

Finále 2024/25, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ) – řešení

- Venuše – C
- Země – G
- Mars – H
- Jupiter – F
- Saturn – B
- Uran – A
- Neptun – E

b) Z vhodných grafů určete ekliptikální šířku β pozorované hvězdy (číselně ve stupních). Víte, že hvězda, jejíž radiální rychlost byla měřena, je jasnější než 1,5 mag. O jaké hvězdy by se mohlo jednat na severní polokouli? O jaké na jižní? Můžete použít mapku na obr. 1. [4 b]

Všechny amplitudy orbitálních rychlostí, které získáme např. jako:

$$v_{\text{orb}} = \frac{2\pi a}{P},$$

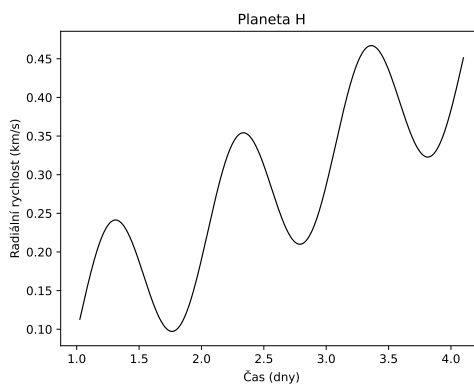
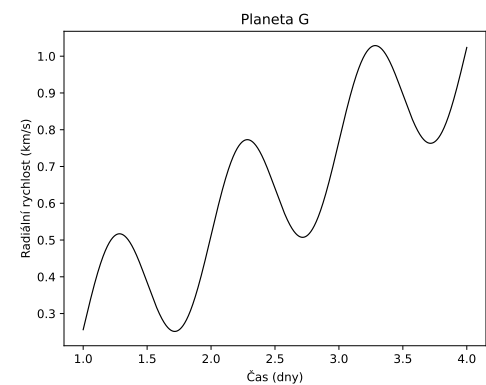
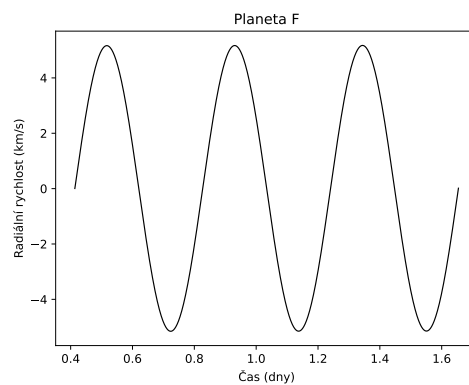
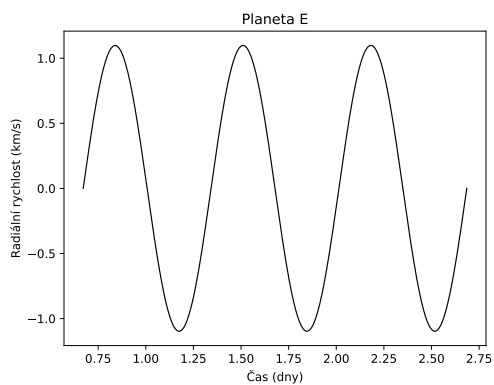
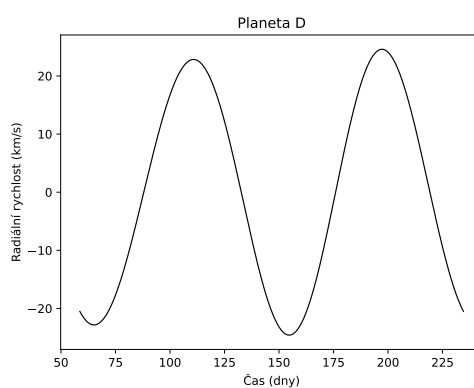
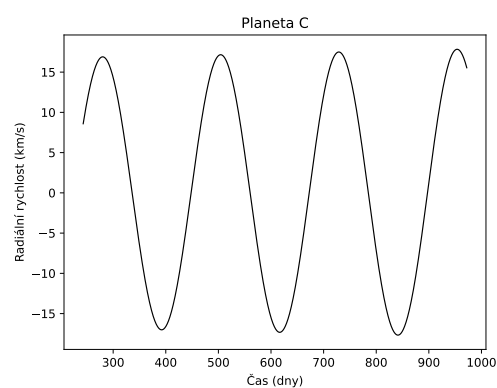
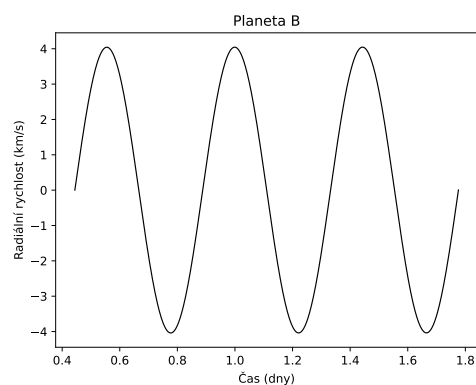
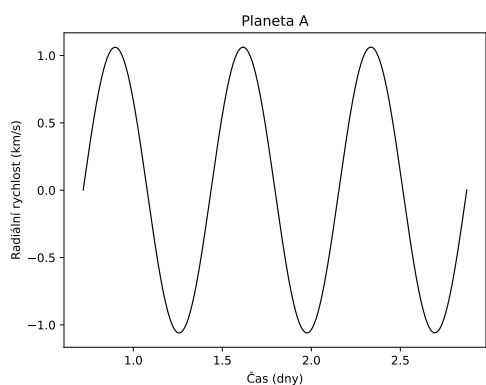
kde P je orbitální perioda a a je velká poloosa, jsou umenšeny faktorem $\cos \beta$. Z grafů obdržíme $\beta = \pm 60^\circ$. S přihlédnutím na přesnost odečtu a přiloženou mapku by se na severní polokouli mohlo jednat o **Deneb** nebo **Vegu**. Na jižní polokouli by se mohlo jednat pouze o **Achernar** (α Eri).

c) Všechna pozorování ze všech planet jsou provedena na stejné zeměpisné (planetografické) šířce ϕ . Určete ji z dostupných grafů (číselně ve stupních). [4 b]

Všechny amplitudy rotačního příspěvku k radiální rychlosti jsou umenšeny faktorem $\cos \beta \cos \phi$ vůči rovníkovým rotačním rychlostem, které lze vypočítat z tabulek. Po správném přiřazení obdržíme $\phi = \pm 35^\circ$.

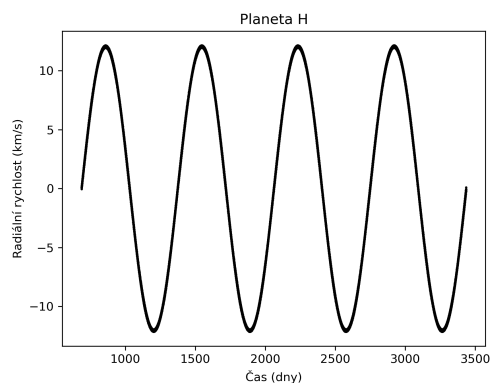
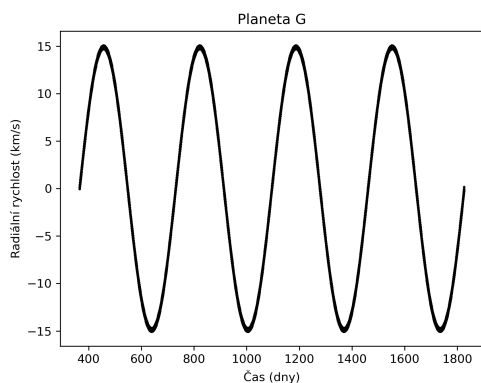
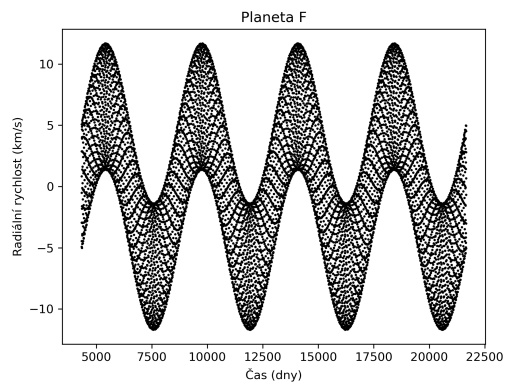
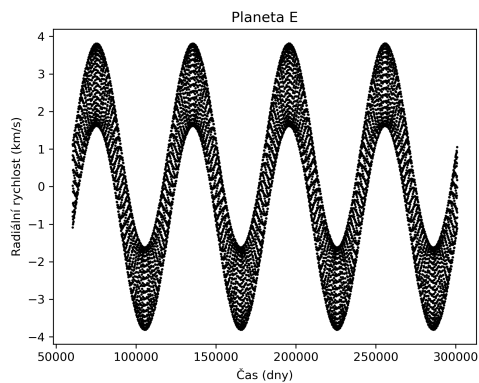
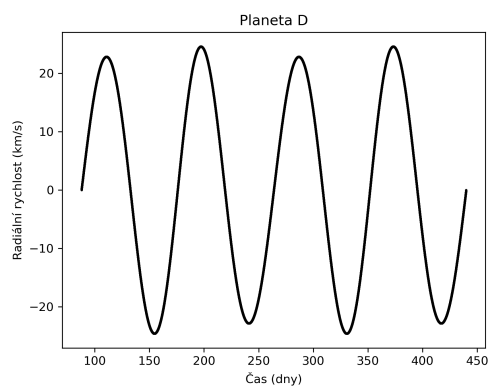
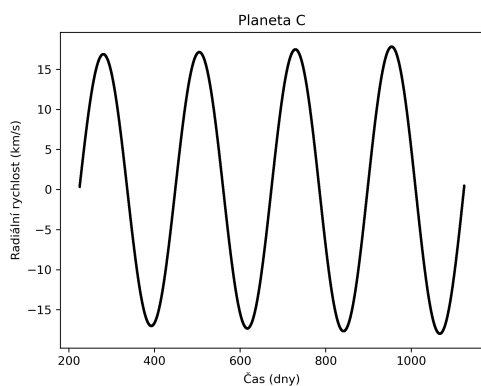
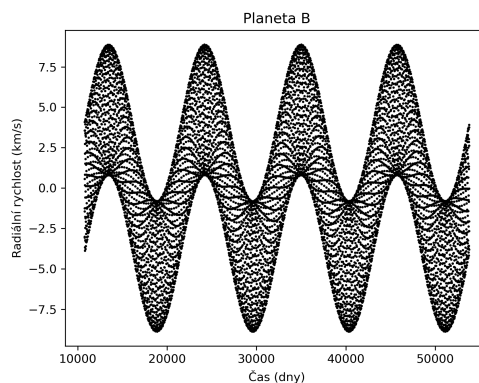
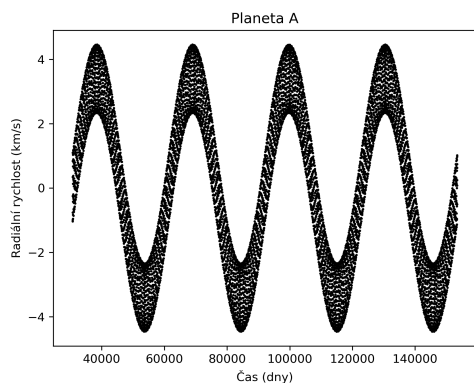


Finále 2024/25, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ) – řešení





Finále 2024/25, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ) – řešení



Finále 2024/25, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ) – řešení**H Vzdálenost hvězdokup***(max. 20 bodů)*

Hvězdokupy jsou ideální laboratoří pro studium vývoje hvězd. Skládají se totiž z hvězd, které vznikly přibližně ve stejnou dobu se stejným chemickým složením. Navíc se všechny nacházejí přibližně ve stejné vzdálenosti od Země.

Vhodným nástrojem ke studiu hvězdokup je *Hertzsprungův–Russellův diagram*, zkráceně *H–R diagram*. Zobrazuje závislost jasnosti jednotlivých hvězd na jejich barvě. Hvězdy, které slučují v jádru vodík, tvoří na H–R diagramu diagonální čáru, tzv. *hlavní posloupnost*. Jasnost hvězd závisí na jejich vzdálenosti, naštěstí jsou všechny hvězdy v jedné hvězdokupě přibližně stejně daleko. Různé hvězdokupy budou mít v závislosti na vzdálenosti na H–R diagramu různě vysoko hlavní posloupnost. Porovnáním jejich poloh můžeme určit podíly vzdáleností hvězdokup.

Vzdálenost nejbližších objektů je možné měřit pomocí *paralaxy*. Země obíhá kolem Slunce, díky tomu dochází k posunu blízkých objektů oproti vzdálenému pozadí. Nejbližší hvězdokupou jsou Hyády ($d_H = 47$ pc), jejíž vzdálenost byla určena jako jedna z prvních.

Barvu hvězdy lze vyjádřit pomocí rozdílu jasnosti hvězdy v různých filtrech. V rámci této úlohy si vyzkoušíte analýzu H–R diagramů pomocí dat z mise Gaia. Ta disponuje různými fotometrickými filtry. Jasnost hvězdy na vertikální ose diagramu vyjádříme pomocí hvězdné velikosti ve viditelném spektru m_G . Barevný index spočítáme jako $m_{RP} - m_{BP}$, kde m_{RP} je hvězdná velikost v červeném fotometrickém filtru a m_{BP} je hvězdná velikost v modrém fotometrickém filtru.

a) V tabulkách 1 a 2 najdete jasnosti vzorku hvězd z Hyád a Plejád ve filtrech G, RP a BP. Pro každou hvězdu spočítejte její barevný index $m_{RP} - m_{BP}$ (číselně v mag). [5 b]

Výsledky jsou v tabulkách 1 a 2.

b) Zakreslete do jednoho grafu H–R diagramy obou hvězdokup, tedy závislosti m_G na $m_{RP} - m_{BP}$. Hvězdy z Hyád zaznačte pomocí +, body z Plejád pomocí ×. [10 b]

H–R diagram je na obrázku 2.

c) Vyznačte v H–R diagramu pro obě hvězdokupy jejich hlavní posloupnosti. Změřte střední vzdálenost hlavních posloupností podél vertikální osy m_G (číselně v mag). [2 b]

Rozdíl hvězdných velikostí hlavních posloupností je $m_P - m_H \doteq 2,3$ mag.



Finále 2024/25, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ) – řešení

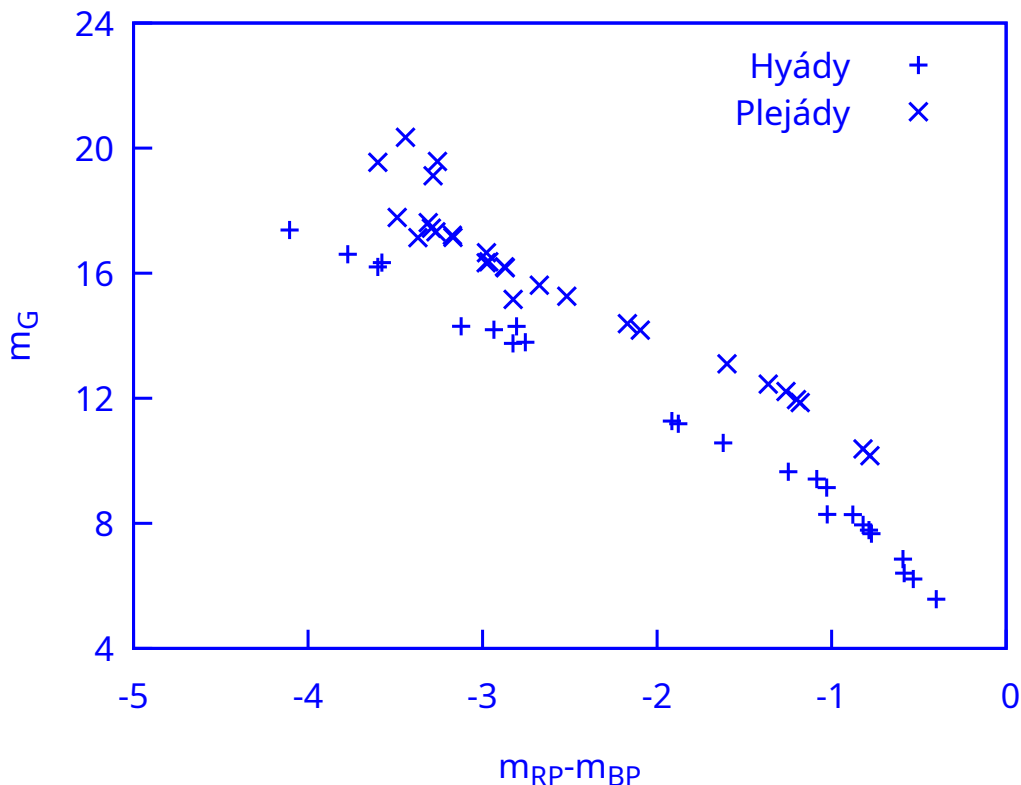
Tabulka 1: Hvězdné velikosti vzorku jednotlivých hvězd ve hvězdokupě Hyády. Zdroj: Gaia DR3.

m_G	m_{BP}	m_{RP}	$m_{RP} - m_{BP}$	m_G	m_{BP}	m_{RP}	$m_{RP} - m_{BP}$
9,42	9,88	8,79	-1,09	5,57	5,72	5,32	-0,40
14,30	15,89	13,08	-2,81	7,95	8,28	7,46	-0,82
9,14	9,57	8,55	-1,02	8,29	8,70	7,67	-1,03
14,30	16,14	13,02	-3,12	16,60	18,97	15,20	-3,77
13,79	15,34	12,58	-2,76	14,19	15,88	12,94	-2,94
6,86	7,07	6,48	-0,59	10,57	11,34	9,72	-1,62
7,78	8,09	7,30	-0,79	9,65	10,20	8,95	-1,25
16,34	18,55	14,97	-3,58	7,67	7,96	7,19	-0,77
16,20	18,43	14,83	-3,60	8,28	8,63	7,75	-0,88
11,27	12,22	10,31	-1,91	6,41	6,61	6,03	-0,58
11,18	12,11	10,23	-1,88	6,22	6,41	5,88	-0,53
17,38	20,05	15,94	-4,11	13,75	15,36	12,53	-2,83

Tabulka 2: Hvězdné velikosti vzorku jednotlivých hvězd ve hvězdokupě Plejády. Zdroj: Gaia DR3.

m_G	m_{BP}	m_{RP}	$m_{RP} - m_{BP}$	m_G	m_{BP}	m_{RP}	$m_{RP} - m_{BP}$
13,10	13,85	12,25	-1,60	12,22	12,77	11,51	-1,26
17,78	19,93	16,44	-3,49	15,62	17,10	14,42	-2,68
17,62	19,59	16,28	-3,31	19,12	21,00	17,72	-3,28
15,16	16,73	13,90	-2,83	12,45	13,07	11,70	-1,37
11,86	12,37	11,19	-1,18	17,21	19,09	15,92	-3,17
17,14	19,01	15,84	-3,17	16,17	17,80	14,93	-2,87
10,16	10,47	9,69	-0,78	17,14	19,16	15,79	-3,37
16,65	18,38	15,40	-2,98	19,54	21,70	18,10	-3,60
17,32	19,28	16,02	-3,26	11,96	12,48	11,28	-1,20
20,35	22,33	18,89	-3,44	16,36	18,07	15,10	-2,97
16,20	17,84	14,96	-2,88	14,18	15,15	13,05	-2,10
15,26	16,63	14,11	-2,52	16,33	18,05	15,07	-2,98
19,57	21,39	18,13	-3,26	17,44	19,42	16,13	-3,29
10,38	10,71	9,89	-0,82	14,39	15,50	13,33	-2,17

Finále 2024/25, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ) – řešení



Obrázek 2: H–R diagram hvězdokup Hyády a Plejády.

d) Předpokládejte, že hvězdy na hlavní posloupnosti se stejným barevným indexem mají v obou hvězdokupách stejnou absolutní hvězdnou velikost. Spočítejte vzdálenost d_P Plejád od Země (číselně v pc). [3 b]

Předpokládáme, že hvězdy s daným barevným indexem mají stejný zářivý výkon L . Pak platí Pogsonova rovnice ve tvaru

$$m_P - m_H = -2,5 \log \left(\frac{L}{d_P^2} \frac{d_H^2}{L} \right) = -2,5 \log \left(\frac{d_H^2}{d_P^2} \right) = -5 \log \frac{d_H}{d_P},$$

kde d_P je vzdálenost Plejád od Země. Z rovnice vyjádříme vzdálenost plejád

$$d_P = d_H \cdot 10^{(m_P - m_H)/5} \doteq 136 \text{ pc}.$$