

Školní kolo 2025/26, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ) – řešení

Místo zde je vynecháno záměrně, aby rozložení otázek bylo stejné jako v zadání.

A Přehledový test

(max. 10 bodů)

POKYNY: U každé otázky zakroužkujte právě jednu správnou odpověď. Pokud se spletete, původní odpověď zřetelně škrtněte a zakroužkujte jinou. Je povolena maximálně jedna oprava. V případě špatné, žádné nebo více zakroužkovaných odpovědí je za otázku 0 bodů.

1. Která z možností NENÍ typ exoplanety?

- [a] horký Jupiter
- [b] superzemě
- [c] **hnědý trpaslík**
- [d] mini-Neptun

2. Doba života hvězd s rostoucí hmotností

- [a] osciluje.
- [b] roste.
- [c] zůstává stejná.
- [d] **klesá.**

3. Která z populací hvězd je nejmladší?

- [a] **Populace I**
- [b] Populace II
- [c] Populace III
- [d] Nelze jednoznačně říct

4. Hvězda hlavní posloupnosti slučuje hlavně

- [a] železo v koruně.
- [b] helium v jádře.
- [c] vodík v obálce.
- [d] **vodík v jádře.**

5. Hvězdná velikost měří

- [a] poloměr.
- [b] vzdálenost.
- [c] **jasnost.**
- [d] objem.

6. Průměrná hustota Slunce je přibližně

- [a] $1,4 \text{ kg/m}^3$.
- [b] **1400 kg/m^3 .**
- [c] 1400000 kg/m^3 .
- [d] $1,4 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3$.

7. Ve výšce oběhu Mezinárodní vesmírné stanice (420 km nad zemí) je velikost gravitačního zrychlení přibližně

- [a] nulová.
- [b] 3 % gravitačního zrychlení na rovníku.
- [c] 42 % gravitačního zrychlení na rovníku.
- [d] **88 % gravitačního zrychlení na rovníku.**

8. Aktuálně nejrozšířenější kosmologický model nazýváme

- [a] LQG
- [b] GPL
- [c] **Λ CDM**
- [d] AdS

Školní kolo 2025/26, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ) – řešení

9. Na jaké vlnové délce je ve spektru neutrálního vodíku pozorovatelná čára odpovídající změně spinu?

- [a] neutrální vodík nelze pozorovat
[b] 230,538 GHz
[c] 656 nm
[d] **21 cm**

10. Nejdelší čas v roce se Slunce promítá do souhvězdí

- [a] Ryb.
[b] **Panny.**
[c] Lva.
[d] Býka.

B Vlastní pohyb

(max. 10 bodů)

Hvězda s paralaxou $p = 0,04''$ byla během 20 let pozorována, jak se posunula o $4''$ vlivem svého vlastního pohybu. Vypočítejte průměrnou tangenciální prostorovou rychlost hvězdy v km/s.

Vzdálenost ke hvězdě v parsecích lze spočítat jako

$$d \approx \frac{1}{p[']'} \text{ pc} = 25 \text{ pc},$$

případně lze využít přesnějšího výpočtu

$$d = \frac{1 \text{ au}}{\tan p} \doteq 25 \text{ pc}.$$

Hvězda se na obloze pohybuje úhlovou rychlostí

$$\mu = \frac{4''}{20 \text{ let}} = 0,2''/\text{rok}.$$

Tangenciální složka prostorové rychlosti tedy bude

$$v_t \approx \mu d \doteq 24 \text{ km/s},$$

kde μ dosazujeme v radiánech za sekundu. Případně přesněji

$$v_t = d \tan \mu \doteq 24 \text{ km/s}.$$

Alternativně je možné použít přibližný vztah pro tangenciální složku rychlosti v km/s

$$v_t \approx \mu d$$
$$v_t [\text{km/s}] \approx 4,74 \mu [''/\text{rok}] d [\text{pc}] \doteq 24 \text{ km/s}.$$

Školní kolo 2025/26, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ) – řešení

C Křížovka

(max. 10 bodů)

Najděte tajenku následující křížovky. Za každé správně vyplněné slovo získáváte 2 body. Vodorovně:

- 1: český astronom, po němž je pojmenován největší dalekohled v ČR
- 2: fáze, ve které se Měsíc nachází při zatmění Měsíce
- 3: produkt jaderných reakcí probíhajících ve Slunci
- 4: souhvězdí, do kterého Slunce během roku vstupuje pouze částí svého kotouče (latinský název)
- 5: jeden z galileovských měsíců Jupiteru

				¹ P	E	R	E	K	
			² Ú	P	L	N	Ě	K	
		³ H	E	L	I	U	M		
			⁴ C	E	T	U	S		
⁵ C	A	L	L	I	S	T	O		

D (Ne)viditelné nebezpečí

(max. 10 bodů)

Přibližně kulový asteroid o průměru $D = 100$ m s odrazivostí (albedem) $A = 0,3$ proletí kolem Země v těsné vzdálenosti $d = 0,1 \text{ LD}^1 \approx 3,8 \cdot 10^4$ km. Vaším úkolem bude zjistit, jestli bude vidět pouhým okem, nachází-li se pozorovatel v oblasti tmavé oblohy, kde je mezní hvězdná velikost $m_0 = 6,0$ mag.

a) Uvažujte, že asteroid je během průletu z pohledu ze Země celý osvětlený Sluncem. Vypočítejte hustotu zářivého toku odraženého záření, kterou naměří pozorovatel na Zemi ve $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$, tj. pozorovanou jasnost asteroidu. Pro jednoduchost uvažujte, že asteroid veškeré odražené záření vyzáří rovnoměrně do plného prostorového úhlu.

V době průletu se asteroid nachází přibližně ve vzdálenosti $d' = 1 \text{ au} \doteq 1,496 \cdot 10^{11}$ m od Slunce, kde na jednotku plochy dopadá každou sekundu energie $\frac{L_{\odot}}{4\pi d'^2} \doteq 1361 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, kde $L_{\odot} = 3,828 \cdot 10^{26} \text{ W}$ je zářivý výkon Slunce.

Z toho asteroid svým průřezem zachytí $\frac{L_{\odot}}{4\pi d'^2} \frac{\pi D^2}{4}$ a směrem k Zemi odrazí výkon $\frac{L_{\odot}}{4\pi d'^2} \frac{\pi D^2}{4} A \doteq 3,2 \cdot 10^6 \text{ W}$.

¹LD je zkratka pro Lunar Distance, tedy vzdálenost Měsíce od Země, která je přibližně 384 000 km.



Školní kolo 2025/26, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ) – řešení

Pokud se toto odražené záření rozptýlí rovnoměrně do plného prostorového úhlu (jak radí nápopěda), bude jasnost asteroidu, tedy odražený výkon na jednotku plochy ve vzdálenosti $d = 0,1$ LD od asteroidu

$$j = \frac{L_{\odot}}{4\pi d'^2} \frac{\pi D^2}{4} A \frac{1}{4\pi d^2} = \frac{L_{\odot}}{4\pi d'^2} \frac{AD^2}{16d^2} \doteq 1,8 \cdot 10^{-10} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}.$$

b) Spočítejte hvězdnou velikost asteroidu, jak ho uvidí pozorovatel na Zemi. Rozhodněte, zda bude asteroid pozorovatelný pouhým okem.

Nápopěda: Využijte Pogsonovu rovnici a porovnejte jasnost asteroidu s jasností Slunce.

Jasnost Slunce z pohledu Země je jednoduše

$$j_{\odot} = \frac{L_{\odot}}{4\pi d'^2} \doteq 1361 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}.$$

Nápopěda radí, že máme v Pogsonově rovnici porovnat jasnost asteroidu a Slunce, rovnice tedy bude mít tvar

$$m - m_{\odot} = -2,5 \log \frac{j}{j_{\odot}},$$

kde m je zdánlivá hvězdná velikost asteroidu a $m_{\odot} = -26,74$ mag zdánlivá hvězdná velikost Slunce.

Odtud je tedy hvězdná velikost prolétajícího asteroidu rovna

$$m = m_{\odot} - 2,5 \log \frac{j}{j_{\odot}} = m_{\odot} - 2,5 \log \frac{\frac{L_{\odot}}{4\pi d'^2} \frac{AD^2}{16d^2}}{\frac{L_{\odot}}{4\pi d'^2}} = m_{\odot} - 2,5 \log \frac{AD^2}{16d^2} \doteq 5,5 \text{ mag}.$$

Průlet tedy bude pozorovatelný pouhým okem, ale jen velmi slabě. S ohledem na velikost asteroidu a tím jeho potenciální nebezpečí je úkaz překvapivě nevýrazný.

E Mapka oblohy

(max. 10 bodů)

Na mapce 1 vidíte oblohu, jak by byla viděna z Prahy 15. října 2025 v 3:16 SELČ.

a) Napište názvy právě 3 těles Sluneční soustavy, viditelných na mapce. U každého uveďte pomocí Bayerova označení, ve kterém souhvězdí se nachází.

Jupiter - Gem, Měsíc - Cnc, Saturn - Aqr

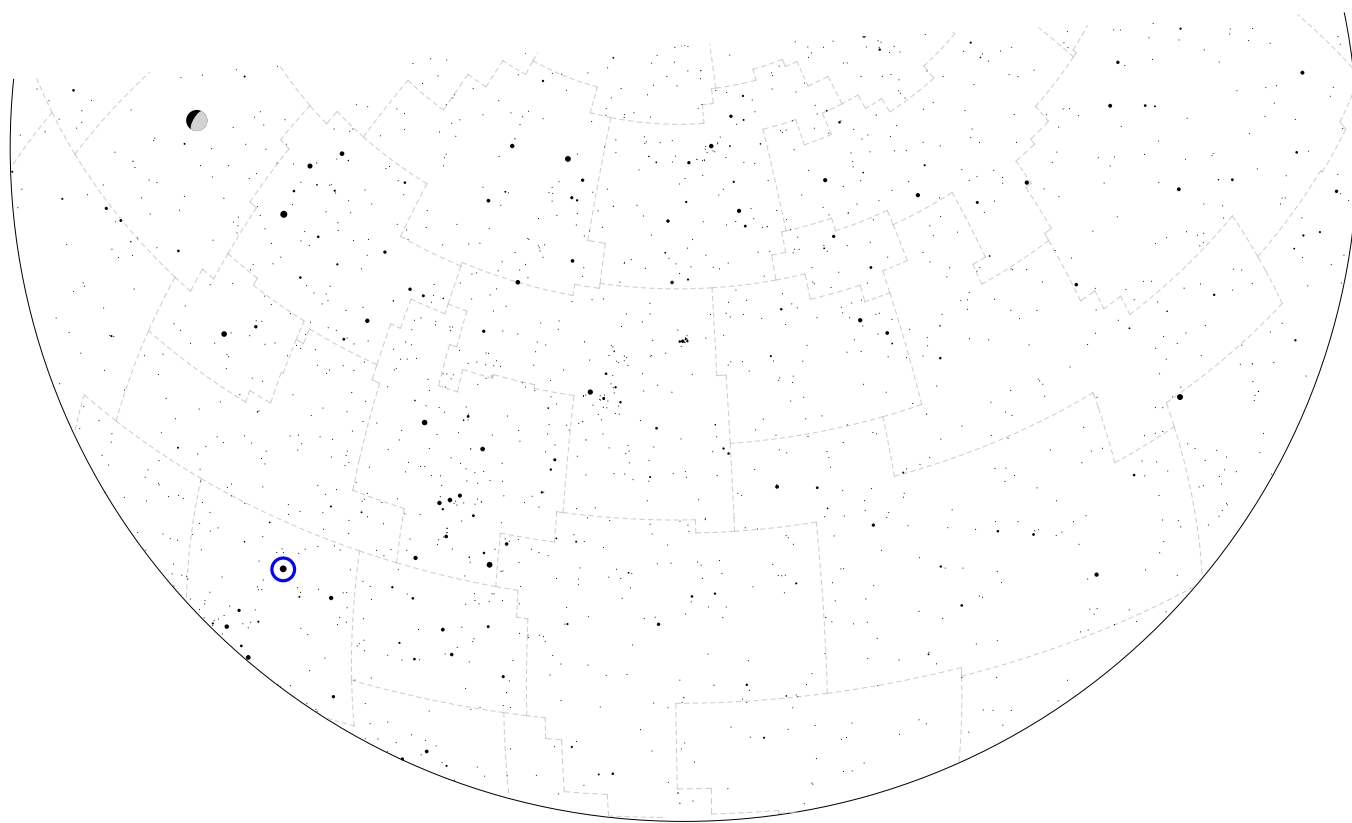
b) Která otevřená hvězdokupa právě na mapce kulminuje? Napište její označení z Messierova katalogu.

M45

c) Napište jméno nebo Bayerovo označení nejjasnější hvězdy viditelné na mapce. Hvězdu v mapce zakroužkujte.

Sirius nebo α CMa

Školní kolo 2025/26, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ) – řešení



Obrázek 1: Mapka k úloze E.

Autorem přehledového testu A je kolektiv autorů AO. Úlohu B navrhl Tomáš Gráf, křížovku C navrhl Radomír Mielec, úlohu D navrhl David Němec, úlohu E navrhli David Kománek a Jakub Vošmera.