

# Aeg & Kalender

Ivari Horm

ranger@deepdust.com

- **Aeg**  
*Mis on aeg? Ajaga seotud probleemid. Kas aeg saab kunagi otsa?*
- **Kalender**  
*Ajaarvamise ja kalendri tutvustus. Kalendriga seotud astronoomilised sündmused ja mõisted*

Aeg

Ivari Horm

ranger@deepdust.com

- Sündmuse kestuse määramine  
*Tund kestab 45 minutit.*
- Hetk, millal sündmus aset leidis  
*Kool algab hommikul kell kaheksa.*

- Kellad on ebatäpsed
- Aja möödudes kahe kella vaheline erinevus suureneb
- **Kumb kell mõõdab “õiget aega”?**



- Kell käib liiga kiiresti (jookseb ette)
- Kell käib liiga aeglaselt (jääd maha)
- **Mille suhtes kiiresti või aeglaselt?**

- Keha, millele ei mõju ükski jõud, liigub ühtlase (püsiva) kiirusega ja sirgjooneliselt
- Kiirus püsiv, kui võrdsete ajavahemike jooksul läbitakse võrdsed teepikkused
- Kuidas mõõta “võrdset ajavahemikku”, kui kell valetab?

- Milline aeg on õige?
- Kas on olemas üks ühine aeg kogu universumi jaoks?
- Kuidas seda mõõta saaks?



- Ajast, mida mõõta ei saa, pole kasu
- Lihtsam leppida teadmiseга, et ühtset õiget aega pole
- Paljud füüsikaseadused kaotaksid sellisel juhul mõtte

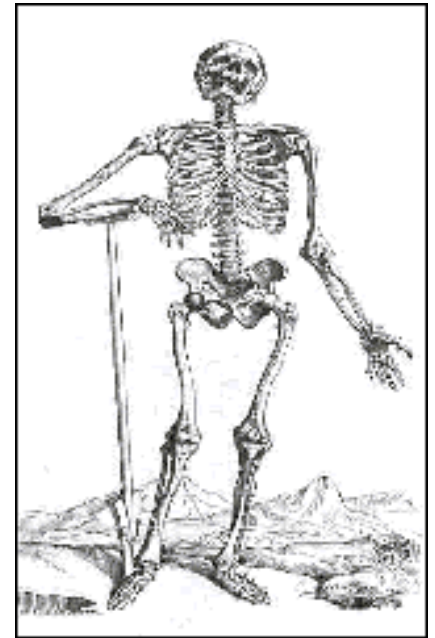
- Einsteini üldrelatiivsusteooria
- Aega võib mõõta ka mõne protsessi toimumise kiirusega  
*Aatomituuma lõhustumine, valguse levimine*
- Valguse kiirus vaakumis  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$



- Ilma akendeta püsiva valgusega suletud ruum
- Ruumis on inimene ja apelsin
- Mille järgi tajub inimene aja kulgemist?



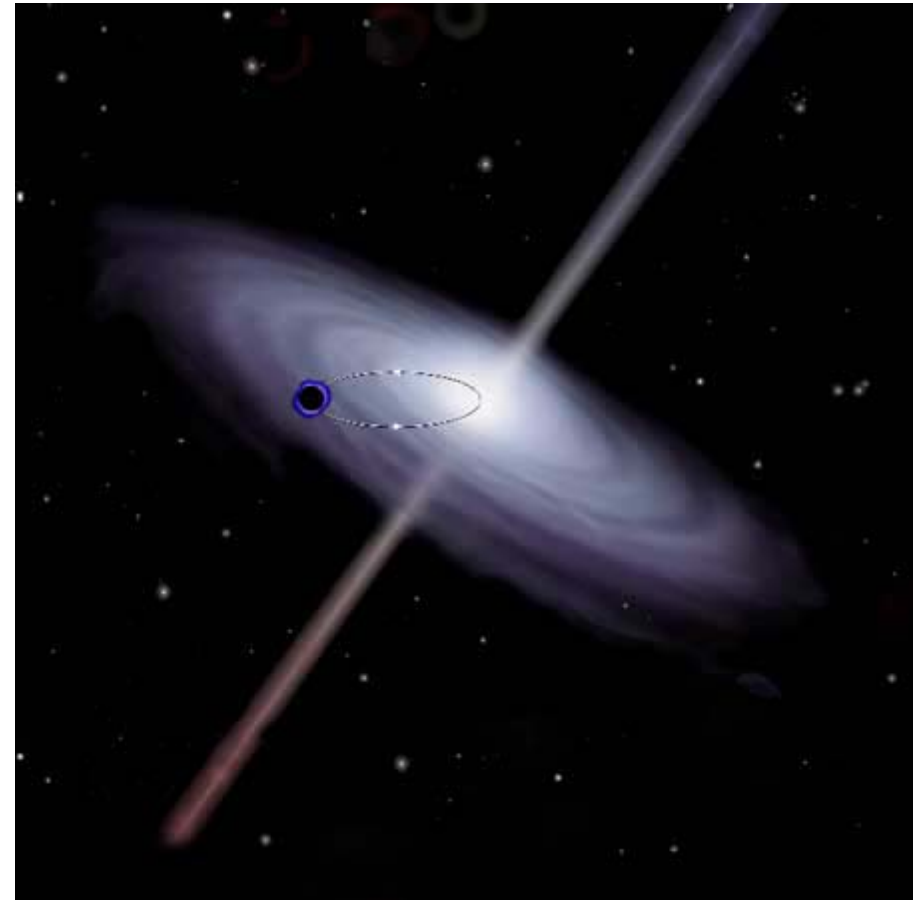
- Aega võib vaadelda muutuste toimumise jadana



- Muudatused märgivad aja kulgu
- Peatame kõik protsessid ja toimuvad muutused
- Kas aeg jääb sel juhul seisma või liigub edasi?

- Tekib massiivse tähe hävimisel
- Tuumakütus põlenud, soojust enam pole
- Täht “vajub omaenese raskuse all kokku”
- Kogu tähe mass on koondunud ühte väikesesse punkti ja muutub aina pisemaks ja tihedamaks

- Selles punktis on külgetõmbejõud (gravitatsioon) ülisuur
- Ühel hetkel on vaja tähelt pääsemiseks liikuda suurema kiirusega kui valguse kiirus
- Ka valgus ei suuda enam sealt peegelduda, tekkinud on “must auk”



# Aja kulgemine mustas augus

- Mustas augus enam muudatusi toimuda ei saa
- Seega peaks seal sees aeg seisma jäänud olema



- Kui kogu universum kokku kukus, kas siis jääks aeg lõplikult seisma?

- Kui mustas augus aeg seisma ei jää, siis mis seal tegelikult toimub?

- Aja kulgemise kiirust on võimalik muuta
- Mida kiiremini ruumis liikuda, seda aeglasemalt aeg kulgeb

- Kiirus võib olla ka negatiivne (vastassuunaline)
- Kui aja kiiruse saaks muuta negatiivseks, võiks ajas tagasi rännata

- Siiani pole keegi kohanud ühtegi turisti tulevikust
- Vastuolus füüsikaseadustega  
*Termodünaamika II printsiip*

- Soojus ei saa kanduda külmemalt kehalt kuumemale
- Pall ei saa kukkuda alt üles
- Katkiläinud asjad ei saa iseeneslikult terveneda



- Segaduse mõõtühik
- Aja möödudes entroopia alati kasvab, s.t. segadus suureneb
- Ajas rändamine tähendaks entroopia vähenemist, mis ei ole võimalik



- **What is Time?**  
*Lee Smolin*
- **What is Time?**  
*John Sankey, <http://www.sankey.ws/time.html>*
- **The Winged Chariot of Time**  
*Think Quest Team*
- **What is Time?**  
*John Thomas Nordberg*
- **Black Holes and Neutron Stars**  
*<http://www.eclipse.net/~cmmiller/BH/blkmain.html>*

# Kalender

Ivari Horm

ranger@deepdust.com

- Universumi algus umbes 16 miljardit ( $16 \cdot 10^9$ ) aastat tagasi
- Bioloogilise aja algus umbes 4 miljardit aastat tagasi  
*Püsiva vedela vee tekkimine*
- Varaseimad kalendrid pärinevad aastast 30 000 e.Kr.

- Põhinevad üldjuhul astronoomilistel sündmustel
- Inimeste jaoks tähtsaimad objektid on Päike ja Kuu

- Maa liikumine ümber päikese
- Troopiline aasta – periood kahe kindlaksmääratud punkti (pööripäeva) vahel

Troopilise aasta ligikaudne kestus	
1900	365,242196
Hetkel	365,242190
2100	365,242184

- Kuu liikumine ümber maa
- Tänapäeval ei kattu kalendrikuuga
- Sünoodiline kuu – aeg, mille jooksul Kuu teeb oma teekonnal täisringi

<b>Sünoodilise kuu ligikaudne kestus</b>	
1900	29.5305886
Hetkel	29.5305889
2100	29.5305891

- $1 \text{ troop\_aasta} \neq N * \text{synood\_kuu}$
- Meie kalendris oleva 12 kuuga ei säili aasta ja kuu vaheline seos
- 19 troopilist aastat on ligikaudu 234,997 kuud
- Seda nimetatakse metooniliseks tsükliks

- *Golden number*
- Antud aasta asukoht metoonilises tsüklis
- $kuldne\_nr = ( aasta \bmod 19 ) + 1$



- Kristliku maailma kalendri aluseks on maa pöörlemine ümber päikese, kuu tsüklitega pole mingit seost
- Islamimaade kalender põhineb kuu liikumisel, aasta ei oma tähtsust
- Heebrea kalender on seotud nii maa pöörlemisega ümber päikese kui kuu liikumisega ümber maa

- Kahte sorti
- Päikeseseisak ja võrdpäevasus
- Sõltub maa asukohast päikese suhtes
- Lõunapoolkeral pool aastat hiljem kui põhjapoolkeral

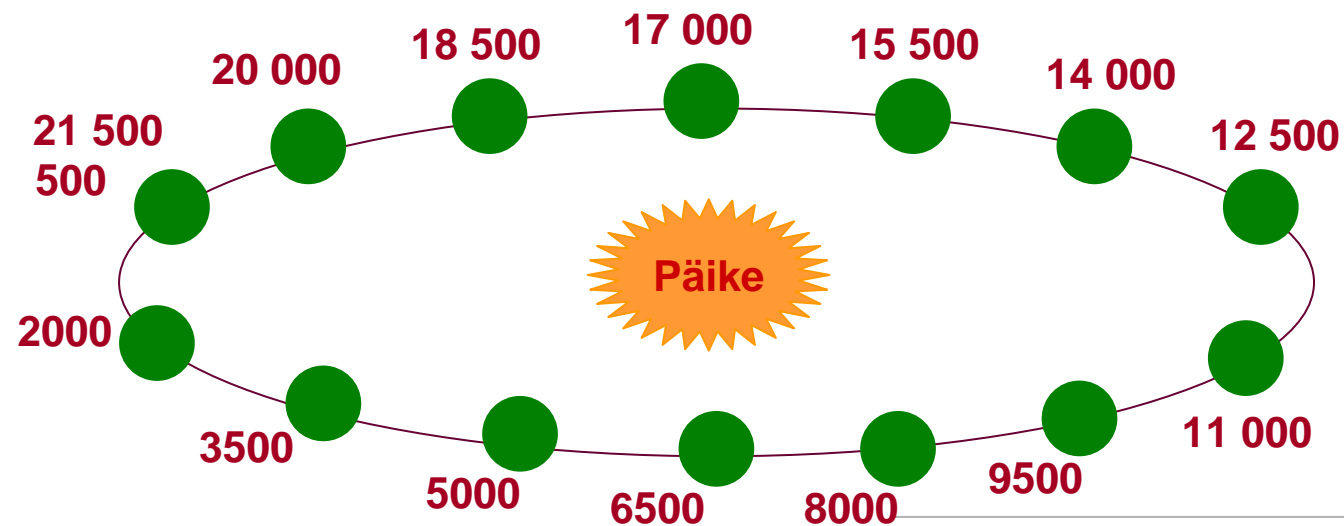
- *Solstice*
- Päikeseseisak, solstiitsium

Pööripäevad	
<b>Talvine</b> ( <i>winter solstice</i> )	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Päike kõige kaugemal lõunas</li><li>▪ Lühim päev</li><li>▪ Umbes 21. detsembri paiku</li></ul>
<b>Suvine</b> ( <i>summer solstice</i> )	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Päike kõige kaugemal põhjas</li><li>▪ Pikim päev</li><li>▪ Umbes 21. juuni paiku</li></ul>

- *Equinox*
- Võrdpäevasus, ekvinooktsium

Pööripäevad	
<b>Kevadine</b> ( <i>vernal equinox</i> )	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Päike ületab ekvaatori, liikudes põhja poolt lõuna suunas</li><li>▪ Päevad võrdsed</li><li>▪ Umbes 20. märtsi paiku</li></ul>
<b>Sügisene</b> ( <i>autumnal equinox</i> )	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Päike ületab ekvaatori, liikudes lõunast põhja suunas.</li><li>▪ Päevad võrdsed.</li><li>▪ Umbes 22. septembri paiku</li></ul>

- Kahe pööripäeva vaheline aeg ei ole võrdne troopilise aastaga
- Igal aastal nihkub pööripäev veidi edasi
- Täisring umbes 21 000 aastaga



- 45. a e.Kr. kuni 1500...1900
- Troopilise aasta pikkuseks võeti  $365\frac{1}{4} = 365,25$
- Iga nelja aasta tagant üks liigaasta
- Kalender nihkub umbes 128 aasta jooksul ühe päeva edasi

- Troopiline aasta jääb 128 aasta tagant ühe päevaga maha
- Lihavõtete arvutamine oli ebatäpne
- Alguses liigaastaid ei arvestatud  
*Parandus kalendrisse tehti jooksvalt*

- Kalender tuli välja vahetada täpsema vastu
- Liigsed päevad tuli kõrvaldada  
*1582. aastaks oli kalender nihkunud 10 päeva edasi.  
Need tuli kõrvaldada*



- Troopilise aasta pikkus  $365\frac{97}{400} = 365,2425$
- Iga 400 aasta kohta peab olema 97 liigaastat
- Iga 3300 aasta tagant nihkub kalender ühe päeva võrra ette

# Gregoriuse kalendri liigaastad

- Iga neljaga jaguv aasta on liigaasta
- Iga sajaga jaguv aasta ei ole liigaasta
- Iga neljasajaga jaguv aasta on liigaasta

# Üleminek Gregoriuse kalendrile

- Sõltuvalt üleminekuajast tuli kõrvaldada kalendrist liigsed päevad
- Eestis: 31. jaanuar 1918  $\Rightarrow$  14. veebruar 1918

Üleminekuaastad	Kõrvaldatavate päevade arv
1500	10
1600	10
1700	11
1800	12
1900	13

- Milline on liigaastas liiane päev?
- Seotud Rooma kalendriga ja tähtpäevade pidamisega

Tavaline aasta	Liigaasta
22. veebruar	22. veebruar
23. veebruar	23. veebruar
	24. veebruar
24. veebruar	25. veebruar
25. veebruar	26. veebruar
26. veebruar	27. veebruar
27. veebruar	28. veebruar
28. veebruar	29. veebruar

- *Solar Cycle*
- Kuupäevade ja nädalapäevade vaheline seos

- Juuliuuse kalendris kordub iga 28 aasta tagant
- Gregoriuse kalendris ei tohi vaadeldav periood ületada aastat, mis jagub 100-ga aga ei jagu 400-ga
- Päikesetsükliks nimetatakse 28 aastat

- Gregoriuse kalendris kordub nädala- ja kuupäevade vaheline seos alati iga 400 aasta tagant
- Seega on antud kalendri tõeline “päikesetsükkel” 400 aastat

- *Solar Number*
- Antud aasta asukoht päikesetsüklis
- $p\_number = (aasta + 8) \bmod 28 + 1$



- Etteantud daatumi nädalapäeva leidmise valem
- $d$  väärtus (0...7) näitab nädalapäeva.

$$a = \frac{14 - kuu}{12}$$

$$y = aasta - a$$

$$m = kuu + 12a - 2$$

$$d = \left( päev + y + \frac{y}{4} - \frac{y}{100} + \frac{y}{400} + \frac{31m}{12} \right) \bmod 7$$

d	Päev
0	Pühapäev
1	Esmaspäev
2	Teisipäev
3	Kolmapäev
4	Neljapäev
5	Reede
6	Laupäev

- Millisel nädalapäeval olete sündinud?

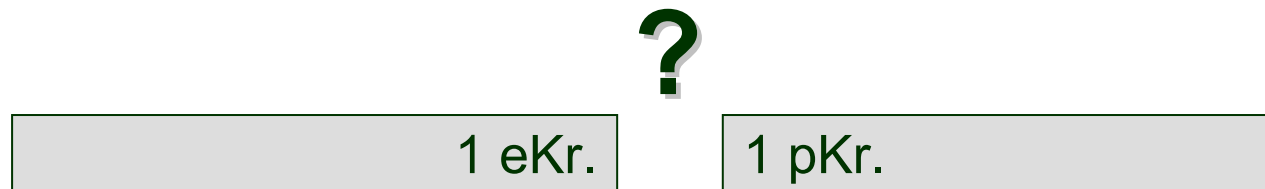
# Kalendri uuestikasutamine

- Millal saab suvalise aasta kalendrit uuesti kasutada?
- Millal langevad antud aasta kuu- ja nädalapäevad taas kokku?

Aasta	Taaskasutamine
Liigaasta	28
Esimene aasta pärast liigaastat	6, 17, 28
Teine aasta pärast liigaastat	11, 17, 28
Kolmas aasta pärast liigaastat	11, 22, 28

- Pole alati alanud 1. jaanuaril
- Caesar määras aasta alguseks 1. jaanuari
- Kirikule see ei meeldinud, 567. aastal otsustati seda muuta

Aasta algus	Aasta lõpp
1. märts	28/29. veebruar
1. jaanuar	31. detsember
25. märts	24. märts
Laupäev enne lihavõtteid	Reede enne lihavõtteid
25. detsember	24. detsember



- Aastat 0 ei ole olemas  
*Roomlastel selline number puudus*
- Jeesus sündis vähemalt 4 aastat eKr.  
*Matteuse evangeeliumi järgi on Jeesus sündinud Herodes Suure ajal, kes suri 4. aastal eKr.*

- Tuhandeaastane ajavahemik
- *2000s* – kahetuhandendad aastad

<b>Millennium</b>	<b>Kestus</b>
1. millennium	1 – 1000
2. millennium	1001 – 2000
3. millennium	2001 – 3000

<b>Enne meie ajaarvamist</b>	
BC	Before Christ
BCE	Before Common/Christian Era
e. m. a.	enne meie ajaarvamist
e. Kr.	enne Kristuse sünni

<b>Meie ajaarvamise järgi</b>	
AD	Anno Domini ( <i>Kristuse aastal</i> )
CD	Common/Christian Era
m. a. j.	meie ajaarvamise järgi
p. Kr.	pärast Kristuse sünni

- *Julian Period*
- Lühendid BC, AD, e.Kr., p.Kr. on ebamugavad kasutada
- Igat aastat võiks tähistada positiivse täisarvuga
- Näitab, mitu aastat on möödunud 1. jaanuarist 4713 e.Kr.



- 4713 aastal e.Kr. olid nii Päikesenumber kui Kuldne number võrdsed 1-ga.
- 2004. aasta on 6717 Julianuse Aasta
- Kalender kehtib kuni 1. jaanuarini 3268 p.Kr. (7980 aastat)

- *Julian Day Number (JD)*
- Näitab, mitu päeva on möödunud 1. jaanuarist 4713 e.Kr.
- 1. jaanuar 2000 p.Kr. = 2451545JD
- Mõnel pool tähistab JD ka käesoleva aasta algusest möödunud päevade arvu

- Daatumi teisendamise JD-numbriks
- Allolev valem kehtib ainult Gregoriuse kalendri vahemikus

$$a = \frac{14 - kuu}{12}$$

$$y = aasta + 4800 - a$$

$$m = kuu + 12a - 3$$

$$JD = paev + \frac{135m + 2}{5} + 365y + \frac{y}{4} - \frac{y}{100} + \frac{y}{400} - 32045$$

- Leida tänast päeva tähistav JD-number

- **Frequently Asked Questions About Calendars**  
*Claus Tøndering,*  
*<http://www.tondering.dk/claus/calendar.html>*