

# Avoimet tähtijoukot

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

Fysikaalisten tieteiden laitos / Tähtitieteen osasto  
Oulun yliopisto

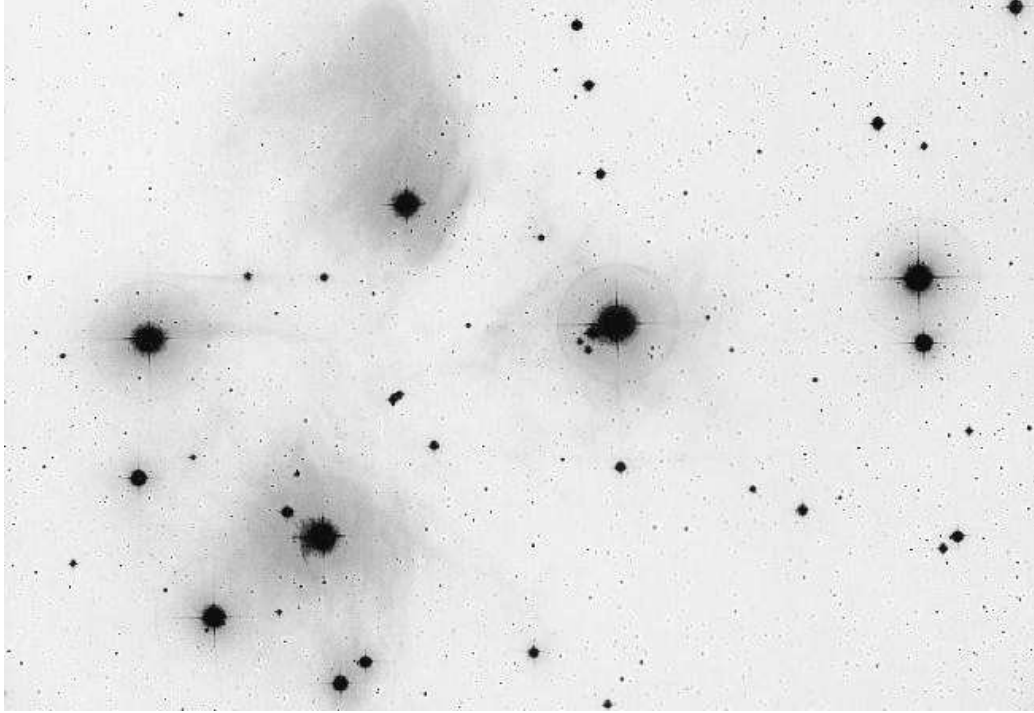
2008

## 1 Avoimet tähtijoukot

Avoimet tähtijoukot ovat linnunrataamme kuuluvia, kymmeniä tai satoja tähtiä käsittäviä varsin pysyviä rakenteita. Niiden iät voivat olla jopa  $10^8$  vuotta, vaikka koko ajan sisäiset ja ulkoiset gravitaatiohäiriöt sekä Linnunradan rotaatio pyrkivät niitä hajoittamaan. Kaikkien samaan tähtijoukkoon kuuluvien tähtien katsotaan tiivistyneen samasta kaasupilvestä ja suunnilleen samaan aikaan. Tämän yhteisen alkuperän ansiosta voidaan joukkoja tarkastelemalla tutkia myös tähtien evoluutiota yleisemmin. Avoimien tähtijoukkojen etäisyyksiä voidaan määrittää tässä työssä käytetyn spektrofotometrisen menetelmän lisäksi myös muilla menetelmillä, esimerkiksi kinemaattisen parallaksin avulla. (ks. työ Hyadien etäisyys)

## 2 Hieman teoriaa ja työn suoritus

Työssä on tarkoituksena määrittää kahden avoimen tähtijoukon ikä, nollakäpääsarja ja etäisyys tutkimalla joukkojen HR-diagrammoja ja käyttämällä apuna nk. pääsarjasovitusta. Joukoista tarvittavat tiedot on annettu taulukossa 3. Työssä käytetään väriindeksinä tähtien B-V indeksiä, joka tarkoittaa



Kuva 1: Härän tähdistön Plejadien (M 45) avoimeen tähtijoukkoon kuuluu 230 tähteä, joiden kirkkaudet vaihtelevat välillä  $3^m - 14^m$ . Joukon halkaisija on  $100'$  ja todellinen halkaisija 12 valovuotta. Kirkkaimpien tähtien ympärillä havaitaan tähtienvälistä ainetta, joka heijastaa lähitähtien valoa. Kuvassa Plejadit on 'väärinpäin' johtuen kuvanottopaikasta, joka on Australia.

sinisen ja visuaalisen kaistan magnitudien erotusta:

$$B - V = m_B - m_V. \quad (1)$$

1. **Tähtijoukon ikä** saadaan selville tutkimalla sen HR - diagrammaa. Varhaisimmat esiintyvät spektriluokat määrittelevät joukon iän. Mitä suurempi on tähden massa, sitä varhaisempaan spektriluokkaan se kuuluu pääsarjassa ollessaan ja sitä lyhyempi on sen pääsarjassa viipymä aika (ks. taulukko 1). Joukon HR-diagrammasta määrätään kohta, jota varhaisemman spektriluokan tähdet ovat jo siirtyneet pois pääsarjasta. Verrataan saatua tulosta taulukkoon 1, jolloin saadaan suoraan selville joukon ikä.

Sp	$\log \tau_{MS}$
B2	7.60
B5	8.00
B8	8.38
A0	8.67
A5	9.18
F1	9.56
F7	9.90
G2	10.18
K0	10.48

Taulukko 1: Pääsarjatähtien elinikä spektriluokan funktiona.

2. **Nollaikäpääsarjaksi** sanotaan HR-diagrammaa, jossa kaikkien spektriluokkien tähdet ovat pääsarjavaiheessaan. Asettamalla eri tähtijoukkojen diagrammeja päällekkäin pyritään määräämään koko pääsarja mahdollisimman varhaisiin spektriluokkiin asti. On kuitenkin huomattava, että diagrammassa hyvin oikealla olevat punaiset kääpiötähdet voivat olla vasta tulossa pääsarjaan. Yksinkertaisuuden vuoksi käytämme tässä työssä kuitenkin taulukoituja standarditietoja pääsarjan tähdistä. Piirretään nollaikäpääsarja käyttäen taulukon 2 tietoja (periaatteessa sovitetaan n:n (n≈4)asteen käyrä kulkemaan pisteiden kautta).
3. **Tähtijoukon etäisyys** lasketaan pääsarjasovitusta hyväksi käyttäen. Sovituksessa oletetaan, että kaikkien pääsarjatähtien spektriluokat ja absoluuttiset magnitudit riippuvat toisistaan juuri nollaikäpääsarjan osoittamalla tavalla. Yleensä ennen pääsarjasovitusta tehdään tarvittavat korjaukset tähtienvälisen spektrin punertuman poistamiseksi, mutta selvyuden vuoksi jätämme tällä kertaa korjauksen tekemättä ja olettamme kaiken olevan kunnossa havainnoitsijan ansiosta. Samaan skaalaan piirretyt tutkittavan joukon HR-diagramma ja nollaiän HR-diagramma asetetaan päällekkäin ja siirretään joukon diagrammaa pysty akselin suunnassa, kunnes pääsarjat yhtyvät. Luetaan etäisyysmoduli  $m_V - M_V$ , jonka jälkeen joukon etäisyys on laskettavissa seuraavan yhtälön avulla:

$$m_V - M_V = 5 \log \frac{r}{10 \text{ pc}} \quad (2)$$

Sp	$M_V$	$B - V$
O5	-5.8	-0.35
B0	-4.1	-0.31
B5	-1.1	-0.16
A0	0.7	0.0
A5	2.0	0.13
F0	2.6	0.27
F5	3.4	0.42
G0	4.4	0.58
G5	5.1	0.70
K0	5.9	0.89
K5	7.3	1.18
M0	9.0	1.45
M5	11.8	1.63

Taulukko 2: Pääsarjan tähtien tietoja valituissa spektriluokissa.

### 3 Lopputulokset

Määrää nollaikäpääsarja. Mitä siitä nähdään? Laske kummankin tähtijoukon ikä ja etäisyys. Vertaa joukkoja toisiinsa. Mitä voit päätellä? Laadi raportti työstäsi.

NGC 1039				NGC 2477					
V	B-V	V	B-V	V	B-V	V	B-V	V	B-V
9.64	0.036	10.96	0.954	12.47	1.24	14.55	0.71	13.51	0.60
9.45	0.540	9.31	0.049	13.65	-0.16	13.25	0.58	12.85	0.50
11.94	0.47	10.97	1.012	11.66	1.20	13.19	0.81	14.55	0.63
10.93	0.27	11.50	0.36	12.76	1.22	13.92	0.62	12.89	0.50
8.52	0.03	7.33	0.944	12.05	1.22	14.09	0.66	11.61	1.23
10.51	0.198	11.45	0.414	12.33	1.20	13.40	0.54	15.07	0.69
10.31	0.134	10.27	0.136	12.18	1.23	13.42	0.61	12.04	1.28
10.16	0.11	10.27	0.136	13.59	0.66	14.49	1.89	14.35	0.66
8.48	0.051	8.26	0.01	9.81	1.88	14.46	0.63	13.13	0.55
10.46	0.164	10.28	0.143	12.08	1.27	13.87	0.82	10.72	0.17
11.21	1.088	10.93	0.156	12.11	1.26	13.57	0.63	10.83	0.96
10.46	0.201	10.63	0.531	12.56	1.17	13.63	0.69	14.27	0.66
11.21	0.35	9.56	0.06	13.37	0.94	13.80	0.66	14.71	0.70
12.20	0.645	8.89	-0.02	11.94	0.58	13.93	0.65	14.16	1.14
8.98	0.001			11.61	1.25	13.38	0.58	13.84	0.58
11.47	0.36			14.25	0.58	13.82	0.61	12.21	1.20
11.13	1.046			11.41	1.42	11.62	1.19	13.79	0.56
8.52	0.001			12.55	1.20	10.51	0.99	14.63	0.68
8.46	0.008			10.81	1.24	13.41	0.59	13.09	0.51
11.95	0.469			13.86	0.64	14.74	0.66	13.58	0.51
11.45	0.351			14.34	0.63	14.30	0.71	13.27	0.48
9.72	0.17			11.81	1.28	13.34	0.73	15.18	0.67
11.77	0.278			11.96	1.21	12.23	1.19	14.80	0.68
9.89	0.098			12.28	1.18	11.36	1.06	14.03	0.57
8.33	-0.006			12.63	1.25	10.84	0.68		
10.74	0.276			11.49	1.44	11.46	1.44		
11.18	0.342			11.40	1.55	13.15	0.55		
10.01	0.115			11.42	1.58	14.01	0.61		
9.93	0.116			11.96	1.22	12.62	0.57		
11.09	0.398			11.85	1.20	13.38	0.80		
7.94	-0.003			13.27	0.58	13.79	0.63		
8.80	0.060			14.57	0.62	16.59	1.03		
9.30	0.053			15.23	0.81	11.32	1.47		
10.45	0.2			13.99	0.63	13.44	0.66		
11.45	0.38			13.68	0.64	13.04	0.52		
11.97	0.677			14.86	0.72	14.40	0.60		
8.85	0.028			14.04	0.67	12.86	0.74		

Taulukko 3: Tutkimuksen kohteiksi valitut avoimet tähtijoukot NGC 1039 ja NGC 2477.