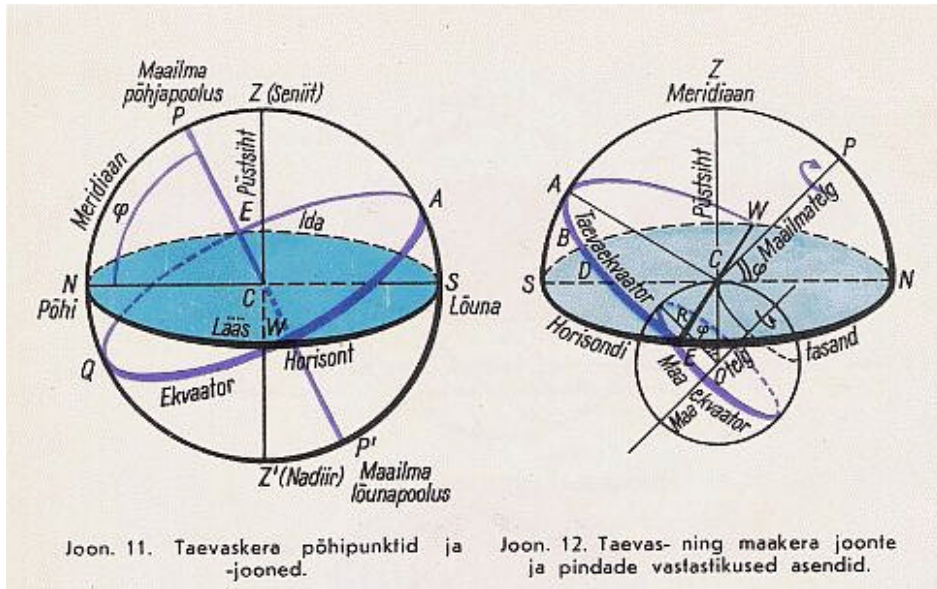


## Kooliastronoomia põhivalemid.

Siintoodu on kokkuvõte Vorontsov-Veljaminovi kooliastronoomia õpikust, mida aegajalt modifitseerides kasutati vene aja lõpuni. Arvan, et selle füüsikalise-matemaatilise tausta võiks abiks olla.

### 1. Taevakoordinaadid



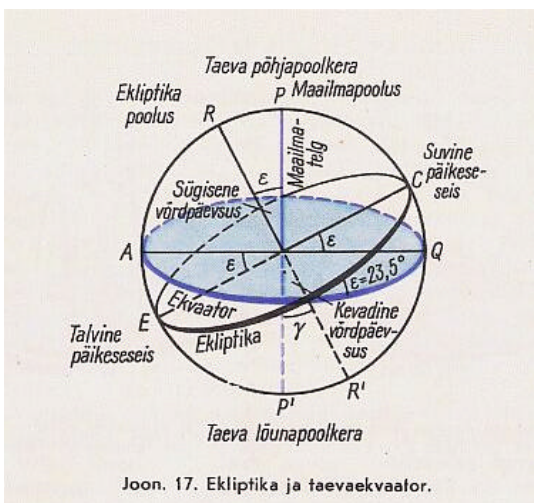
Valemeist pakutakse taevakeha kulminatsioonikõrguse arvutamist:

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta$$

ja kraadimõõdu teisendamist tunnimõõtu:

$$XX^\circ YY' ZZ'' ? \quad XX^\circ, XXX ? \quad : 15 = XX^h, XXX ? \quad XX^h YY^m ZZ^s, ZZ$$

Ekliptika kohta on järgmine joonis:

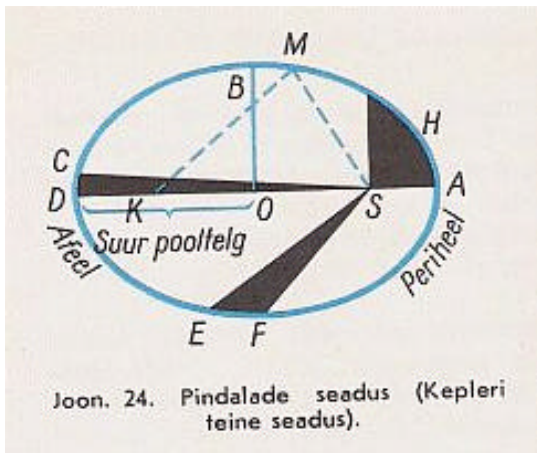


Siin on võrdpäevsusi märkivad nooled sihitud küll valesse kohta, aga küll te selle vea korda panete.

Hea oleks veel teada ka tähtkujusid: kevadine võrdpäevsus Kalades (Jäära märk), suvine Kaksikutes (Vähi märk), sügisene Neitsis (Kaalude märk) ja talvine Amburis (Kaljukitse märk).

Ekliptika põhjapoolus asub Lohe tähtkujus.

## 2. Planeediorbiidid ja Kepleri seadused



$$1. \quad e = \frac{OS}{OA}$$

$$AS = OA - OS = OA - eOA = OA(1 - e)$$

$$DS = OA + OS = OA + eOA = OA(1 + e)$$

2. Planeedi raadiusvektor katab võrdsetes ajavahemikes võrdsed pindalad

$$3. \quad \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

NB! Joonisele märgitud “Afeel” ja “Periheel” vastavad punktidele D ja A, mitte kaartele.

## 3. Konfiguratsioonid ja sünoodilised perioodid:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{pl}} - \frac{1}{T_{Maa}} \quad \begin{array}{l} S > 0, \text{ kui siseplaneet} \\ S > 0, \text{ kui välisplaneet} \end{array}$$

Konfiguratsioonid:

- Ühendus, kui taevakehad on Maalt vaadeldes samas suunas;
- Vastasseis, kui asuvad vastassuundades
- Kvadratuur, kui vaatekiired on täisnurga all

Nurkkaugust Päikesest nimetatakse ka elongatsiooniks

## 4. Gravitatsioon.

$$P = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

“Parandatud” Kepleri III seadus:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} \cdot \frac{M_1 + m_1}{M_2 + m_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

...ja näide Päikese ümber tiirleva Maa ning Maa ümber tiirleva Kuuga:

$$\frac{T_{Maa}^2}{T_{Kuu}^2} \cdot \frac{M_{Päike} + m_{Maa}}{m_{Maa} + m_{Kuu}} = \frac{a_{Maa}^3}{a_{Kuu}^3}$$

Pange numbrid sisse ja proovige. Õpikus on näiteks ülesanne:

*Määrata Jupiteri mass, võrreldes Jupiteri ja tema kaaslast süsteemiga Maa-Kuu.*

*Jupiteri kaaslaste kaugus Jupiterist on 422 tuhat kilomeetrit ja tiirlemisperiood*

*1.77 ööpäeva. Andmed Kuu kohta on teil teada.*

### 5. Maa kuju ja mõõtmed. Lapikus:

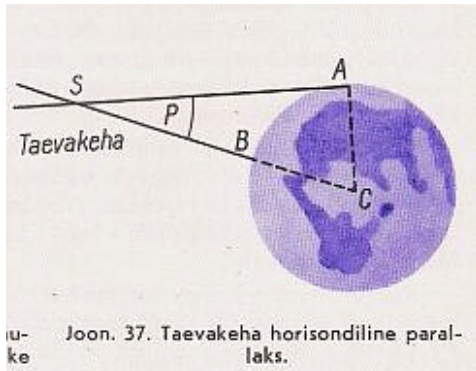
$$\varepsilon = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298} \quad \left( = \frac{21.4 \text{ km}}{6378.2 \text{ km}} \right)$$

Raskuskiirenduse valem:

$$g = G \frac{M}{R^2}$$

NB! Vaata ka õpiku “Kosmoloogia” lisateksti “Veekera”.

### 6. Taevakehade kaugused.



Joon. 37. Taevakeha horisondiline paralaks.

Kaugus Maa keskmest planeedini:

$$SC = D = \frac{R}{\sin p}$$

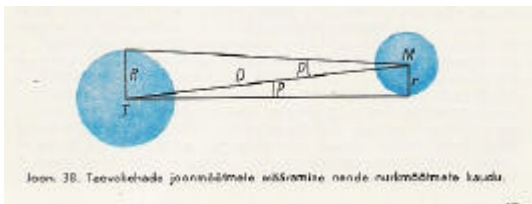
Ehk, arvestades “väikeste nurkade seadust”

$$D = \frac{206265}{p''} R$$

(nurk radiaanides ~ selle nurga siinus)

Ühes radiaanis on 206265 kaaresekundit.

### 7. Taevakehade mõõtmed.



Joon. 38. Taevakehade joonvõtmiste mõõtmise nende nurkmõõtmete kaudu.

$$r = \frac{\sin q}{\sin p} R$$

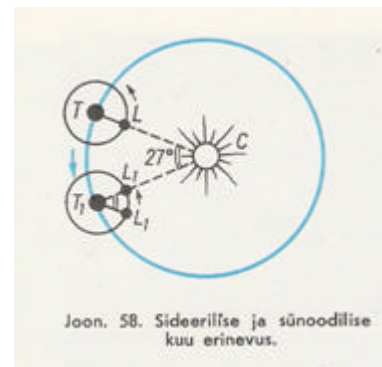
Kui nurkläbimõõt ? on radiaanides, siis

$$R = D?$$

### 8. Sünoodiline ja sideeriline kuu

Sünoodiline periood (faaside periood) on Kuu tiirlemisperiood Päikese suhtes Maalt vaadatuna; sideeriline periood on tegelik tiirlemisperiood (tähtede suhtes).

Kuu L läbib ööpäevaga  $360 : 27.3 \sim 13$  kraadi. Sama ajaga liigub Maa oma orbiidil kaare TT', mis on umbes  $27.3 : 365.24 \times 360 \sim 27$  kraadi. Kuul kulub Maa ja Päikese suhtes samasse asendisse jõudmiseks veel  $27 : 13 \sim 2$  ööpäeva.



Joon. 58. Sideerilise ja sünoodilise kuu erinevus.

### 9. Tähtede kaugused

$$D = \frac{206265}{p''} \text{ a.u.} = \frac{1}{p''} \text{ pc}$$

### 10. Tähesuuruste $m$ arvutamise valemid:

$$\frac{I_1}{I_2} = 2.512^{(m_2 - m_1)}$$

$$\frac{D_0^2}{D^2} = 2.512^{(M - m)}$$

kus  $D$  on tähe kaugus,  $M$  aga tähe absoluutne heledus ( $D_0 = 10$  pc kauguselt vaadatuna). Pogsoni valem:

$$M = m + 5 - 5 \log D = m + 5 + \log p''$$

**11. Doppleri efekt.** Tähe vaatesuunaline liikumine vaatleja suhtes muudab spektrijoonte lainepikkusi:

$$\lambda = \lambda_0 \left(1 + \frac{v}{c}\right)$$

kus  $\lambda_0$  on spektrijoone laboratoorne lainepikkus,  $v$  aga tähe vaatesuunaline kiirus, mis loetakse positiivseks kui täht kaugeneb ja negatiivseks, kui täht läheneb.

### 12. Kaksiktähed:

Komponentide vaheline kaugus astronoomilistes ühikutes:

$$A(\text{a.u.}) = \frac{a''}{p''}$$

Komponentide massid leitakse valemitega

$$m_1 + m_2 = A^3 T^2; \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

### 13. Täht kui absoluutselt must keha:

Kiirgusvõime (Päikese ühikutes, st Päikese heledusega võrreldes)

$$\frac{L}{L_\odot} = \frac{4\pi r^2}{4\pi r_\odot^2} \frac{I}{I_\odot} = \left(\frac{r}{r_\odot}\right) \left(\frac{T}{T_\odot}\right)^4$$

Tähe läbimõõt heleduse ja temperatuuri järgi:

$$r = \sqrt{L} \left(\frac{T_\odot}{T}\right)^2 R_\odot$$

NB! Ettevaatust: valemid kehtivad ainult **kogukiirgusvõime** kohta. Kui heledused on antud tähesuurustes, kirjeldab see ainult kindlas **lainepikkuste vahemikus** antud kiirgusvõimet. Erandiks on nn. **bolomeetiline** tähesuurus, mis määratletaksegi kogukiirgusvõime järgi – siis võite  $L$  leidmisel kasutada tähesuuruste valemeid.

### 14. Tähe omaliikumised ja ruumkiirus:

$$v_\tau = 4.74\mu D \text{ km/s}$$

kus  $\mu$  on aastane nihe kaaresekundites,  $D$  aga tähe kaugus parsekites. Ruumkiiruse saame:

$$v = \sqrt{v_\tau^2 + v_r^2}$$

kus vaatesuunaline kiirus leitakse Doppleri efekti abil.

### 15. Taevakeha kauguse ja kiiruse leidmine Hubble'i seadusest:

$$v = Hd; \quad D = v/H, \text{ kus } H \text{ on Hubble'i konstant.}$$