda võimu kuritarvitasid, pikendades või lühendasid aastat omavoliliselt. Selle tagajärjel hakati „lõikuspäeva“ pühitsema mitte suvel, vaid talvel ja vajadus kalendri reformi järele muutus edasilükkamatuks.

Selle reformi teostas Vana-Rooma riigimees Julius Caesar, kes saavutas 46. a. e. m. a. kõrgeima võimu. Algul tahtis ta nähtavasti Roomas lihtsalt kehtima panna egiptuse päikesekalendrit, s. o. arvata aastas alati 365 päeva (aga mitte 355, nagu tegid roomlased). Kuid Caesari nõuandja, egiptuse astronoom Sosigenes, pani ette egiptuse kalendrit täpsustada — nimelt arvata igasse neljandasse aastasse üks lisapäev (veebruaries, mida tollal peeti aasta viimaseks kuuks). Selle päeva lisamine peaaegu kaotab vahe, mis tekib 4 aasta jooksul. Nagu varem nägime, moodustab viga 4 aastaga umbes terve ööpäeva; kevadine pööripäev nihkub ühe päeva võrra edasi, hilisemale kuupäevale: kui ta oli näiteks 21. märtsil, siis nihkub ta 22. märtsile. Kui me aga arvame selle aasta veebruaris 28 päeva asemel 29 päeva, siis on päev, mis möödunud aastal oleks olnud 1. märts, nüüd 29. veebruar, 2. märts on 1. märts, 22. märts — 21. märts, ja pööripäev langeb jälle samale kuupäevale, millel ta oli 4 aasta eest.

Uut kalendrit hakatigi Julius Caesari järgi nimetama juuliuse kalendriks. See on sama kalender, mida nüüd nimetatakse vanaks stiiliks ehk vanaks kalendriks.

Juuliuse kalender on väga sobiv oma lihtsuse poolest, eriti neil juhtudel, kui on vaja (nagu seda astronoomias ette tuleb) täpselt arvutada, mitu päeva on möödunud mingi kahe, teineteisest kauge sündmuse vahel. Lisapäev veebruaris

liidetakse aastatele, millede arv jagub neljaga, näiteks 1940, 1944, 1948. Neid aastaid nimetatakse lisapäeva-aastateks.

13. Kuidas tekkis lisapäeva-aasta venekeelne nimetus „ВИСОКОСНЫЙ ГОД“?

Et vastata sellele küsimusele, tuleb esmalt jutustada päevade arvestamisest Vana-Roomas.

Roomlased lugesid kuupäevi lõpust alates umbes nii, nagu kooliõpilased päevi, mis jäävad kuni koolivaheajani. Igas kuus oli kolm päeva, mis kandsid erilisi nimetusi: esimest kuupäeva nimetati kalendadeks (sellest on tulnud sõna „kalender“), 5. (mõnedel kuudel 7.) — noonideks, 13. (või 15.) — iidideks. Kõiki ülejäänud kuupäevi märgiti päevade arvuga, mis jäid lähimate kalendade, noonide või iidideni. Näiteks selle asemel, et ütelda 28. veebruar, öeldi: „teine päev enne märtsi kalendasid“ (mitte esimene, nagu arvaksime meie), 27. veebruari asemel — „kolmas päev enne märtsi kalendasid“ jne. Kui veebruarisse tuli liita lisapäev, siis ei paigutatud teda millegipärast mitte kuu lõppu, vaid 23. ja 24. veebruari vahele. 23. veebruari nimetasid roomlased seitsmendaks päevaks enne märtsi kalendasid. 24. veebruari — kuuendaks. Nii loeti veebruari päevi lihtaastas (seitsmes enne märtsi kalendasid, kuues enne märtsi kalendasid jne.), aga lisapäeva-aastas loeti pärast seitsmendat päeva enne märtsi kalendasid kaks päeva järjest ühe ning sama arvuga — „kuues päev enne märtsi kalendasid“ ja „veel kord kuues“ ehk „kuues-bis“. Ladina keeles nimetati kuuendat kuupäeva „sextus“ ja „veel kord kuuendat“ — „bissextus“; seepärast sai aasta, mis sisaldas sellist lisapäeva, nimetuse „bissextilis“. Venelased kuulsid seda nimetust kreeklastelt, kes hääldasid b-d v-na; sellepärast muutus see sõna meil sõnaks „високос“.

Seepärast on ebaõige kirjutada „ВЫСОКОСНЫЙ“, nagu mõnikord juhtub nägema. See sõna pole vene tüvega ega oma mingit seost sõnaga „ВЫСОКИЙ“ (kõrge).

14. Kuidas tekkisid kuude nimetused?

Vana-Roomast pärinevad ka kuude nimetused. Muinasajal alustasid roomlased uusaastat kevadel ja lugesid kuusid lihtsalt numbri järgi; esimeseks kuuks oli see, mida nüüd nimetatakse märtsiks. Kuid hiljem on arvnimetused säilinud vaid neljal kuul — seitsmendast kuni kümnendani; oktoober näiteks tähendab ladina keeles (mida kõneldi Vana-Roomas) „kaheksas kuu“. Ülejäänud kuud on ümber nimetatud; neli on nimetatud jumaluste järgi — Janus'e, Mars'i, Maia ja Juno — ning kaks Julius Caesari ja tema järglase Augustuse järgi. Veebruari ja aprilli kuu nimetuste tekkimise suhtes pole ajaloolased kokkuleppele jõudnud.

Päevade arv kuudes polnud algul mitte täiesti niisugune kui nüüd: kuuendal kuul oli 30 päeva, aga veebruaris (viimases kuus) oli lihtaastal 29 päeva ja lisapäeva-aastal 30 päeva. Kui aga kuues kuu otsustati ümber nimetada augustiks, siis lisati sellele üks päev (et ta võrduks Julius Caesari nimelise kuuga). See päev võeti jällegi veebruarikuust; sellest ajast peale sisaldab veebruar kord 28, kord 29 päeva.

15. Kuidas algas meie ajaarvamine?

Sageli küsitakse: „Mis aastast algas meie ajaarvamine? Kas tõesti esimesest aastast?“ Kaugeltki mitte esimesest, nagu kohe näeme.

Vana-Roomas arvestati aastaid mitmesugusel viisil; näiteks arvati aastaid alates „Rooma linna asutamisest“ (olguigi et keegi täpselt ei teadnud, millal Rooma oli asutatud). Rooma ajaarvamine püsis Lääne-Euroopas ka pärast Rooma riigi langust. Alles 1284. aastal „pärast Rooma linna asuta-

mist“ esitas õpetatud munk Dionysius ettepaneku arvata aastaid „Kristuse sündimisest“.

Ilma mingisuguste tõestusteta teatas ta, et Kristus sündis 532 aastat tagasi ja sellepärast tuleb järgmist aastat nimetada 533. aastaks pärast Kristuse süüdi. Alles sellest aastast peale algaski meie ajaarvamine.

Aga kust võttis Dionysius arvu 532? Asi seisab selles, et see arv on järgmiste arvude korrutis:

$$28 \times 19 = 532.$$

Arvul 28 on huvitav omadus: 28 aasta pärast langevad kuupäevad jälle samadele nädalapäevadele; näiteks olid 1945. aastal kõik kuupäevad samadel nädalapäevadel kui 1917. aastal. Seda reeglit nimetatakse Päikeseringiks.

Arv 19 on seotud teise huvitava reegluga, mida nimetatakse Kuu ringiks: 19 aasta pärast langevad samad Kuu faasid (noorkuu, täiskuu) samadele kuupäevadele. Näiteks on 1947. a. Kuu faasid samadel kuupäevadel kui 1928. a. See pärast läheb ülestõusmispüha, mida tuleb pidada esimesel pühapäeval pärast esimest kevadist täiskuud, 532 aasta pärast jälle samale kuupäevale juuliuse kalendri järgi. See arv on sobiv ka teiste kirikukalendri arvestuste jaoks. Seepärast Dionysius selle valiski, Kristusest enesest aga teadis ta niisama vähe kindlat, kui kõik teisedki inimesed.

Seega on meie ajaarvamine niisama tingimuslik nagu juudi usundlik ajaarvamine „maailma loomisest peale“. Juudi ajaarvamise järgi osutub meie 1947. a. 5708. aastaks, nii et „maailma loomine“ pidi olema kõigest 3761 aastat enne meie ajaarvamist.

Mainime muuseas, et teaduse andmetel kestab elu Maa peal juba umbes miljard aastat, kui mitte rohkem, ja planeet Maa on tekkinud hõõguvast udugugust mitte vähem kui 3 miljardi aasta eest.

16. Juuliuse kalendri ebatäpsus.

Lugeja on arvatavasti juba märganud, et juuliuse kalender ei ole väga täpne. Tõeliselt on astronoomiline aasta 11 minuti 14 sekundi võrra juuliuse aastast lühem. See vahe pole isenesest suur, kuid ta võib siiski meie aastaaegasid teistele kuupäevadele nihutada, nagu see juhtus, näiteks, Vana-Egiptuses, ainult et nihkumine toimub siin hoopis aeglasemalt ja teises suunas. Egiptlastel oli aasta liiga lühike (kõigest 365 päeva), seepärast nihkus neil iga aastaga kevade (ja teiste aastaegade) algus üha hilisemale kuupäevale, iga nelja aasta jooksul ühe päeva võrra. Juuliuse kalendris aga on aasta tõelisest pikem ja seepärast nihkub kevade alguspäev varajasemale kuupäevale.

Mitme aasta pärast on vahe kasvanud ühe ööpäeva pikkuseks? Ilmselt nii mitme aasta pärast, mitu korda 11 minutit 14 sekundit sisaldub 24 tunnis, s. o. peaaegu täpselt 128 aastat. 3-päevane viga tekib 384 ehk umbes 400 aastaga.

Meie ajaarvamise järgi 325. aastal, mil Nikaia kirikukogus koostati esmakordselt mitte enam „paganlikku“, vaid kristlikku kalendrit, oli kevadine pööripäev 21. märtsil. Kuid sajandite möödudes hakati märkama, et tõeline kevade algus (mil päev ja öö on ühepikkused) ei lange kokku sellega, mida näitab kalender. XVI sajandi teiseks pooleks moodustas lahkumine 10 päeva; tõeline pööripäev oli juba 11. märtsil, kalendri pööripäevaks, 21. märtsiks, oli päev aga juba niivõrd pikenenud, et vahe silma torkas.

Õieti öeldes polnud sellest erilist häda. Mispärast peab pööripäev tingimata alati langema 21. märtsile? On tähtis vaid, et aastaajad mitte üleliia kiiresti ei nihkuks teistele kuudele, nagu see oli näiteks Egiptuses. See oligi juuliuse kalendriga saavutatud. Seepärast on tema täpsus kodanliku elu jaoks täiesti küllaldane. Teadusele on ta samuti väga sobiv oma lihtsuse poolest; tõsi küll, ta on ebatäpne, kuid absoluutselt täpset kalendrit ei saagi olla. Ja kui asi on nii, siis on peaaegu

ükskõik, kas vahe aasta kohta on 11 minutit või 11 sekundit, kui parandus tuleb niikuinii välja arvutada. Mispärast tunnis-tati juuliuse kalender siiski mitterahuldavaks ja asendati nn. uue stiiliga ehk uue kalendriga?

Paljud arvavad, et seda on tehtud teaduse nõudel. Kuid see pole õige. Uus ehk gregooriuse kalender võeti tarvitusele mitte teaduslikel, vaid eranditult kiriklikel kaalutlustel. Väga võimalik, et kui seda reformi poleks teostatud XVI sajandil, vaid et ta meie ajani oleks edasi lükatud, siis teda kas poleks üldse teostatud või oleks ta teostatud teisiti.

17. Gregooriuse kalender ehk uus stiil (uus kalender).

Pärast juuliuse kalendri mitmesajandilist tarvitamist märkasid katoliku kiriku tegelased, et pühi ei-pühitsetud neil päevil, mis olid kiriku reeglite poolt määratud. Eriti suurt ärevust tekitas neile ülestõusmispüha päeva küsimus.

Nikaia kirikukogu reegli järgi tuli ülestõusmispüha pühit-seda esimesel pühapäeval pärast esimest kevadist täiskuud; esimeseks kevadiseks täiskuuks arvatakse täiskuu, mis on 21. märtsil või hiljem. Nähtavasti arvasid reegli koostajad, et kevad algab alati 21. märtsil. Kuid sajandite jooksul nihkus astronoomilise kevade algus aegamisi 11. märtsile, reegel aga jäi muutmatuks. Kui täiskuu oli, ütleme, 20. märtsil, siis oli see täiskuu ilmselt kevadine, sest kevad oli alanud juba 9 päeva eest, kuid kiriku reegli alla see ei käinud, sest ei olnud veel 21. märts. Seepärast tuli ülestõusmispüha pidada pärast järgmist täiskuud, mis oli alles 18. aprillil. Ülestõusmispüha, mis pidi olema kevade alguse lähedal, eemaldus sellest aega-pidi ja nihkus suve poole.

Ülestõusmispüha päeva väljaarvutamine iga aasta jaoks nõuab Kuu liikumise arvutamist; keskaegsed õpetlased teos-tasid seda väljaarvutust erilise teaduse, nn. pashaalia reeglite kohaselt. Arusaadav, et ülestõusmispüha päeva eemaldumine pööripäevast neid häiris, aga Nikaia kirikukogu reeglit ei või-

nud nad muuta. Sellepärast tekkis mõte muuta päevade arvestust ennast, s. o. kalendrit. Oli vaja: 1) viia kevadine pööripäev tagasi sellele kuupäevale, millele ta langes Nikaja kirikukogu aastal, s. o. 21. märtsile, ja 2) võtta tarvitusele abinõud selleks, et ta tulevikus võimalikult kauemini püsiks sellel kuupäeval. Teiste sõnadega, ühelt poolt oli vaja parandada tekkinud viga ja teiselt poolt — kõrvaldada vea tekkimise põhjus.

Selle sihiga kutsus paavst Gregorius XIII 1582. a. kokku erilise komisjoni astronoomidest ja vaimulikest. Komisjon võttis vastu kalendri paranduse viisi, mille esildas itaallane Lilius, ja paavsti dekreediga pandi see muudatus kehtima kõigis katoliiklikes maades.

Muudatus seisis järgmises:

1. Kästi pärast 4. oktoobrit 1582 lugeda järgmine päev mitte 5., vaid 15. oktoobriks, s. o. jätta vahele 10 päeva. Sellega oli parandatud 1200 aasta jooksul tekkinud viga ja kevade algus oli 1583. a. jälle 21. märtsil.

2. Et edaspidi ei tekiks uuesti viga, otsustati iga 400 aasta tagant jätta arvestusest välja need 3 päeva, mille võrra juuliuse kalender tõelisest maha jääb. Selleks tuleb kolmest lisapäeva-aastast igaühelst üks päev ära jätta, s. o. lugeda need lihtaastateks, igaüks 365 päeva. Need aastad tuleb valida muidugi nõnda, et nad kergesti meelde jääksid; on sobiv valida need näiteks täissajandiliste, s. o. sajandite viimaste aastate hulgast (näiteks aastad 1600, 1700, 1800). Et aga iga nelja sajandi kestel on niisuguseid aastaid neli, ent mitte kolm, siis jääb üks nendest lisapäeva-aastaks, nagu juuliuse kalendris, ülejäänud kolm aga muutuvad lihtaastateks. Seepärast soovitas Lilius tulevikus lugeda täissajandeist lisapäeva-aastateks ainult need, kus sajandite arv jagub neljaga.

Niisiis jäi 1600. a. uue arvestuse järgi lisapäeva-aastaks, aga aastad 1700, 1800 ja 1900 muutusid lihtaastateks; neile järgnev sajandiline aasta, 2000 jääb lisapäeva-aastaks. Tõepoolest,

kustutades neis arvudes kaks nulli, saame 16 ja 20, mis jaguvad neljaga, 17, 18 ja 19 aga ei jagu.

Kõigil teistel aastatel peale sajandi lõppaastate on lisapäeva-aastate arvestamine ka gregooriuse kalendris samasugune, nagu juuliuse kalendris: kolme lihtaasta järel tuleb neljandana lisapäeva-aasta.

Uus kalender võeti kord-korralt kõigis kultuurriikides tarvitusele, kõige hiljem Türgis (1927. a.) ja Egiptuses (1928. a.). Tsaari-Venemaal tõsteti uue kalendri kehtimapaneku küsimus mitu korda üles, kuid alati tagajärjetult, sest õigeusu kirik „kartis, et kalendri reformiga võib toimuda pashaalia rikkumine“. Nõnda öeldakse kalendri reformi komisjoni aruandes 1899. a. See „rikkumine“ seisab selles, et ülestõusmispüha päeva arvutamisel uue kalendri järgi võib mõnikord kristlik ülestõusmispüha sattuda juutide paasapühaga ühele päevale.

Pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni pandi meil uus kalender kehtima peaaegu otsekohe, nimelt 1. veebruarist 1918. Selleks ajaks oli vana ja uue kalendri vahe veelgi suurenenud. XVI sajandil moodustas vahe 10 päeva ja aastal 1600 ta ei muutunud, sest see aasta oli mõlema kalendri järgi lisapäeva-aasta. Kuid aastal 1700 oli vahe juba 11 päeva, sest selle aasta veebruaris oli vana kalendri järgi 29 päeva, uue järgi aga ainult 28; aastal 1800 suurenes vahe samal põhjusel 12 päevani, aastal 1900 — kuni 13 päevani, ja niisuguseks ta jääb kuni aastani 2100.

Kui meil pandi kehtima uus kalender, siis loeti 1918. a. 1. veebruari asemel 14., 2. asemel 15. ine. Nädalapäevad aga jäid endisteks.

18. Gregooriuse kalendri ebatäpsus.

Nagu juba teame, ei sisalda troopiline aasta täisarvu päevi; peale selle muutub aastatuhandete jooksul tema pikkus veidi kord ühele, kord teisele poole. Sellepärast ei saa kalendriaasta

jaoks välja mõelda lihtsat ja kindlat reeglit, mille järgi aasta-ajad, ütleme, kümnete tuhandete aastate jooksul algaksid ühtedel ning samadel kalendri kuupäevadel. Teiste sõnadega, täiesti täpset kalendrit ei saa olla; ei ole täiesti täpne ka gregooriuse kalender, kuid selle viga on kerge arvestada.

Lilius võttis juuliusse kalendri veaks 400 aasta kohta täpselt kolm päeva; kuid see on ebatäpne. Juuliusse kalendri igaaastane viga on 11 minutit 14 sekundit; 400 aasta kohta teeb see 3 päeva 2 tundi 53 minutit. Sellest veast parandatakse kolme lisapäeva väljajätmisega ainult 3 päeva, aga 2 tundi 53 minutit jäävad. Selline on gregooriuse kalendri ebatäpsus 400 aasta kohta. See viga kasvab täieks ööpäevaks 3300 aastaga. Alles selle aja möödumisel nihkub kevadine pööripäev 21. märtsilt 20. märtsile. See aastaaegade nihkumine on niivõrd tühine, et ta ei oma mingit praktilist tähtsust, ja igapäevase elu vajadusteks osutub gregooriuse kalender parimaks kõigist võimalikest, eriti lisapäeva-aastate jaotuse reegli lihtsuse tõttu.

Veidi teissugune on asi teaduslikust küljest. Matemaatik ütleb, et gregooriuse kalendris toimub kalendriaasta keskmise pikkuse tasandamine liiga pika aja (400 a.) jooksul, ja esildab lisapäeva-aastate jaotamiseks mitu viisi, mille abil tekkiv viga kustutatakse täpsemalt ja märksa kiiremalt.

Esimene viis: 29 aasta pikkusel ajavahemikul lugeda 7 lisapäeva-aastat ja 22 lihtaastat. Teine, täpsem viis: 33 aastast arvata 8 lisapäeva-aastaiks ja 25 lihtaastaiks. Lõpuks kolmas, kõige täpsem viis: 128 aastast lugeda 31 lisapäeva-aastaiks ja 97 lihtaastaiks.

Samuti pole ka astronoomile gregooriuse kalender alati sobiv, sest et selles mitte iga neljas aasta ei osutu lisapäeva-aastaks. Seepärast, olgugi et kõigi maade astronoomid eranditult tarvitavad vaatlustel juba ammu uut kalendrit, kui on vaja näit. täpselt teada saada, mitu päeva on möödunud kahe ajaliselt üksteisest kauge sündmuse vahel, siis osutub mõnikord

kohasemaks teostada päevade arvutust vana kalendri järgi ja alles siis üle minna uuele kalendri.

Seega omab uus kalender vanaga võrreldes vaid selle paremuse, et temas nihkuvad aastaajad märgatavalt teistele kuupäevadele ainult mõne aastatuhande möödudes. Ja siiski peab soovima, et see ajaarvestus meil kiiremini kindlasti juurduks, et rahvas lakkaks alati eneselt küsimast: „Missugune kuupäev on täna vana kalendri järgi?“ Selleks tuleb kirikul täielikult üle minna uuele stiilile. Ammu on öeldud, et tarvitada ühel ning samal maal kaht kalendrit, olgugi väga head, on pahem kui tarvitada üht halba.

Sageli juhtub kuulma ütlusi, et uus kalender on õige, aga vana ebaõige. See, kes nii räägib, arvab, et välismaine teadus on teinud imeteldava „avastuse“, nimelt et inimesed eksisid, mõeldes lihtsameelselt, et täna on 1. kuupäev, ja tõendas, et täna pole 1., vaid 14. kuupäev. Esitatakse ka sääraseid küsimusi: „Vana kalendri järgi on täna 1., uue järgi 14. kuupäev, aga missugune kuupäev on siis täna tõeliselt?“ Kui mõttetu selline küsimus ongi, võib teda kahjuks isegi haritud inimestelt kuulda. See moodustab sobiva paariku tuntud küsimusele, mida pidasin anekdoodiks, seni kui lugesin teda küsimuslehekesel, mis anti avalikul loengul: „Kuidas sai teadus taevatähtede nimed teada?“

Nagu pole tähtedel nimesid, vaid nad on neile antud inimeste poolt, samuti ei ole aastal kindlat algust; tema päevad iseenesest ei ole nummerdatud, vaid inimesed nummerdavad ja nimetavad neid nii, kuidas see on neile kohane.

19. Uue kalendri projektid.

Mille poolest on meie ajaarvestus ebakohane? Niisugust küsimust arutati mitmete maade astronoomide kongressil 1922. a. Roomas. Toodi ette mitmed kaasaegse kalendri puudused; peamised neist on järgmised:

1. Kalendri kuud on melja liiki: 28, 29, 30 ja 31 päevaga.

2. Aasta kvartalid (veerandaastad) on samuti mitmesuguse pikkusega, 90—92 päeva.

3. Kuupäevad ei ole kooskõlas nädalapäevadega, nii et kuupäeva järgi ei saa otsekohe ütelda, mis nädalapäev see on.

Tegelikult jagub arv 365 ainult 5 ja 73-ga. Et kõik kuud oleksid ühepikkused, tuleks aasta jagada 5 „kuuks“, igaüks 73 päeva, mis oleksid ebakohased, mitte üksnes oma suure pikkuse, vaid ka selle poolest, et neid ei saaks kuidagi jäägita võrdseteks „nädalateks“ jagada. Kui aga jagada aasta 73 viiepäevaseks „nädalaks“, siis ei saa nendest „nädalatest“ kuidagi moodustada ühepikkusi „kuusid“. Seepärast peavad kuud isegi lihtaastas olema mitmesuguse pikkusega ja ei ole võimalik täielikult kõrvaldada kalendri puudusi; neid võib ainult vähendada.

1923. a. loodi Rahvasteliidu juures kalendrireformi erikomitee. See vaatas läbi ja laskis trükkida umbes 200 projekti, mis olid esitatud mitmesuguste organisatsioonide ja eraisikute poolt, ning soovitas neist projektidest kahte Rahvasteliidu Nõukogule. Esimeses projektis esildati jagada aasta 13 kuuks, igaühes 25 päeva, s. o. 4 nädalat, ja üks päev (lisapäeva-aastas aga kaks päeva) jätta „ilma kuupäevata“, väljaspoole kuude koosseisu. Rahvasteliidu Nõukogu võttis vastu teise projekti, mis seisab järgmises:

Kõik aasta kvartalid on ühepikkused, igaühes 91 päeva, s. o. 13 nädalat. Iga kvartali esimene kuu (jaanuar, aprill, juuli ja oktoober) sisaldab 31 päeva, teised kuud — 30 päeva. Iga kvartal, samuti ka iga aasta, algab alati ühel ning samal nädalapäeval (pühapäeval).

Nõnda on üsna kerge kuupäeva järgi nädalapäeva kindlaks teha ja pealegi igas kvartalis ühtemoodi. Et neli võrdset kvartalit kokku sisaldavad vaid 364 päeva, siis lisatakse pärast 30. detsembrit vahele, nagu esimeses projektiski, üks päev ilma kuupäevata ja ilma nädalapäeva märkimiseta; see

on rahvusvaheline uusaasta puhkepäev. Lisapäeva-aastal oleks samasugune puhkepäev veel pärast 30. juunit.

Uus kalender kavatseti kehtima panna alates 1939. a., kuid see ei teostunud meile kõigile teadaolevatel poliitilistel põhjustel. On võimalik, et kui lahendatakse tähtsamad rahvusvahelised probleemid, tuleb järjekorda ka kalendri parandamine, sest see küsimus võib lahendamist leida muidugi ainult rahvusvahelises maastabis.



Sisukord.

	Lk.
Sissejuhatus	3
1. Maa pöörlemine. Tähe-ööpäev ja täheaeg	4
2. Päikese aastane liikumine	10
3. Tõeline päikeseaeg	12
4. Keskmise päikeseaeg	13
5. Kohalik aeg ja ühtlusaeg	16
6. Dekreediaeg	22
7. Kus algab päev?	23
8. Aja teenistus	25
9. Troopiline aasta ja kalendriaasta	30
10. Kuu ja nädal	34
11. Kalendrite kolm liiki	35
12. Juuliuuse kalender ehk vana stiil (vana kalender)	36
13. Kuidas tekkis lisapäeva-aasta venekeelne nimetus „високос- ный год“?	38
14. Kuidas tekkisid kuude nimetused?	39
15. Kuidas algas meie ajaarvamine?	39
16. Juuliuuse kalendri ebatäpsus	41
17. Gregooriuuse kalender ehk uus stiil (uus kalender)	42
18. Gregooriuuse kalendri ebatäpsus	44
19. Uue kalendri projektid	46

Vastutav toimetaja

G. Kusmin.

Tehniline toimetaja

H. Seletus.

Ladumisele antud 14. II 48.
Trükkimisele antud 30. III 48.
Paberi kaust 56 × 79. $\frac{1}{16}$. Trüki-
poognaid $3\frac{1}{8}$. Autoripoognaid
2,2. Arvestuspoognaid 2,42.
MB 01030. Laotihedus trpg.
35300. Tiraaz 5200. Trükikoja
tellimus nr. 359.

Trükikoda „Hans Heidemann“
Tartu, Vallikraavi 4.

Hind rbl. 2.—

И. Ф. Полак, Время и кален-
дарь.

На эстонском языке.

Эгосиздат „Научная Литера-
тура“, Тарту.

RK „TEADUSLIKU KIRJANDUSE” KIRJASTUSEL
1947/48. AASTAL ILMUNUD POPULAARTEADUSLIKUD
TEOSED.

	Lk.	Hind
Bajan, O., Esimesed Kesk-Aasia uurijad	76	Rbl. 3.—
Dorfman, V. A., Elus ja eluta loodus	44	„ 2.—
Dzerdzejevski, B. L., Ohumeri	42	„ 3.—
Frolov, J. P., Jutustusi füsioloogiast	140	„ 6.—
Iljin, M., Jutustusi asjadest	343	„ 15.—
Iljin, M., Mäed ja inimesed	240	„ 5.—
Iljin, M., ja Segal, J., Kuidas inimesest sai hiiglane	196	„ 6.—
Ivanovski, M., Päikese perekond	194	„ 8.75
Joffe, A. F., Elektri laeng	46	„ 2.—
Keller, B. A., Kuidas tekkis elu maakeral	44	„ 2.—
Kostõkov, J., Imelamp	120	„ 5.—
Kunitski, R. V., Päev ja öö. Aastaajad	37	„ 2.—
Lunkevitš, V. V., Kohutavad loodusnähtused	138	„ 8.—
Makarenko, A., Raamat lastevanemaile	410	„ 12.—
Netšajev, I., Jutustusi elementidest	160	„ 8.—
Orlov, V., Leiduri saladus	165	„ 6.50
Poljakov, G. I., Närvisüsteemi evolutsioon	97	„ 5.—
Russel, H. N., Päikesesüsteem ja selle tekkimine	126	„ 10.—
Saveljev, L., Jäljed kivil	334	„ 10.—
Subbotin, M., Maakera tekkimine ja iga	48	„ 2.—
Svešnikov, M. P., Klaasi saladused	217	„ 12.—
Pilper, J., Pilte ja hääli Eesti loodusest	192	„ 12.—
Fučik, J., Viimne raamat	148	„ 3.50

A-16558

Ilmumas:

Trükipoognaid
ca

Aristov, G., Maa ja meri	4½
Bubleinikov, F., Maa-aarded	5
Darwin, Ch., Naturalisti reis ümber maailma purjekal „Beagle”	25
Fersman, A. E., Jutustusi teadusest ja selle loojaist	35
Katšinski, N., Mulla tekkimine ja elu	5
Kogumik „Vestlusi loodusest ja inimesest”	17
Novikov, N. I., Elu tekkimine maakeral	2
Perelman, J., Elav matemaatika	11
Pereiman, J., Huvitav füüsika I	17
Polak, I., Aeg ja kalender	2
Polak, I., Astronoomia kõigile	17
Safonov, V., Elu mõistatus	15
Serebrovski, A., Jutustusi bioloogiast	10
Zavadovski, B., Eluprotsesside keemilised regulaatorid	3
Tumerman, L., Valgus ja selle allikad	4
Veitkov, F., Elektri edukäik	20

Lugejale.

Palume lugejaid avalöada oma arvamusi RK „Teadusliku Kirjanduse” kirjastusel ilmuvate populaarteaduslike teoste sisu, tehnilis-kunstilise kujunduse jne. kohta ning teha omapoolseid ettepanekuid, milliseid konkreetseid teoseid või milliste alade käsitlust soovitakse meie populaarteaduslikus sarjas näha.

Arvamused ja ettepanekud saata RK „Teaduslikule Kirjandusele”, Ülikooli 18, Tartu.

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00498107 4

48 268