

Hyadien etäisyys

Työohje kurssiin 766107P
Fysikaalisten tieteiden harjoitustyöt 6 op /
Tähtitieteen työt 3 op

Fysikaalisten tieteiden laitos / Tähtitieteen osasto
Oulun yliopisto

2008

1 Johdanto

Härän tähdistön kirkkaimman tähden, α Taurin eli Aldebaranin lähetyillä on paljainkin silmin havaittavissa oleva laaja tähtijoukko, Hyadit.

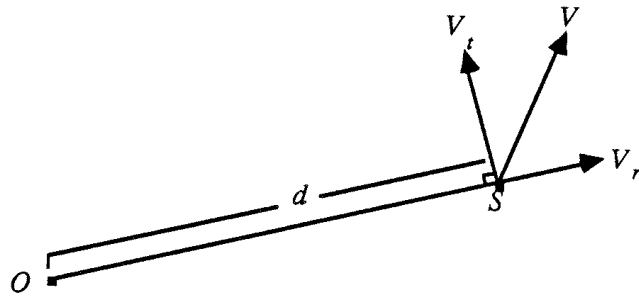
Tässä työssä tutustutaan menetelmään, jolla voidaan määrätä lähellä olevan tähtijoukon liikkeistä sen etäisyys Auringosta.

2 Tähdien ja tähtijoukon avaruusliike

Tähdien avaruusliike jaetaan tavallisesti kahteen komponenttiin. Tähdien nopeuden (v) näkösäteen suuntainen komponentti v_r on tähden säteisnopeus (radial velocity). Se ilmoitetaan yksiköissä km/s. Säteisnopeus on positiivinen tähden etääntyessä ja negatiivinen sen lähestyessä. Säteisnopeus voidaan määrittää spektristä Doppler ilmiön perusteella.

Nopeuden tangentialikomponenttia v_t [km/s] vastaava näennäinen kulmanopeus on tähden ominaisliike (proper motion) μ . Se ilmoitetaan yleisemmin yksiköissä kaarisekunti/vuosi. Tavallisesti ominaisliike jaetaan rektaskension (α) ja deklinaation (δ) suuntaisiin komponentteihin.

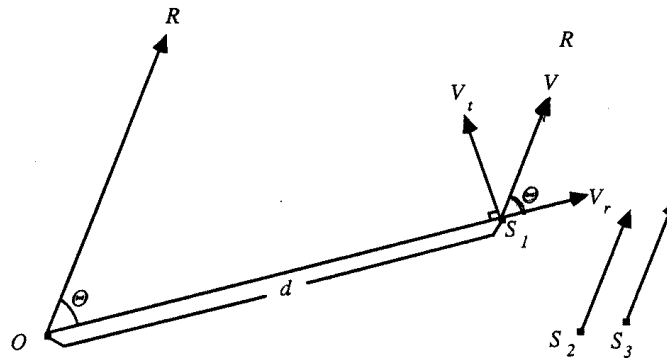
Hyadien tähtijoukon jäsenten säteisnopeudet ja ominaisliikkeet on määrittänyt varsin tarkasti. Liitteenä olevassa kuvassa on esitetty Hyadien tähtijoukko ja sen ominaisliikkeet. Rektaskensio (α) on esitetty x-akselilla ja



Kuva 1: Tähten avaruusliike

dekliinaatio (δ) on y-akselilla. Tähtiin piirretyt vektorit ilmoittavat ominaisliikkeen aiheuttaman paikanmuutoksen 18000 vuoden aikana.

Kuviota tarkasteltaessa huomataan, että ominaisliikkeet näyttävät suuntautuvan kohti yhtä pistettä. Tätä pistettä kutsutaan radiantiksi. Ilmiö on näennäinen; todellisuudessa tähdet liikkuvat jokseenkin yhdensuuntaisesti ja samalla nopeudella, mutta perspektiivin vaikutuksesta niiden etenemissuunnat näyttävät leikkaavan samassa pisteessä.



Kuva 2: Tähtijoukon avaruusliike

Radiantin ja tähden välisen kulmaetäisyyden määrittäminen suo mahdollisuuden etäisyyden mittaamiseen (Kuva 2). Pisteet S_1 , S_2 ja S_3 , jne. ovat joukon tähtiä, jotka liikkuvat yhdensuuntaisesti nopeudella v suuntaan R . Niiden etenemissuunnat leikkaavat äärettömän kaukana, joten havaitsijan O

näkösuunta radianttiin on tähtien liikkeen suuntainen. Olkoon tähden S_3 ja radiantin välinen kulma θ . Kun nyt tähden avaruusliikkeen nopeus v jaetaan säteisnopeus- ja tangentialikomponentteihin, havaitaan, että $v_r = v \cos \theta$ ja $v_t = v \sin \theta$. Kun säteisnopeus v_r voidaan määrittää spektroskopisesti, saadaan tangentialinopeus yhtälöstä

$$v_t = v_r \tan \theta. \quad (1)$$

Kun tangentialinopeutta vastaava ominaisliike on μ ja tähden etäisyys on d , seuraa yhtälöstä $v_t = \mu d$ etäisyydelle kaava

$$d = \frac{v_t}{\mu}. \quad (2)$$

Ominaisliike on yleensä annettu yksiköissä kaarisekunti/vuosi ja haluamme etäisyyden parsekeina. Kun

$$\begin{aligned} 1 \text{ rad} &= 206265'' \\ 1 \text{ vuosi} &= 3.156 \times 10^7 \text{ s} \\ 1 \text{ pc} &= 3.086 \times 10^{13} \text{ km} \end{aligned}$$

saa yhtälö 2 muodon

$$d = 0.211 \frac{v_t}{\mu} \text{ pc}, \quad (3)$$

missä v_t :n yksikkö on km/s ja μ :n kaarisekunti/vuosi.

Luettelossa ominaisliike on ilmoitettu komponenteissaan $\mu_\alpha \cos \delta$ ja μ_δ , jolloin μ on

$$\mu = \sqrt{\mu_\alpha^2 \cos^2 \delta + \mu_\delta^2} \quad (4)$$

3 Työn suoritus

1. Joukon radiantti määrätään jatkamalla lopussa olevasta kaaviosta parinkymmenen tähden liikesuuntia ja arvioimalla silmämääräisesti niiden leikkausalueen keskipiste. Ilmoita työselostuksessa radiantin koordinaatit ja liitä mukaan myös kaavio, jossa on tähtien jatkettut liikesuunnat.

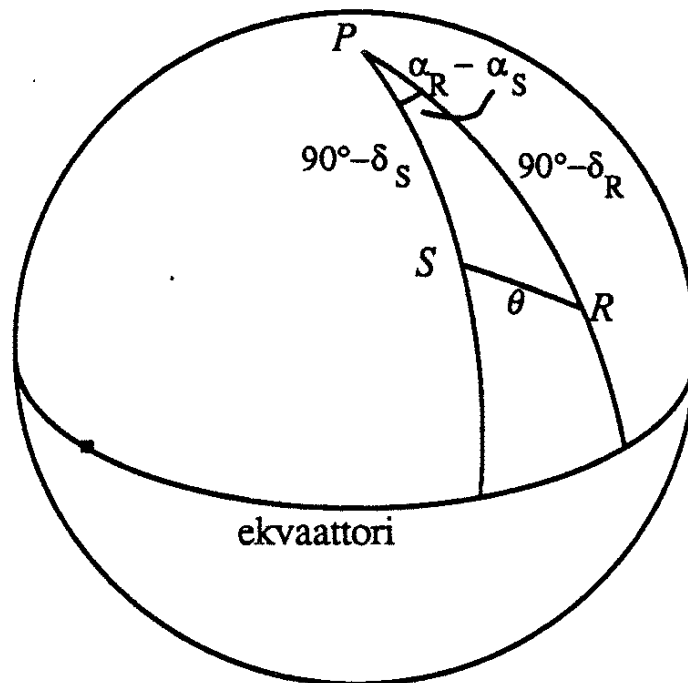
2. Tähdien ja radiantin välinen kumaetäisyys θ voidaan likimain mitata kuviosta. Kun kysymyksessä ei kuitenkaan ole jana vaan isoympyrän kaari, on tarkka arvo määrättävä pallotrigonometrian avulla.

Kun tähden S deklinaatio on δ_S ja rektaskensio α_S ja vastaavasti radiantin R deklinaatio on δ_R ja rektaskensio α_R , saadaan kulmaetäisyys θ kosinikaavan avulla pallokolmiosta PSR seuraavasti:

$$\cos \theta = \sin \delta_S \sin \delta_R + \cos \delta_S \cos \delta_R \cos(\alpha_R - \alpha_S). \quad (5)$$

Määrittää θ Taulukossa 1 oleville tähdille yhtälön 5 avulla. Käytä radiantin koordinaatteina kohdassa 1 mittaamiasi arvoja.

3. Määrittää Taulukon 1 tähtien avaruusnopeudet ja nopeuksien keskiarvo.
 4. Määrittää Taulukon 1 tähtien etäisyydet. Laske näiden arvojen perusteella joukon keskietäisyys.



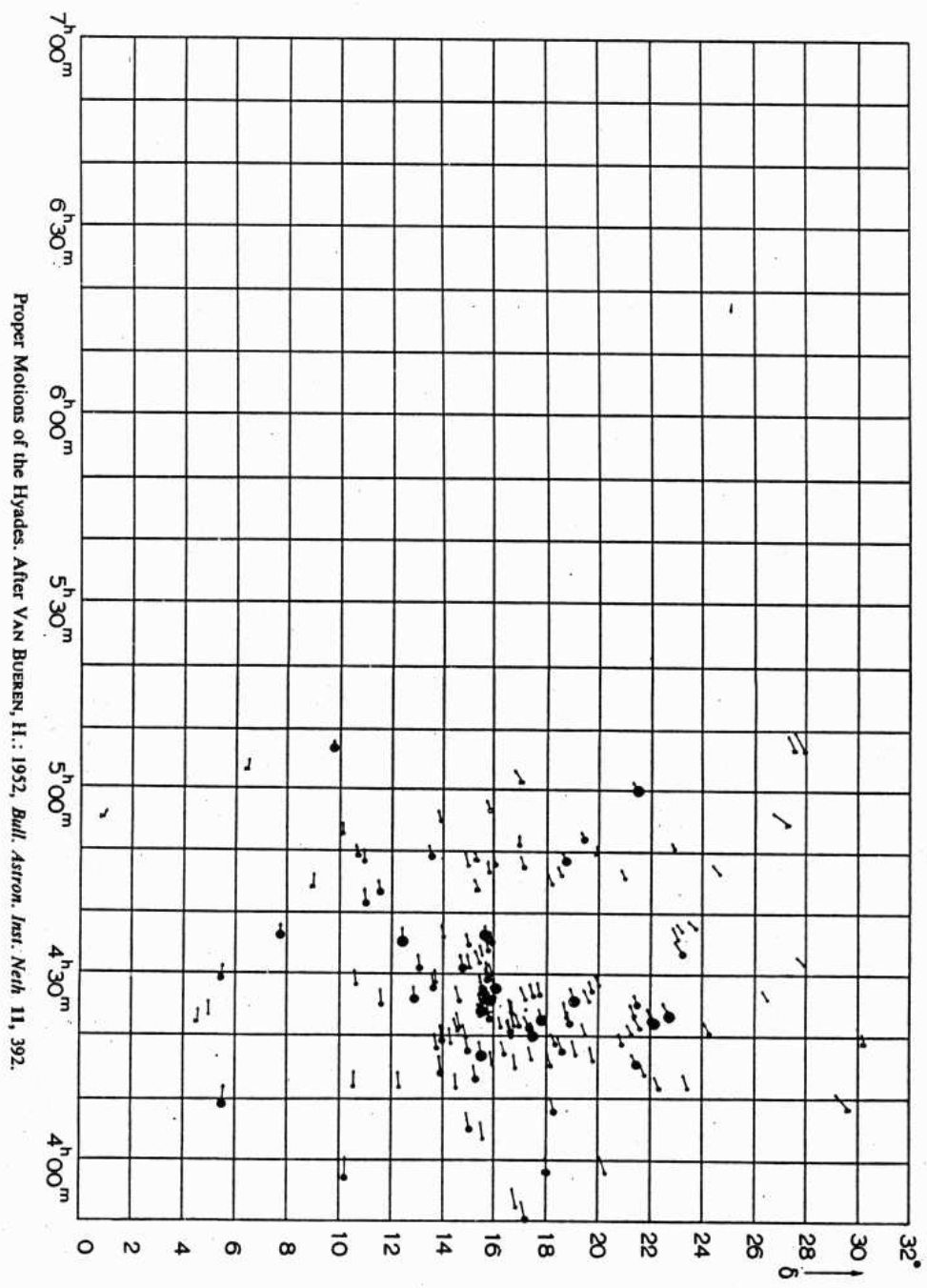
Kuva 3: Isoympyrän kaari taivaanpallolla

Nr	α	δ	$\mu_\alpha \cos \delta$ [$0''.001/a$]	μ_δ [$0''.001/a$]	v_r [km/s]
6	$3^h 50^m 15^s$	$17^\circ 10' 47''$	149 ± 2	-28 ± 2	31.6 ± 0.6
14	$4^h 8^m 40^s$	$5^\circ 23' 40''$	152 ± 2	$+10 \pm 2$	35.8 ± 2.6
33	$4^h 17^m 46^s$	$14^\circ 58' 38''$	112 ± 2	-23 ± 2	36.1 ± 0.8
74	$4^h 25^m 55^s$	$17^\circ 10' 35''$	106 ± 5	-46 ± 6	40.5 ± 1.4
104	$4^h 35^m 22^s$	$12^\circ 24' 44''$	103 ± 3	-11 ± 2	44.4 ± 2.1
112	$4^h 43^m 15^s$	$11^\circ 36' 57''$	74 ± 4	-4 ± 3	38.2 ± 1.4
129	$5^h 0^m 6^s$	$21^\circ 31' 13''$	68 ± 1	-42 ± 1	42.5 ± 1.4
131	$5^h 6^m 37^s$	$27^\circ 58' 7''$	62 ± 4	-70 ± 3	41.3 ± 0.9

Taulukko 1: Tietoja muutamasta Hyadien tähtijoukon tähdestä.

4 Kysymykset

1. Arvioi saamaasi tulosta.
2. Mitkä ovat mielestäsi suurimmat virhelähteet tässä työssä?



Proper Motions of the Hyades. After VAN BUEREN, H.: 1952, *Bull. Astron. Inst. Neih* 11, 392.