

Krajské kolo 2022/23, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení
Krajské kolo je nutné odevzdat pomocí online formuláře do 23:59 SEČ 17. 3. 2023!

A Přehledový test

(max. 30 bodů)

POKYNY: Přehledový 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>. Doporučujeme řešení testu neodkládat na poslední dny před uzávěrkou. U problémů s řešením oznámených po začátku března bohužel nemůžeme zaručit jejich včasné vyřízení. U každé otázky vyber **právě jednu** správnou odpověď. Za správnou odpověď je 1 bod. V případě špatné nebo žádné odpovědi je za otázku 0 bodů.

B Mise Mars 2020

(max. 26 bodů)

Mise Mars 2020 odstartovala 30. července 2020 a na povrch planety Mars úspěšně přistála 18. února 2021. Na Mars tato mise dopravila vozítko (rover) Perseverance a malou helikoptéru Ingenuity. My se nyní zaměříme na samotný let sondy od Země k Marsu.

K výpočtům v celé úloze využij JEN A POUZE údaje z tabulky Astronomické olympiády pro kategorii GH. Všechny potřebné výpočty zapiš, pouhý správný výsledek bez postupu neuznáváme! Nejen v této úloze budeš pracovat s velkými čísly, proto doporučujeme přečíst oddíl *Práce s velkými čísly* ze studijního textu *Text pro přípravu na finále kategorie EF 2017*, který najdeš na stránce Astronomické olympiády v seznamu literatury.

a) Jak dlouho trval let sondy od Země k Marsu? Započítej den startu ze Země i den přistání na Marsu, výsledek uveď ve dnech.

Sonda startovala 30. července 2020 = do konce tohoto roku jde o (2 + 31 + 30 + 31 + 30 + 31) dní, přistála 18. února 2021 = v tomto roce jde o (31 + 18) dní, celkem 204 dní (případné přestupné roky není nutné vůbec uvažovat).

b) Během letu sonda urazila zhruba 480 miliónů kilometrů. Jakou průměrnou rychlostí se sonda pohybovala? Výsledek uveď v kilometrech za sekundu zaokrouhlený na desetiny. K výpočtu použij výsledek z části a).

$$v = \frac{s}{t} = \frac{480 \cdot 10^6 \text{ km}}{204 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}} \approx 27,2 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

c) Před startem sond je vždy potřeba vše dobře naplánovat, neboť všechna tělesa jsou v neustálém pohybu. Kde se v okamžiku startu sondy ze Země nacházel Mars? Do obrázku 1 dokresli polohu Marsu v okamžiku startu jako bod M_1 . Polohu urči pomocí úhlu, o který se Mars posune na své oběžné dráze za dobu letu sondy k Marsu. Tento úhel můžeš vypočítat například sestavením vhodné trojčlenky. Výsledný úhel zaokrouhli na celé stupně. V celé úloze předpokládej, že Země i Mars obíhají kolem Slunce po kružnicích ve stejné rovině, ve které se navíc pohybovala i sonda.

Krajské kolo 2022/23, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

Z tabulky Astronomické olympiády pro kategorii GH (dále jen Tabulka) přečteme oběžnou dobu Marsu kolem Slunce $T_1 = 1,88$ r, přičemž 1 rok = 365,256 dne, takže $T_1 \approx 686,68$ d. Za tuto dobu Mars oběhne jednou kolem Slunce a okolo Slunce tak opíše úhel 360° . Cesta k Marsu podle části a) trvala 204 dní.

Sestavení trojčlenky:

$$\begin{array}{r} 686,68 \text{ d} \dots\dots\dots 360^\circ \\ 204 \text{ d} \dots\dots\dots x \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{204 \text{ d}}{686,68 \text{ d}} = \frac{x}{360^\circ}$$

$$x = \frac{204 \text{ d}}{686,68 \text{ d}} \cdot 360^\circ \approx 107^\circ$$

V obrázku 1 se jedná o velikost úhlu M_1SM_2 .

d) Kde se nacházela Země v okamžiku přistání sondy na Marsu? Do obrázku 1 dokresli polohu Země v okamžiku přistání sondy na Marsu jako bod Z_2 . Polohu určí pomocí úhlu, o který se Země posune na své oběžné dráze za dobu letu sondy k Marsu. Výsledný úhel zaokrouhli na celé stupně.

Z Tabulky přečteme oběžnou dobu Země kolem Slunce $T_2 = 1,00$ r, přičemž 1 rok = 365,256 dne. Výpočet je analogický jako v části c).

Sestavení trojčlenky:

$$\begin{array}{r} 365,256 \text{ d} \dots\dots\dots 360^\circ \\ 204 \text{ d} \dots\dots\dots x \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{204 \text{ d}}{365,256 \text{ d}} = \frac{x}{360^\circ}$$

$$x = \frac{204 \text{ d}}{365,256 \text{ d}} \cdot 360^\circ \approx 201^\circ$$

V obrázku 1 se jedná o velikost úhlu Z_1SZ_2 , který je větší než 180° a lze jej narýsovat jako součet úhlů 180° a 21° .

e) Vědci při komunikaci s vozítkem Perseverance musí počítat se zpožděním signálu, který se vesmírem šíří rychlostí světla ve vakuu. Jaká je hodnota této rychlosti? Hodnotu uveď v kilometrech za sekundu zaokrouhlenou na desetitisíce a v dalších částech počítej s touto zaokrouhlenou hodnotou.

$$c \approx 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

f) Zpoždění signálu mezi Zemí a vozítkem na Marsu je závislé na aktuální vzdálenosti mezi Marsem a Zemí. Jaká je nejmenší a jaká největší možná vzdálenost mezi těmito planetami? Výsledek uveď v astronomických jednotkách zaokrouhlený na setiny. Do obrázku 1 zakresli polohu Marsu jako bod M_3 v případě, že se nachází v nejmenší možné vzdálenosti od Země, která se nachází v bodě Z_1 . Dále do obrázku 1 zakresli polohu Marsu jako bod M_4 v případě, že se nachází v největší možné vzdálenosti od Země, která se nachází v bodě Z_1 .

Krajské kolo 2022/23, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

Z Tabulky přečteme vzdálenosti obou planet od Slunce: $r_1 = 1,00$ au a $r_2 = 1,52$ au. Nejmenší vzdálenost mezi planetami nastává vždy, když se nachází na jedné přímce se Sluncem v pořadí Slunce, Země, Mars (Mars je v tzv. opozici se Sluncem). Největší vzdálenost mezi planetami nastává vždy, když se Mars nachází přesně na opačné straně od Slunce než Země, na pomyslné přímce jsou tělesa v pořadí Mars, Slunce, Země. Platí proto

$$r_{\min} = r_2 - r_1 = 1,52 \text{ au} - 1,00 \text{ au} = 0,52 \text{ au}$$

$$r_{\max} = r_2 + r_1 = 1,52 \text{ au} + 1,00 \text{ au} = 2,52 \text{ au}$$

g) Jak dlouho se šíří signál mezi Zemí a Marsem v případě jejich nejmenší vzdálenosti a jak dlouho v případě jejich největší vzdálenosti? K výpočtu použij hodnoty z částí e) a f). Výsledky uveď v celých sekundách a také v minutách a sekundách (např. 25 min 16 s). Případná tělesa jako například Slunce, která by mohla bránit v přenosu signálu, neuvažuj.

Z Tabulky přečteme převod $1 \text{ au} \approx 1,50 \cdot 10^{11} \text{ m} = 1,50 \cdot 10^8 \text{ km}$

$$t_{\min} = \frac{r_{\min}}{c} = \frac{0,52 \cdot 1,50 \cdot 10^8 \text{ km}}{300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}} = 260 \text{ s} = 4 \text{ min } 20 \text{ s}$$

$$t_{\max} = \frac{r_{\max}}{c} = \frac{2,52 \cdot 1,50 \cdot 10^8 \text{ km}}{300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}} = 1\,260 \text{ s} = 21 \text{ min}$$

h) Zřejmě nejkritičtějším okamžikem letu sondy bylo přistání na Marsu. S jakým zpožděním se vědci dozvěděli, zda bylo úspěšné? Urči nejprve vzdálenost mezi Marsem a Zemí v době přistání (samotné časové zpoždění budeš počítat až v další části). Hledanou vzdálenost urči tak, že z obrázku 1 zjistíš vzdálenost mezi body M_2 a Z_2 . Obrázek si vytiskni, urči měřítko v obrázku a s jeho pomocí vypočítej vzdálenost mezi Marsem a Zemí. Výsledek uveď v astronomických jednotkách zaokrouhlený na desetiny.

Následující hodnoty jsou závislé na nastavení tiskárny, výsledek však musí být totožný. Vzdálenost mezi body S a Z_1 po vytištění je 4,9 cm, což ve skutečnosti představuje 1,00 au. Vzdálenost mezi body M_2 a Z_2 po vytištění je 6,9 cm. Sestavení trojčlenky:

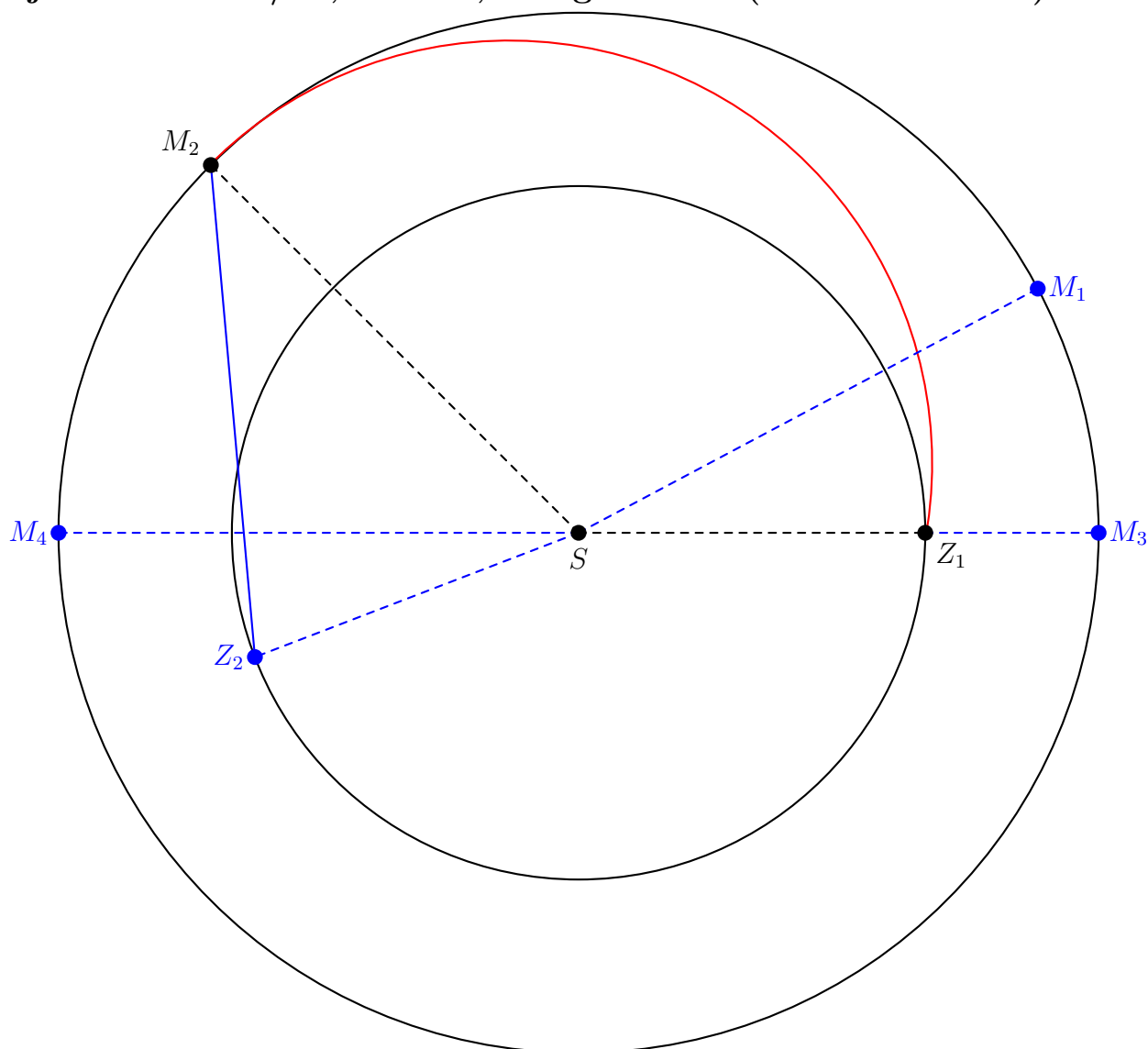
$$\begin{array}{l} 4,9 \text{ cm} \quad \dots\dots\dots 1,00 \text{ au} \\ 6,9 \text{ cm} \quad \dots\dots\dots x \\ \hline \frac{6,9 \text{ cm}}{4,9 \text{ cm}} = \frac{x}{1,00 \text{ au}} \\ x = \frac{6,9 \text{ cm}}{4,9 \text{ cm}} \cdot 1,00 \text{ au} \approx 1,4 \text{ au} \end{array}$$

i) Jaké tedy bylo zpoždění signálu mezi Marsem a Zemí v době přistání sondy na Marsu? K výpočtu použij hodnoty z částí e) a h). Výsledek uveď v celých sekundách a také v minutách a sekundách.

$$t = \frac{1,4 \cdot 1,50 \cdot 10^8 \text{ km}}{300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}} = 700 \text{ s} = 11 \text{ min } 40 \text{ s}$$

Poznámka: V oficiálních zprávách se hovořilo o zpoždění zhruba 11 minut, jedná se tak o velice dobrý výsledek s ohledem na všechna naše zjednodušení.

Krajské kolo 2022/23, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení



Obrázek 1: Let mise Mars 2020. Bod S značí Slunce, bod Z_1 polohu Země v okamžiku startu ze Země, bod M_2 polohu Marsu v okamžiku přistání sondy na Marsu, černé kružnice představují oběžné dráhy Země a Marsu kolem Slunce. Červenou barvou je přibližně znázorněn let sondy. Velikosti Slunce, Země ani Marsu nejsou ve správném měřítku (vůči sobě ani vůči poloměrům oběžných drah Země a Marsu kolem Slunce). Oběžné dráhy Země a Marsu jsou vůči sobě ve správném poměru. Země a Mars na obrázku obíhají kolem Slunce proti směru hodinových ručiček.

Krajské kolo 2022/23, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení
C Velikosti těles Sluneční soustavy
(max. 24 bodů)

Velikosti těles Sluneční soustavy jsou pro nás těžko představitelné, proto si je zkusíme znázornit v měřítku, které nám ukáže, jak moc se velikosti jednotlivých těles Sluneční soustavy liší. Jako základ našeho měřítka zvolíme naši domovskou planetu, kterou nahradíme standardním fotbalovým míčem o průměru 22 cm. Všechny tvary těles v této úloze považuj za kulové.

K výpočtům v celé úloze využijej JEN A POUZE údaje z tabulky Astronomické olympiády pro kategorii GH. Všechny potřebné výpočty zapiš, pouhý správný výsledek bez postupu neuznáváme! Nejen v této úloze budeš pracovat s velkými čísly, proto doporučujeme přečíst oddíl *Práce s velkými čísly* ze studijního textu *Text pro přípravu na finále kategorie EF 2017*, který najdeš na stránce Astronomické olympiády v seznamu literatury.

a) Průměry planet v našem měřítku uveď přehledně do následující tabulky. Za tabulkou máš dostatek místa pro výpočty, všechny výpočty pro každou planetu tam zapiš. Pro všechny planety uveď výsledky v centimetrech zaokrouhlené na jedno desetinné místo. Údaje pro Zemi jsme již doplnili.

planeta	rovníkový průměr	
	skutečný v km	v měřítku v cm
Merkur	4 880	8,4
Venuše	12 104	20,9
Země	12 756	22,0
Mars	6 792	11,7
Jupiter	142 984	246,6
Saturn	120 536	207,9
Uran	51 118	88,2
Neptun	49 528	85,4

Z tabulky Astronomické olympiády pro kategorii GH (dále jen Tabulka) přečteme hodnoty poloměrů všech planet, ještě je nutné je vynásobit dvěma, protože v tabulce se uvádí průměry. Provedeme vzorový výpočet například pro planetu Jupiter, pro ostatní planety je výpočet analogický. Sestavení trojčlenky:

$$\begin{array}{rcl} 12\,756 \text{ km} & \dots\dots\dots & 22,0 \text{ cm} \\ 142\,984 \text{ km} & \dots\dots\dots & x \end{array}$$

$$\frac{142\,984 \text{ km}}{12\,756 \text{ km}} = \frac{x}{22,0 \text{ cm}}$$

$$x = \frac{142\,984 \text{ km}}{12\,756 \text{ km}} \cdot 22,0 \text{ cm} \approx 246,6 \text{ cm}$$

Krajské kolo 2022/23, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

b) Jaký je průměr Slunce, největšího tělesa Sluneční soustavy, v našem měřítku? Výsledek uveď v metrech zaokrouhlený na jednotky.

Z Tabulky přečteme poloměr Slunce $6,96 \cdot 10^8 \text{ m} = 696\,000 \text{ km}$, průměr je dvojnásobný, takže výpočet je:

$$\frac{1\,392\,000 \text{ km}}{12\,756 \text{ km}} \cdot 22,0 \text{ cm} \approx 24 \text{ m}$$

Průměr Slunce je v našem měřítku přibližně 24 m.

c) V námi zvoleném měřítku je průměr jistého tělesa X 158 cm. Pomocí této hodnoty vypočítej skutečný průměr tělesa X. Výsledek uveď v kilometrech zaokrouhlený na desítky. Odpovídá nějaké známé těleso Sluneční soustavy svou velikostí rozměrům tělesa X? Svůj výběr náležitě zdůvodni.

$$\frac{158 \text{ cm}}{22,0 \text{ cm}} \cdot 12\,756 \text{ km} \approx 91\,610 \text{ km}$$

Skutečný průměr tělesa X je přibližně 91 610 km (poloměr je potom 45 805 km). Velikostí se tedy jedná o těleso větší než Uran a menší než Saturn, žádné takové známé těleso ve Sluneční soustavě není.

d) Co kdybychom jako základ našeho měřítka místo Země použili Slunce? Stále bychom skutečné těleso nahrazovali fotbalovým míčem s průměrem 22 cm. Jaký by byl průměr Merkuru, Země a Jupiteru v tomto měřítku? Výsledky uveď v centimetrech zaokrouhlené na dvě desetinná místa do připravené tabulky, pod kterou máš opět dostatek místa pro zapsání všech potřebných výpočtů.

planeta	rovníkový průměr	
	skutečný v km	v novém měřítku v cm
Merkur	4 880	0,08
Země	12 756	0,20
Jupiter	142 984	2,26

Stačí pouze upravit výpočet z části b). Pro Zemi je výpočet následující, pro Merkur a Jupiter analogický.

$$\frac{12\,756 \text{ km}}{1\,392\,000 \text{ km}} \cdot 22,0 \text{ cm} \approx 0,20 \text{ cm}$$

e) Které ze dvou uvažovaných měřítek v této úloze je podle tebe vhodnější pro lepší představu o velikostech těles Sluneční soustavy? Svou odpověď zdůvodni a své tvrzení založ na výpočtech z této úlohy. Zkus se zamyslet nad tím, zda by bylo možné vyrobit v jednom či druhém měřítku modely všech těles Sluneční soustavy, která jsme v této úloze uvažovali.

V měřítku, kdy Země má odpovídat fotbalovému míči, je průměr Slunce (koule) přibližně 24 m, takovou kouli lze vyrobit, ale těžko by se s ní manipulovalo. Modely planet by nicméně v tomto měřítku vyrobit šlo včetně snadné manipulace.

V druhém měřítku, kdy fotbalovému míči odpovídá Slunce, by modely všech planet vyrobit šlo včetně nejmenšího Merkuru, byť kulička s průměrem necelého milimetru by byla opravdu malá.

Lepší je tedy měřítko, kdy fotbalovému míči odpovídá Slunce.

Krajské kolo 2022/23, domácí, kategorie GH (6. a 7. 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 chvíli před uzávěrkou (hlavně kvůli počasí). U problémů s řešením oznámených po začátku března 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 úhlů mezi hvězdami používala tzv. Jakubova hůl. Jakubova hůl je vlastně jakési „pravítka“, na kterém je kolmo přidělaná příčka, která se dá podél „pravítka“ posouvat. Při posouvání příčky podél „pravítka“ vidíme příčku pod menším či větším úhlem. Při vlastním měření přiložíme Jakubovu hůl k oku a posuneme příčku do takové vzdálenosti, aby její konce právě splynuly s body, mezi kterými měříme úhel. Jak Jakubova hůl vypadá, ukazuje následující fotografie:



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, mezi kterými měříš úhel. Proužek lepenky musíš na pravítko umístit kolmo! Na stupnici pravítka pak tuto vzdálenost odečti. S tím ti mohou pomoci rodiče nebo kamarád.

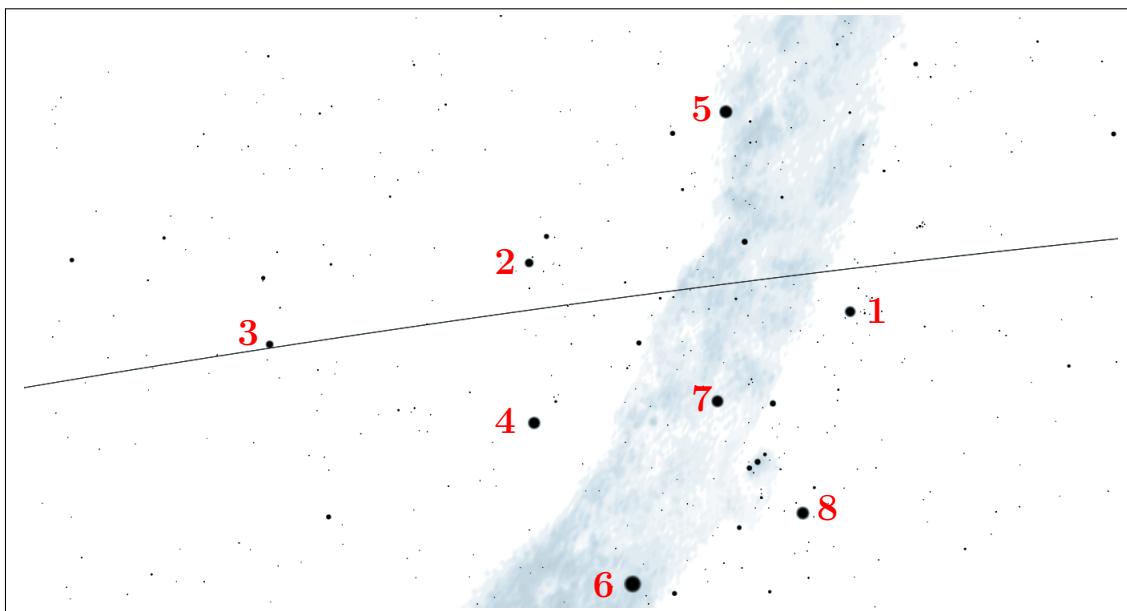
Teď už jen zbývá vypočítat úhel mezi měřenými hvězdami. K tomu použij následující vzoreček:

$$\alpha = \frac{x}{d} \cdot \frac{180^\circ}{3,14},$$

kde x je délka proužku z lepenky a d vzdálenost, kterou na pravítku odečteš (obě veličiny x i d musíš dosadit do vzorce ve stejných jednotkách!).

Krajské kolo 2022/23, domácí, kategorie GH (6. a 7. 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 úhly mezi následujícími dvojicemi 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.



číslo hvězdy	jméno hvězdy	souhvězdí	číslo hvězdy	jméno hvězdy	souhvězdí
1			5		
2			6		
3			7		
4			8		

datum		hvězda		úhel [°]
čas		1	7	
místo		4	6	
pozorovací podmínky		5	7	
		7	8	

Krajské kolo 2022/23, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

b) Sleduj, jak se mění poloha Měsíce vůči jasným 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 (číslo 1, 2, nebo 3), u níž je zrovna Měsíc, a během dvou nebo tří po sobě následujících večerů změř úhel mezi hvězdou a Měsícem. Výsledky svého pozorování zapiš do tabulky. Dále 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 b) musíš provést pouze v době, kdy je Měsíc poblíž vybraných hvězd, tedy ve dnech kolem **6. února** nebo kolem **5. března!**

datum	čas	místo	pozorovací podmínky	hvězda užitá k měření	úhel [°]
				1, 2, nebo 3	
+ 1 den až 2 dny				stejná jako minule	

c) Na základě svého pozorování spočti, jak rychle se mění poloha Měsíce mezi hvězdami. Pokud byl Měsíc při obou měřeních před zvolenou hvězdou, nebo při obou měřeních za zvolenou hvězdou (podél ekliptiky), pak změřené úhly od sebe odečti (od větší hodnoty odečti menší). Pokud byl Měsíc při prvním měření před zvolenou hvězdou a při druhém za zvolenou hvězdou, pak změřené úhly sečti. Ještě si uvědom, kolik času uběhlo mezi oběma měřeními. Výsledek uveď ve stupních za hodinu a ve stupních za den.

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