Krajské kolo 2018/19, domácí, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

A Přehledový test (online)

(max. 30 bodů)

POKYNY: Úvodní test se řeší online na http://olympiada.astro.cz/korespondencni. Přihlašovací údaje přišly úspěšným řešitelům školního kola e-mailem, nebo je dostaneš od svého učitele, který je může zjistit v sekci pro učitele na http://olympiada.astro.cz/ucitel. Velmi doporučujeme řešení testu neodkládat na poslední dny před uzávěrkou. U problémů s řešením testu oznámených po **5. 3. 2019** bohužel nemůžeme zaručit jejich včasné vyřízení.

B Sirius A

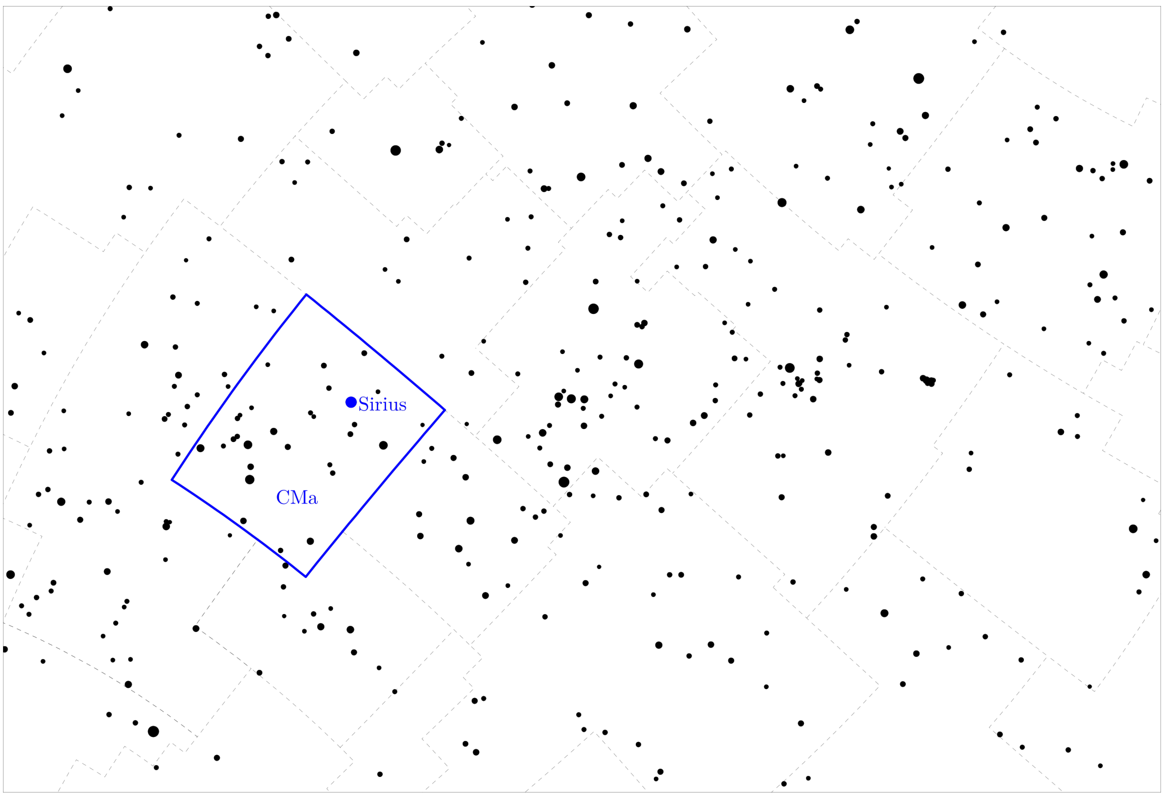
(max. 15 bodů)

Nejjasnější hvězda noční oblohy je Sirius (α CMa). Za své výsadní postavení vděčí, mimo jiné, i tomu, že je velmi blízko ke Slunci (jen 2,64 pc). Sirius je ve skutečnosti dvojhvězda se složkami A (jasnější) a B (slabší). Pouhým okem je od sebe ale rozlišit nelze. V této úloze vypočteme jasnost Siria A v porovnání se Sluncem.

a) Vyhledej v dostupných zdrojích pozorovanou hvězdnou velikost Siria A ve vizuálním spektru. Označ ji m a zapiš s přesností na setiny magnitudy. Uveď také použitý zdroj.

$m = -1{,}47\,\mathrm{mag}$, zdroj: česká Wikipedie

b) Označ hvězdu Sirius na mapě níže a zakresli co možná nejpřesněji hranice souhvězdí Velkého psa (CMa).



Krajské kolo 2018/19, domácí, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

c) Vyhledej a zapiš vztah pro modul vzdálenosti. Použij ho k výpočtu absolutní hvězdné velikosti Siria A (označ ji M). Výsledek zaokrouhli na setiny magnitudy.

$$m - M = 5 \log d - 5$$

$$M = m - 5 \log d + 5 = -1{,}47 - 5 \log 2{,}64 + 5 \approx 1{,}42\,\mathrm{mag}$$

d) Známe-li absolutní hvězdnou velikost Slunce ($M_\odot = 4{,}83\,\mathrm{mag}$), vypočítej, kolikrát je Sirius A jasnější oproti Slunci, tj. vyjádři zářivý výkon Siria A (označ L) v násobcích zářivého výkonu Slunce (označ $L_\odot$). Výsledek zaokrouhli na 3 platné číslice.

$$M - M_\odot = -2{,}5 \log\left(\frac{L}{L_\odot}\right)$$

Je vhodné napsat Pogsonovu rovnici v tomto tvaru, aby se nám lépe počítalo. Ale i rovnice ve tvaru

$$M_\odot - M = -2{,}5 \log\left(\frac{L_\odot}{L}\right)$$

je správná, jen pak bude výpočet na konci složitější. Nepotřebujeme znát $L_\odot$, protože chceme L vyjádřit jako násobek $L_\odot$. S výrazem v argumentu logaritmu tedy pracujeme jako s jedním objektem.

$$\frac{M_\odot - M}{2{,}5} = \log\left(\frac{L}{L_\odot}\right)$$

Odlogaritmujeme

$$10^{0{,}4(M_\odot - M)} = \frac{L}{L_\odot}$$

$$\frac{L}{L_\odot} = 10^{0{,}4(4{,}83-1{,}42)} = 10^{0{,}4\cdot 3{,}41} = 10^{1{,}364} \approx 23{,}1$$

$$L = 23{,}1 L_\odot$$

C Zásah meteoritem

(max. 15 bodů)

Říká se, že být zasažený meteoritem na Zemi je velmi výjimečné. Zkusme zjistit, jak moc je tato situace výjimečná na Měsíci. V jisté části tohoto příkladu budeš muset jednu hodnotu odhadnout, takže nezapomeň svoji volbu zdůvodnit.

a) Vyhledej v tabulkách poloměr Měsíce a za předpokladu, že je Měsíc dokonale kulatý, spočítej velikost jeho povrchu. Uveď ji v milionech km a zaokrouhli na 4 platné číslice.

$$R = 1\,737\,\mathrm{km}$$

$$S = 4\pi R^2 = 4\pi \cdot (1\,737\,\mathrm{km})^2 \approx 37{,}91 \cdot 10^6\,\mathrm{km}^2 \;\; (= 37{,}91\,\mathrm{mil.\,km}^2)$$

Krajské kolo 2018/19, domácí, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

b) Na Měsíc dopadne asi 2 800 kg vesmírného materiálu denně. Jedná se většinou o mikroskopické částečky a prach. Co kdyby se však jednalo o tělesa odpovídající diabolkám do vzduchovky s hmotností 0,500 g? Spočítej, na jak velkou plochu dopadne za den právě jedna taková diabolka. Předpokládej, že na celý povrch Měsíce dopadají tělesa rovnoměrně. Výsledek zaokrouhli na 3 platná místa.

Hmotnost diabolky je 0,500 g. Veškerý materiál, který dopadne, proto vydá na 5 600 000 diabolek.

Plochu, na kterou dopadne jedna diabolka, označíme ΔS.

$$\Delta S = \frac{37{,}91 \cdot 10^6\,\mathrm{km}^2}{\frac{2\,800\,\mathrm{kg}}{0{,}500 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{kg}}} = \frac{37{,}91 \cdot 10^6\,\mathrm{km}^2}{5{,}60 \cdot 10^6} \approx 6{,}77\,\mathrm{km}^2$$

c) Mise Apollo 11 prozkoumala asi 750 m^2 povrchu Měsíce. Kolik dní bychom museli čekat, než by na tuto plochu spadlo z kosmu těleso o velikosti diabolky?

Za předpokladu, že tělesa z kosmu dopadají rovnoměrně na celý měsíční povrch, stačí udělat trojčlenku:

$$n = \frac{750\,\mathrm{m}^2}{6{,}77 \cdot 10^6\,\mathrm{m}^2/\mathrm{diab}/\mathrm{den}} \approx 1{,}11 \cdot 10^{-4}\,\mathrm{diab}/\mathrm{den}$$

Na plochu 750 m^2 dopadne $1{,}11 \cdot 10^{-4}$ diabolky za den. Jedna celá diabolka tedy dopadne na tento povrch za

$$t = \frac{1}{n} = \frac{1}{1{,}11 \cdot 10^{-4}\,\mathrm{diab}/\mathrm{den}} \approx 9\,009\,\mathrm{dní}$$

d) Jaká je šance, že by takové těleso zasáhlo kosmonauta během jednoho dne stráveného mimo bezpečí přistávacího modulu?

Předpokládejme, že plocha, kterou zaujímá kosmonaut, když stojí, je 0,5 m^2. Pokud by ležel, tak 1 m^2.

Situace je podobná jako v předchozím případě: Kosmonaut s 0,5 m^2 zabírá 1 500krát menší plochu, než jakou prozkoumalo Apollo 11, takže bude čekat 1 500krát déle, tj. 13,5 milionu dní (pro plochu 1 m^2 je to 750krát menší a 6,75 milionu dní) .

Šance, že ho za jeden den zasáhne diabolka z kosmu, je tedy 1 : 13 500 000 (pro plochu 1 m^2 je to 1 : 6 750 000).

Krajské kolo 2018/19, domácí, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

D Pozorování – Jakubova hůl (online)

(max. 20 bodů)

POKYNY: Praktická úloha se řeší online na http://olympiada.astro.cz/korespondencni. Přihlašovací údaje přišly úspěšným řešitelům školního kola e-mailem, nebo je dostaneš od svého učitele, který je může zjistit v sekci pro učitele na http://olympiada.astro.cz/ucitel. Velmi doporučujeme praktickou úlohu neodkládat na poslední dny před uzávěrkou (hlavně kvůli počasí). Navíc u problémů s řešením oznámených po **5. 3. 2019** bohužel nemůžeme zaručit jejich včasné vyřízení. **Řešení (nebo alespoň snaha o řešení) praktické úlohy je nutnou podmínkou pro postup do finále Astronomické olympiády.**

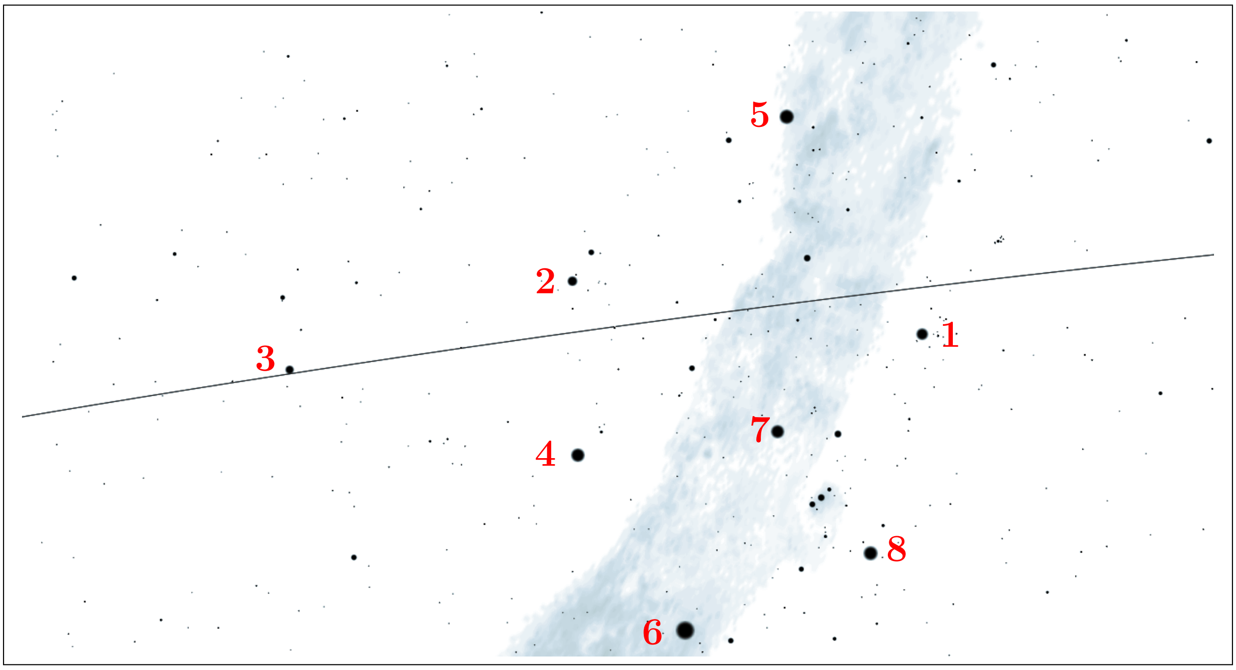
Ještě v 18. století se pro zjišťování polohy lodí na moři a pro měření úhlových vzdáleností hvězd používala tzv. Jakubova hůl. Jakubova hůl je vlastně jakési „pravítko", na kterém je kolmo přidělaná příčka, která se dá podél „pravítka" posouvat. Při posouvání příčky podél „pravítka" vidíme příčku pod menším či větším úhlem, její úhlová velikost se tedy zmenšuje či zvětšuje. Při vlastním měření přiložíme Jakubovu hůl k oku a posuneme příčku do takové vzdálenosti, aby její konce právě splynuly s body, jejichž úhlovou vzdálenost zjišťujeme. Jak Jakubova hůl vypadala, ukazuje fotografie na obrázku 1.

Obrázek 1: Jakubova hůl.

Jednoduchou verzi Jakubovy hole si můžeš vyrobit následujícím způsobem. Vezmi pravítko, které má alespoň 30 cm. Z lepenky, tvrdé čtvrtky, špejle nebo jiného vhodného materiálu si nastříhej proužky, které budou 2 cm, 5 cm, 10 cm a 20 cm dlouhé. Při vlastním měření pak zavři jedno oko, přilož konec pravítka (tj. 0 cm na jeho stupnici) na tvář (**POZOR NA OKO!**) a proužek lepenky vhodné délky umísti na pravítko do takové vzdálenosti, aby právě začal zakrývat dvojici hvězd, jejichž úhlové vzdálenosti měříš. Proužek lepenky musíš na pravítko umístit kolmo! Na stupnici pravítka pak tuto vzdálenost odečti. S tím ti mohou pomoci rodiče nebo kamarád.
Teď už jen zbývá vypočítat úhlovou vzdálenost obou měřených hvězd. Pro malé úhlové vzdálenosti (do 10°) můžeš použít $\mathrm{tg}\,\alpha \approx \alpha$.

Krajské kolo 2018/19, domácí, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

a) Na přiložené mapce hvězdné oblohy je několik jasných hvězd (viditelných i za horších podmínek pouhýma očima) označených čísly. Abys získal/a s Jakubovou holí praxi, změř vzdálenosti následujících dvojic hvězd a výsledky zaokrouhlené na celé stupně zapiš do tabulky. Rovněž vyplň jméno hvězdy a souhvězdí, do kterého patří. Nezapomeň připsat údaje o čase, pozorovacím stanovišti a stručně popsat meteorologické podmínky.



Obrázek 2: Mapka.

číslo hvězdy	jméno hvězdy	souhvězdí	číslo hvězdy	jméno hvězdy	souhvězdí
1	Aldebaran	Býk (Tau)	5	Capella	Vozka (Aur)
2	Pollux	Blíženci (Gem)	6	Sírius	Velký pes (CMa)
3	Regulus	Lev (Leo)	7	Betlegeuse	Orion (Ori)
4	Procyon	Malý pes (Cmi)	8	Rigel	Orion (Ori)

datum		hvězda		úhlová vzdálenost [°]
čas		1	7	$21° \pm 4°$
místo		4	6	$26° \pm 5°$
pozorovací podmínky		5	7	$39° \pm 8°$
		7	8	$19° \pm 4°$

b) Sleduj, jak se mění poloha Měsíce vůči blízkým hvězdám. V mapce je naznačena tenkou čarou ekliptika. Ekliptika je pomyslná kružnice na obloze, po které se pohybuje Slunce. V blízkosti ekliptiky se také pohybuje Měsíc při svém pohybu okolo Země. Vyber si jasnou hvězdu v blízkosti ekliptiky (buď č. 1, 2, nebo 3), u níž je zrovna Měsíc, a během dvou nebo tří po sobě následujících večerů změř úhlovou vzdálenost mezi hvězdou a Měsícem. Výsledky svého pozorování zapiš do tabulky. Dále

Krajské kolo 2018/19, domácí, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

uveď, jakou hvězdu jsi při měření použil/a. Opět nezapomeň připsat údaje o pozorovacím stanovišti a meteorologických podmínkách. **POZOR**, zatímco pozorování v části a) můžeš provést kdykoli (pokud je jasná obloha), pozorování v této části lze provést pouze v době, kdy je Měsíc poblíž vybraných hvězd!

datum	čas	místo	pozorovací podmínky	hvězda užitá k měření	úhlová vzdálenost [°]
				1, 2, nebo 3	
+1 až 2 dny				stejná jako dříve	

c) Na základě svého pozorování spočti, jak rychle se mění poloha Měsíce mezi hvězdami. Nejprve zjisti, o jak velkou úhlovou vzdálenost se Měsíc celkově posunul. Dále zjisti, kolik času uběhlo mezi oběma měřeními. Výsledek uveď ve stupních za hodinu a ve stupních za den.

siderický měsíc $T = 27{,}321\,661$ dne

průměrná rychlost za den je $\dfrac{360°}{T} \approx 13°$/den a přibližně 0,55°/hodinu – k těmto číslům, by se měli řešitelé blížit shora

d) Pohybuje se Měsíc při svém putování od východu k západu pomaleji nebo rychleji než hvězdy?

pomaleji