

Úloha: Hertzsprungův-Russellův diagram

Jméno: Plšek Tomáš

Datum odevzdání: 16.3.2017. . .

Shrnutí úkolů:

1. Do grafu na obrázku 5 vynesete 22 nejjasnějších hvězd naší oblohy z tabulky 1 a 26 nám nejbližších hvězd z tabulky 2². Věnujte velkou pozornost správné volbě velikosti jednotek a orientace os v grafu. Graf můžete samozřejmě vytvářet i v počítači. Nezapomeňte jej na konci práce vytisknout a přiložit k protokolu. Body z obou vynášených souborů dat odlište barevně nebo použitými symboly. Například pro označení polohy nejjasnějších hvězd zvolte malý prázdný kroužek, zatímco pro označení polohy hvězd nejbližších plný kotouček. Pokud hvězda patří mezi nejjasnější i nejbližší, vyplňte jen polovinu kotoučku.
2. Prohlédněte si ještě jednou tabulku 1 a napište, jak jsou hvězdy řazeny v této tabulce. Pokud si nevíte rady s odpovědí, vyhledejte si jednotlivé hvězdy na mapě hvězdné oblohy. Podle vzrůstající rektascenze
3. Zjistěte spektrální typ Slunce a jeho absolutní hvězdnou velikost a vyznačte polohu Slunce v HR diagramu.

Spektrální typ Slunce: . G2 . , absolutní hvězdná velikost . 4,83 mag . . .

Údaje byly převzaty z www.en.wikipedia.org

4. Doplňte v tabulce 1 vzdálenosti uvedených hvězd. Výpočet bude jistě snadnou záležitostí, vše potřebné máte přímo v tabulce 1. Zapište, jaký vztah budete používat při výpočtu:

$$m - M = 5 \log(r) - 5 \Rightarrow r = 10^{[(m - M) + 5] / 5} \dots \dots \dots$$
5. Zjistěte, jaký objem zaujímají v prostoru nejbližší a nejjasnější hvězdy. Pro nejjasnější hvězdy vyjděte ze střední vzdálenosti r_s určené z vypočtených hodnot vzdáleností hvězd r . Pro hvězdy nejbližší použijte střední hodnotu paralaxy hvězd z tabulky 2 $\pi = 0,3''$.

Výsledné hodnoty:

střední vzdálenost nejjasnějších hvězd $r_s = . 91,05 \text{ pc} \dots \dots$

nejjasnější hvězdy zaujímají objem $3,162 \cdot 10^6 \text{ pc}^3$

nejbližší hvězdy zaujímají objem $1,551 \cdot 10^2 \text{ pc}^3$

Porovnejte zjištěné objemy a výsledek diskutujte s ohledem na vzhled HR diagramu.
viz druhá strana

6. Doplňte HR diagram o body nejdůležitějších částí HR diagramu, které naleznete v tabulce 3. Po zakreslení spojte tyto body plynulou čarou a označte názvem příslušnou větev diagramu.

²Slunce tady neuvažujeme. Máme na mysli hvězdy noční oblohy.

7. Spočítejte barevný index $(B - V)$ pro absolutní hvězdnou velikost M_V pro hvězdy z Plejád a výsledky doplňte do tabulky 4. Pomocí údajů z tabulky 4 zkonstruujte barevný diagram pro Plejády. Využijte předlohu grafu v obrázku 2. Pokud se rozhodnete pro přípravu grafu na počítači, musíte si vyrobit také graf na obrázku 1 ve stejném měřítku. Měřítko obou os musí být u grafů shodná! Data k vytvoření grafu naleznete v souboru NGC188.dat.

8. Porovnejte barevné diagramy Plejád a otevřené hvězdokopy NGC 188. Oba grafy musí být ve stejném měřítku. "Vyplněný" graf z obrázku 2 nejlépe vytisknutý nebo překreslený na průsvitném papíru nebo fólii přiložte na graf na obrázku 1. Grafem Plejád posunujte ve směru osy y až se budou hlavní posloupnosti obou grafů překrývat, respektive plynule přecházet jedna v druhou. Odečtete vzájemný posun škál hvězdných velikostí na ose y , modul vzdálenosti pro hvězdokupu NGC 188 a z něj vypočtete vzdálenost této hvězdokupy. Diskutujte přesnost určení vzdálenosti touto metodou.

Hlavní nepřesnost této metody je zapříčiněná nejistotou při odhadování, kdy bude plynule přecházet jedna hlavní posloupnost v druhou.

Výsledné hodnoty:

modul vzdálenosti $(m - M) = (V - M_V) = .11,1 \text{ mag}$

vzdálenost hvězdokupy NGC 188 $r = 1659,59 \text{ pc} = .5413,58 \text{ ly}$

9. Porovnáním barevných diagramů Plejád a NGC 188 určete, která z těchto otevřených hvězdokup je starší a svou odpověď zdůvodněte. Nalezněte v astronomické literatuře nebo na internetu běžně udávané stáří hvězdokup.

Hvězdokupa M45 (Plejády) je bezesporu mladší než hvězdokupa NGC 188. U M45 je vidět slabší odklon od hlavní posloupnosti u hvězd třídy B5. Kdežto u NGC 188 je velmi patrný odklon od hlavní posloupnosti už pro hvězdy tříd F a G (tedy i hvězdy slunečního typu).

5. Porovnání objemů

Poměr objemů "dvou desítek" nejbližších hvězd vůči nejjasnějším je $4,9 \cdot 10^{-5}$. Četnost výskytu velmi jasných a horkých hvězd v našem okolí je tedy velmi nízká. Z diagramu vidíme, že v okolí Slunce dominují hvězdy spektrální třídy K a M (zejména červení trpaslíci).

Téměř polovina z 22 nejjasnějších hvězd již však opustilo hlavní posloupnost a jsou z nich obři nebo superobři. Lze tedy předpokládat, že dříve se v okolí Slunce mohlo nacházet více jasných a hmotných hvězd, které už však ukončili svůj život například jako supernovy.

Tabulka 4: 22 nejjasnějších hvězd

Hvězda	m [mag]	M [mag]	Sp	r [pc]	Hvězda	m [mag]	M [mag]	Sp	r [pc]
α Eri	0,5	-2,2	B 5	34,67	α Cru	0,9	-3,5	B 2	75,86
α Tau	0,9	-0,7	K 5	20,89	β Cru	1,3	-4,7	B 0	158,49
α Aur	0,1	-0,6	G 8	13,80	α Vir	1	-3,4	B 1	75,86
β Ori	0,1	-7	B 8	263,03	β Cen	0,6	-5	B 1	131,83
α Ori	0,8	-6	M 2	229,09	α Boo	-0,1	-0,2	K 2	10,47
α Car	-0,7	-4,7	F 0	63,10	α Cen	-0,1	4,3	G 2	1,32
α CMa	-1,5	1,4	A 1	2,63	α Sco	1	-4,7	M 1	138,04
ϵ CMa	1,5	-5	B 2	199,53	α Lyr	0	0,5	A 0	7,94
α CMi	0,4	2,7	F 5	3,47	α Aql	0,8	2,3	A 7	5,01
β Gem	1,2	1	K 0	10,96	α Cyg	1,3	-7,3	A 2	524,81
α Leo	1,4	-0,6	B 7	25,12	α PsA	1,2	1,9	A 3	7,24

Tabulka 5: 26 nejbližších hvězd

Hvězda	M [mag]	Sp	Hvězda	M [mag]	Sp
HD 1326 A	10.3	M 1	Proxima Cen C	15.5	M 5
HD 1326 B	13.3	M 6	α Cen A	4.3	G 2
L 726-8	15.3	M 5	α Cen B	5.7	K 5
UV Cet	15.8	M 6	Barnardova	13.3	M 5
τ Cet	5.7	G 8	HD 173739 A	11.2	M 4
ϵ Eri	6.1	K 2	HD 173740 B	11.9	M 5
α CMa A	1.4	A 1	Ross 154	13.3	M 4
α CMa B	11.6	A	61 Cyg A	7.6	K 5
α CMi A	2.6	F 5	61 Cyg B	8.4	K 7
α CMi B	13.0	F	ϵ Ind	7.0	K 5
Wolf 359	16.7	M 8	L 789-6	14.6	M 7
HD 95735	10.5	M 2	HD 217987	9.6	M 2
Ross 128	13.5	M 5	Ross 248	14.8	M 6

Tabulka 6: Větve HR diagramu.

Hlavní posloupnost		Obři		Veleobři	
Sp	M [mag]	Sp	M [mag]	Sp	M [mag]
O 5	-5,8	G 0	1,1	B 0	-6,4
B 0	-4,1	G 5	0,7	A 0	-6,2
B 5	-1,1	K 0	0,5	F 0	-6,0
A 0	0,7	K 5	-0,2	G 0	-6,0
A 5	2,0	M 0	-0,4	G 5	-6,0
F 0	2,6	M 5	-0,8	K 0	-5,0
F 5	3,4			K 5	-5,0
G 0	4,4			M 0	-5,0
G 5	5,1				
K 0	5,9				
K 5	7,3				
M 0	9,0				
M 5	11,8				
M 8	16,0				

Tabulka 7: Fotometrie hvězd v Plejádách. Převzato z Brück (1990).

B [mag]	V [mag]	$(B - V)$ [mag]	M_V [mag]
2,78	2,87	-0,09	-3,01
3,56	3,64	-0,08	-2,24
3,60	3,71	-0,11	-2,17
3,81	3,88	-0,07	-2,00
4,12	4,18	-0,06	-1,70
4,20	4,31	-0,11	-1,57
5,01	5,09	-0,08	-0,79
5,38	5,45	-0,07	-0,43
5,72	5,76	-0,04	-0,12
6,31	6,29	0,02	0,41
6,84	6,82	0,02	0,94
7,02	6,99	0,03	1,11
7,45	7,35	0,1	1,47
7,87	7,66	0,21	1,78
8,05	7,85	0,2	1,97
8,34	8,12	0,22	2,24
8,63	8,27	0,36	2,39
8,67	8,37	0,3	2,49
9,15	8,69	0,46	2,81
9,80	9,25	0,55	3,37
9,97	9,45	0,52	3,57
10,42	9,88	0,54	4,00
10,75	10,13	0,62	4,25
11,12	10,48	0,64	4,60
11,63	10,83	0,8	4,95