1. Alapok

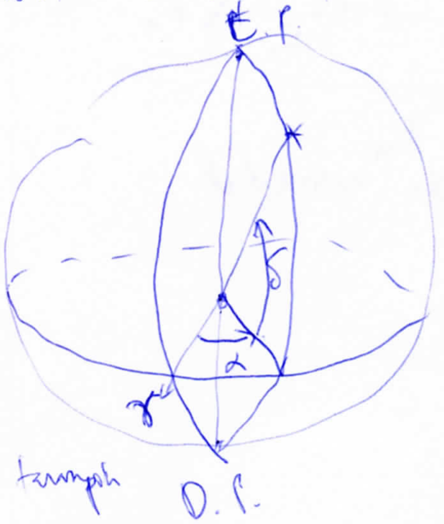
A közeli csillagok: a parallaxis nyomában

Mai előadás: . csillagászattörténet – ~~parallaxis~~ út a parallaxisig

- modern asztrometria: Hipparcos és Gaia

Pozíciós csillagászat: az egyszerű koncepciója

Ekvatoriális koordinátarendszer: égi egyenlítő, rektaszcenzió + deklináció



α, δ: ~~[illegible]~~ rekt. + dekl.

~ földrajzi ~~[illegible]~~ hosszúság és szélesség megfelelői

α: $0^h \to 24^h$

δ: $-90° \to +90°$

A koordináták lassan változnak időben a precesszió miatt: a tavaszpont vándorol

kb. 50''/év sebességgel (♈ 26000 év alatt körbe megy)

Ekv. $\alpha(t)$; $\delta(t)$: precesszió + nutáció lassú változásai

Hasonlóan hasznos az ekliptikai koord. rsz.: alapsík a Föld pályasíkja.

Ekliptikai hosszúság és szélesség. (λ, β)

$(\lambda, \beta) \leftrightarrow (\alpha, \delta)$ gömbháromszögtani átváltás + időbeli változások.

Ezek után az asztrometriai mérések tudománya:

- megmérjük az α, δ értékeket;
- korrigáljuk a műszereffektusokat
- korrigáljuk a légköri refrakciót
- korrigáljuk a Fn. felületi mozgásokra

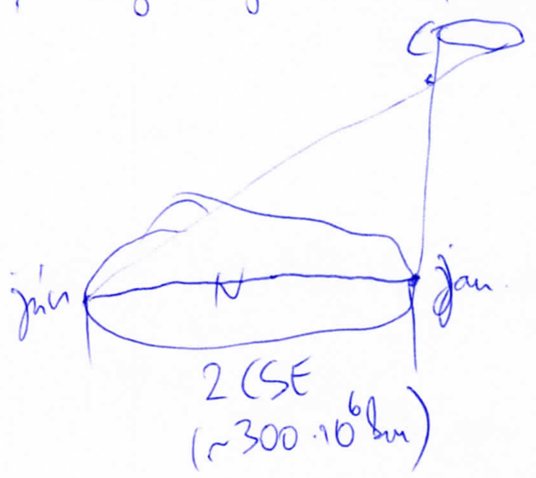
- feljegyezzük a mérés időpontját (epocha)

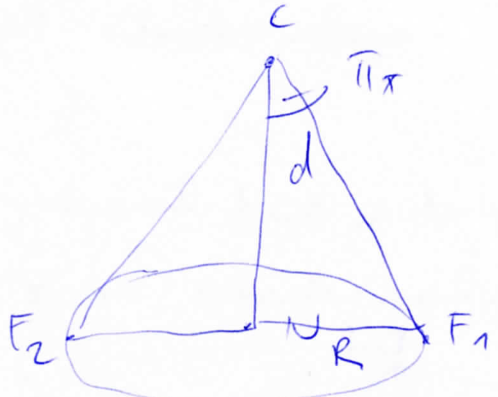
→ innen precíz csillagkoordináták

→ keressük a Δ-nak változásokat!

2. A parallaxisellipszis

A csillagot nézve változik, de a Föld 2 CSE-t elmozdul fél év alatt





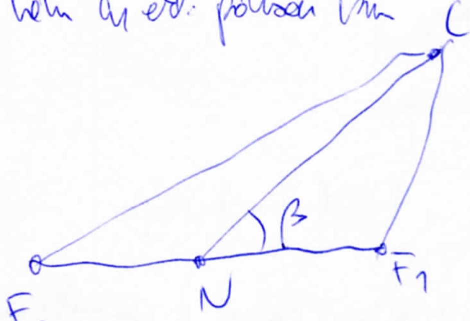
Ha C az ekl. pólusban van: látszólag „körön" ~~pályán~~ mentén mozdul el.

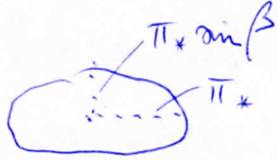
$$\sin \Pi_* = \frac{R}{d}$$ R: a földpálya sugara

Π_* kis szög, $[\Pi_*] = ''$; 1 rad = 206265″

$$\Rightarrow \Pi_*'' = 206265 \frac{R}{d}$$ ⇒ trigonometrikus parallaxis v. évi parallaxis.

Ha nem az ekl. pólusban van





3. Korai kísérletek parallaxis-mérésre

Kopernikusz, Kepler: mind azt hitte, hogy a csillagok azonos távolságra vannak

Első tudósok a ~~távol~~ egyenletesen kitöltő csillagokkal:

Thomas Digges (1543-1595) (népszerűsítette Kop.)

⇒ Nicolaus Cusanus (1401-1464)

Giordano Bruno (1548-1600): „a csillagok távoli napok, számtalan... hasonló bolygókkal, mint a Föld"

Galilei: távcsővel sokkal több csillag látszik, mint szabad szemmel → a halványabbak ~~távol~~ távolabbiak → differenciális parallaxis

Természetesen nem sikerült (akkor a csillagrendszer mozgását sem észlelte, pedig kísérletezett sokáig dolgozott vele)

Robert Hooke (1669) γ Dra

Flamsteed (1712: 3000 csillag 10"-nél pontosabb koordináták)

Ha nem megy asztrometriával, próbálkozzunk elmélettel!

Christiaan Huygens (1626-1695)

1698: első realisztikus becslés a csillagok távolságára (Sirius)

Sötét szobában egy tűlyuk képét vizsgálta a Nap fényét átengedve. Addig nagyította a tűlyuk képét, amíg a felületi fényesség meg nem egyezett a Siriuséval.

Ezt akkor észlelte, amikor a Nap képe 27 664-szer nagyobb volt a tűlyuk nézetéből.

Ha $L_{Sirius} = L_\odot \Rightarrow d_{Sirius} = 27664$ CSE belső lábzatot, nem is adott jó eredményt. (a Sirius normalizált fényességével kellett összevetni a Nap lárnyékolt képét)

Isaac Newton (Principia Naturalis)

- feltevés: - összes csillag hasonló luminozitású
  - nincs fényelnyelés a csillagközi térben

} => látszó fényesség ~ távolság

Fluxus a távolság négyzetével arányosan csökken

Newton összevetette, hogy a Sirius és a Szaturnusz fényessége hasonló.

De a Szaturnusz a Nap fényét veri vissza, ezen

$$L_{Sz} = L_\odot \times f \times A$$

f : a Szaturnusz korongja által elfogott fényenergia aránya

A : visszavert / beeső fény aránya (albedó)

Newton: $L_\odot = 1$

Két dolog kellett még: a Szaturnusz távolsága
korongjának átmérője.

Az 1672-es Mars oppozícióval már használható számadatok voltak.

Az elérhető Szaturnusz-korong alapján jó becslés volt az átmérőre is

Aztán Newton egy zseniális feltevéssel élt a Szat. felületére $A=0.75$-öt használt. (valóságban 0.76)

~~Ö~~: Szaturnusz ≈ Sirius

a Nap-tól távolságától $R_{Sz} \approx 9''$; $d_{Sz} \approx 8$ CSE;

Sz. korong: πR_{Sz}^2

Szat. távolságban Nap fénye: $4\pi d_{Sz}^2$

$$\frac{1}{4}\left(\frac{R_{Sz}}{d_{Sz}}\right)^2 \qquad \frac{R_{Sz}}{d_{Sz}} = \sin 9''$$

$$\frac{1}{4}\sin^2 9''$$

$\frac{1}{4}\pi r^2 g''$: a teljes Napkisugárzásból aránya a Szaturnusz korongja által elfogott fényből

De: a Szat. felé csak a Nap fele világít

Tehát $\frac{1}{2}\pi r^2 g''$: a Nap Szat. felé kisugárzott összfényének aránya, ami eléri a Szaturnuszt

$A = \frac{1}{4}$ → a Szaturnusz $\frac{1}{8}\pi r^2 g'' = 2.38\cdot10^{10}$ részt napfényt ver vissza.

távolság négyzetével fordított arányosság miatt

$1/\sqrt{2.38\cdot10^{-10}} = 64823$-szor messzebb levő Nap lenne olyan fényes, mint a Szaturnusz → Sírius legalább 65 000-szer messzebb van, mint a Szaturnusz.

Valószínűleg a Sírius kicsit fényesebb → többször kb. 100 ezer.

$d_{Sa} \sim 8$ CSE → $d_{Sirius} \approx 800000$ CSE!

→ $\Pi_{Sirius} \approx 0.''26$ → nagyon kicsi szög!

Halley: 1718-ban koordináták ellenőrzésébe kezdett:
4 fényes csillagnál (Sírius, Arcturus, Betelgeuse, Aldebaran) nagyon nagy különbséget talált → felfedezte a csillagok sajátmozgását

Valószínűleg sincs egyformán, a csillagok a teret benépesítik.
Viszont: a Nap sajátmozgásának közelítése → jó eséllyel kimérhető a parallaxis.

1725-1728: Bradley – aberráció felfedezése

→ egy régen elvárt újabb bizonyíték, hiszen a távcsövet be kell dönteni a Föld mozgásirányába (~20''-es effektus)

$\frac{v_{Föld}}{c}$ -vel arányos

$$\frac{30}{300000} = \frac{1}{10000}$$

$$\frac{206765}{10000} \approx 20'' \;!$$

W. Herschel: a differenciális parallaxis nyomában felfedezte a fizikai kettőscsillagokat.

Először a Castor A és B egymás körüli mozgását mérte ki → valódi kettősök, mozgásukat ugyanaz a gravitáció rendezi, mint a bolygómozgásokat a Naprendszerben.

↳ dinamikai parallaxis módszere:

M_1, M_2, T év alatt megkerülik egymást, a'' a relatív pálya félnagytengelye.

Határozzuk meg a rendszer távolságát!

Kepler III.: $(M_1+M_2)T^2 = A^3$

$$a'' = \frac{A}{d} = A \cdot \pi'' \quad \rightarrow \quad A = \frac{a''}{\pi''}$$

Kepler III-ba beírva:

$$\pi'' = \frac{a''}{\left[(M_1+M_2)\,T^2\right]^{1/3}}$$