

Krajské kolo 2020/21, domácí, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

A Přehledový test – online

(max. 30 bodů)

POKYNY: Úvodní test se řeší online na 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 olympiada.astro.cz/ucitel. Velmi doporučujeme řešení testu neodkládat na poslední dny před uzávěrkou. U problémů s řešením testu oznámených po **15. 3. 2021** bohužel nemůžeme zaručit jejich včasné vyřízení.

B Betlémská hvězda

(max. 25 bodů)

Vánoční oblohu v roce 2020 ozdobila tzv. Betlémská hvězda. Už samotná konjunkce planet Jupiter a Saturn je vzácný úkaz – na další si budeme muset počkat do roku 2040. Tento úkaz byl pravděpodobně v roce 7 př. n. l. oním biblickým úkazem dnes přezdívaným Betlémská hvězda. Letos se navíc poprvé po více než 2000 letech ukázala na obloze při zimním slunovratu.

a) Jak poznáme, jestli je daný bod na obloze planeta nebo hvězda? Uveď tři metody založené na různých principech.

Pomocí ročenky / mapy hvězdné oblohy / mobilní aplikace / počítače / internetu / planetária.

Planety bývají jasnější než hvězdy.

Světlo hvězd se vlivem atmosféry mihotá daleko více než světlo planet.

Planety se vůči hvězdám pohybují.

Použitím dalekohledu.

Nacházejí se poblíž ekliptiky / v souhvězdích zvířetníku.

Na obrázcích 1 a 2 jsou mapy hvězdné oblohy vždy hodinu po západu Slunce. Konkrétní datum není známé, ale pro účely úlohy není potřeba (je to někdy v minulých 2028 letech). Víme však, že mezi oběma mapami je časový posun jeden měsíc. Jsou na nich vyznačeny hvězdy, které jsou viditelné pouhým okem (černá kolečka – velikost odpovídá jasnosti), dále Slunce (prázdné kolečko), obzor (velká kružnice), obloha pod obzorem (šedě) a také 4 planety Sluneční soustavy (též černá kolečka).

b) Na obrázcích najdi a zakroužkuj nebo vyznač zvýrazňovačem všechny 4 planety.

Nápověda: Jeden ze způsobů, který jsi, doufejme, napsal/a do předchozí odpovědi, ti to umožní.

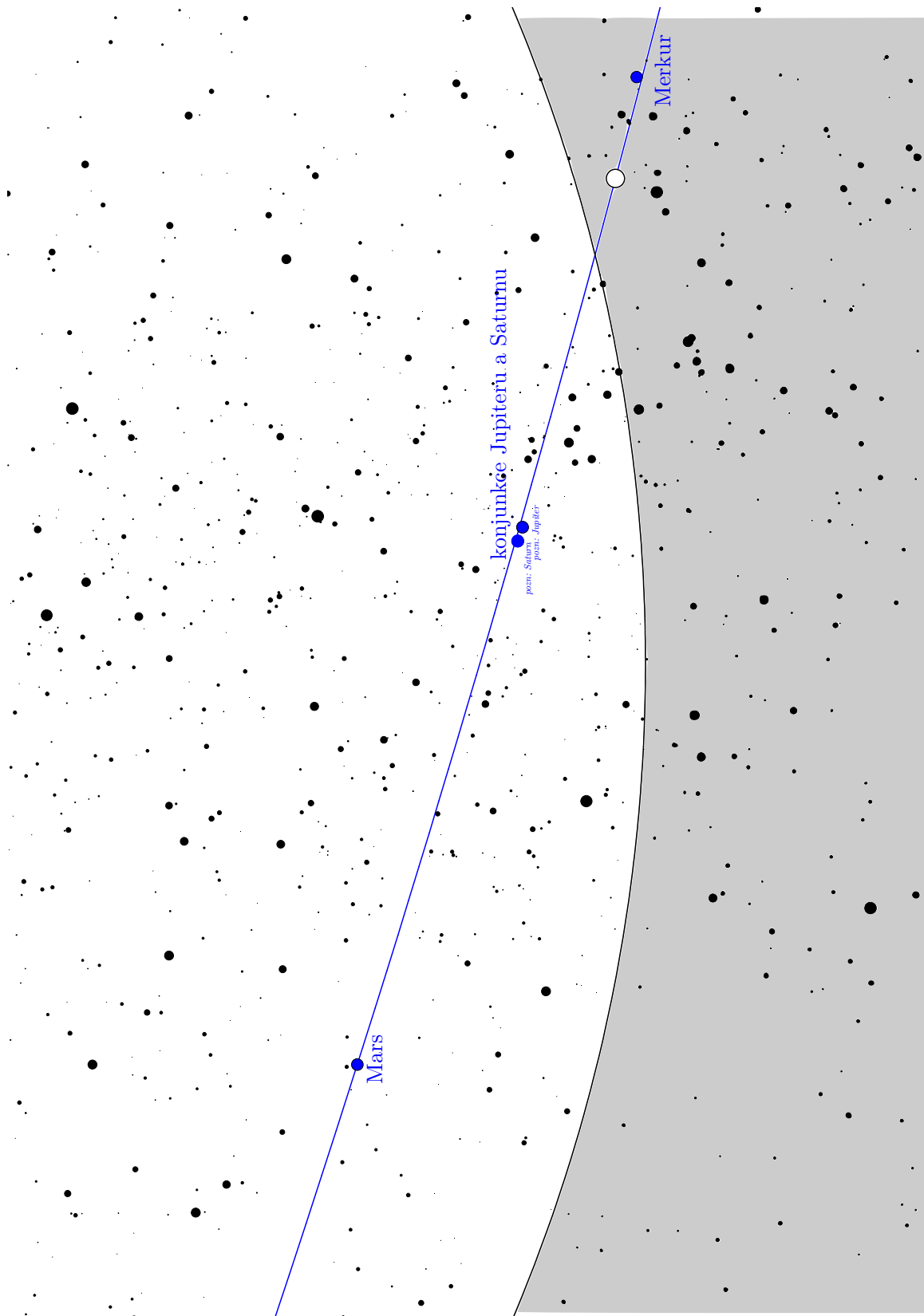
(Planety jsou jasné a hýbou se na hvězdném pozadí.)

c) Za předpokladu, že jsou planety v jedné rovině se Zemí a Sluncem (tj. v rovině ekliptiky), narýsuj ekliptiku jako přímku do obrázku 1. Pozor, NE do obrázku 2, kde už ekliptika připomíná oblouk!

d) Najdi a pojmenuj v obrázcích 1 i 2 planety Merkur a Mars a označ konjunkci planet Jupiter a Saturn. Zdůvodnění své volby napiš do tabulky.

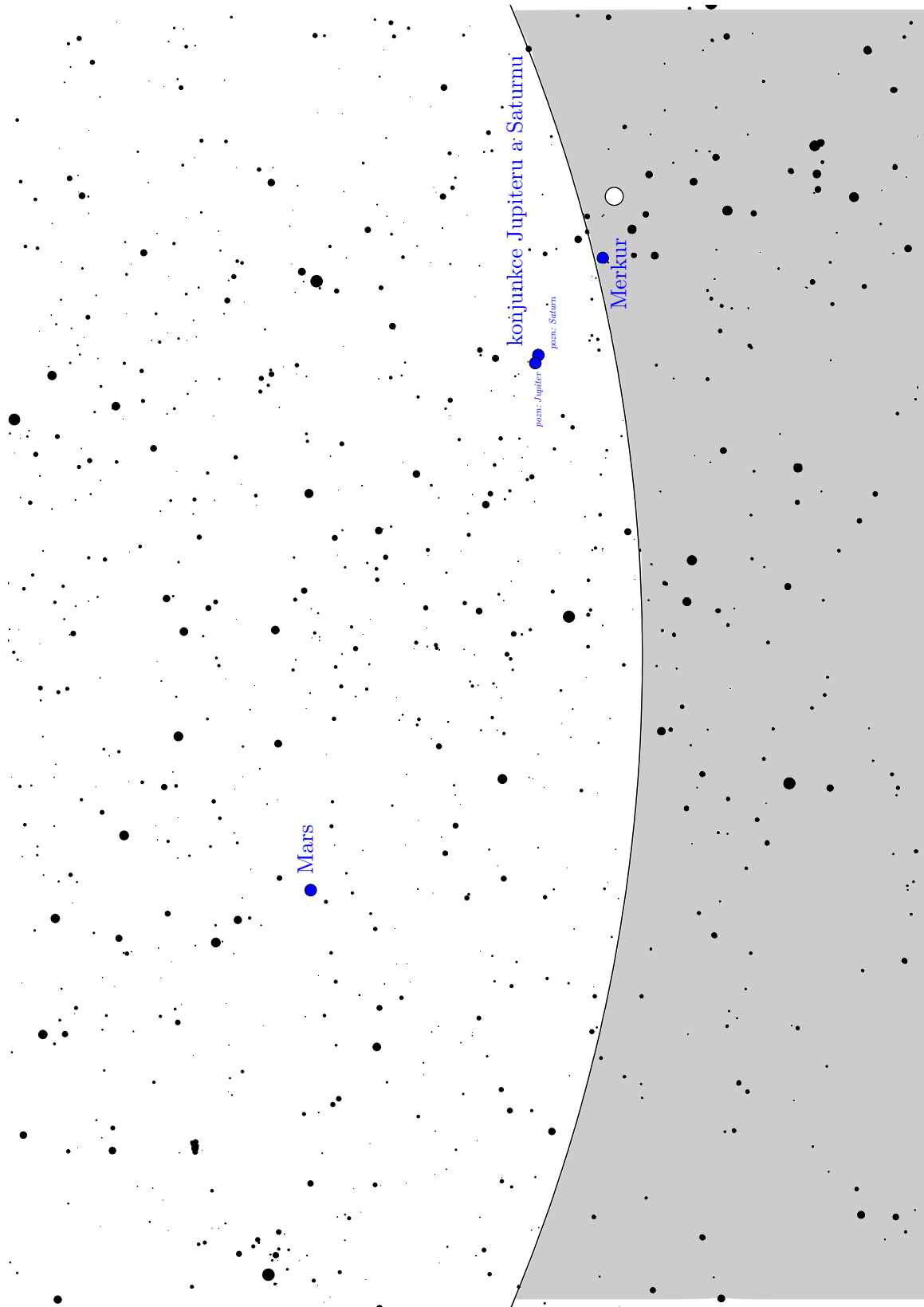
Nápověda: Planety Uran a Neptun nejsou pouhým okem vidět.

Krajské kolo 2020/21, domácí, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení



Obrázek 1: První hvězdná mapa.

Krajské kolo 2020/21, domácí, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení



Obrázek 2: Druhá hvězdná mapa.

Krajské kolo 2020/21, domácí, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

konjunkce Jupiteru a Saturnu	jediné dvě planety u sebe, tj. v konjunkci
Merkur	planeta nejbližší Slunci, obíhá nejrychleji (mohla by to být i Venuše, ale na tu jsme se neptali)
Mars	vylučovací metodou poslední zbylá planeta (na Venuši je daleko od Slunce)

Upozornění: Pokud k nalezení odpovědi využiješ planetární software, a i když projedeš každý den více než 2 000 let do minulosti, abys našel/našla jména planet, a pouze je napíšeš bez zdůvodnění, jen si tím přiděláš práci a ani tak nedostaneš více než třetinu bodů. Pokud se nad odpovědí zamyslíš, lze řešení nalézt velmi rychle i s přímočarým zdůvodněním.

e) Ve dnech, které jsou na hvězdných mapách, by byla vidět Venuše jako Večernice nebo Jitřenka? Stručně vysvětli.

jako Jitřenka – mapy jsou po západu Slunce a ani na jedné není Venuše vidět, tudíž musela být vidět před východem Slunce

C Mimoszemská pozorování

(max. 25 bodů)

Tři „mimoszemští“ vědci se současně dívají na planetu Zemi. Venušan se usídlil v oblačné základně na planetě Venuši, Marťan na povrchu planety Mars a Měsíčan na přivrácené straně našeho Měsíce. Svá měření zapisují do tabulky. Zjistili synodickou periodu oběhu tělesa, na kterém má každý pozorovatelnu – tzn. dobu, jak dlouho trvá, než se jejich těleso znovu dostane do opozice se Sluncem (jedné přímky se Sluncem a Zemí; sklon oběžné dráhy vzhledem k ekliptice zanedbáváme). Z pozorování pohybu Slunce mezi hvězdami Venušan a Marťan zjistili svoji siderickou dobu oběhu kolem Slunce a Měsíčan odhadl siderickou dobu oběhu Země.

oběžná perioda	Venuše	Mars	Měsíc	Země
synodická (T_{syn})	583,9 d	780,0 d	29,5 d	—
siderická (T_{sid})	224,7 d	687,0 d	—	365,26 d

a) Pro každého pozorovatele urči, zda může vidět všechny fáze Země – od novu přes úplněk do novu. Zapiš do tabulky níže „ANO“ nebo „NE“ a vysvětli JEDNOU VĚTOU.

b) U těch, kteří mohou vidět všechny fáze, zjisti, jak dlouho bude trvat, než se tyto fáze vystřídají. Výsledek s přesností na desetiny dne zapiš do tabulky níže a případné výpočty či vysvětlení také.

c) Venušan a Marťan spolu mohou komunikovat jen tehdy, když jsou jejich planety nejbližší k sobě. S jakou periodou to nastává, pokud zanedbáme výstřednosti drah? Výsledek i mezivýsledky zaokrouhli na 4 platné číslice. *Nápověda: Je výhodné využít úhlových rychlostí planet.*

BUĎ: Použijeme siderické oběžné periody, abychom zavedli úhlové rychlosti planet.

$$\omega_V = \frac{2\pi}{T_{\text{sid,V}}}, \quad \omega_M = \frac{2\pi}{T_{\text{sid,M}}}$$

Krajské kolo 2020/21, domácí, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

	Venušan	Martan	Měsíčan
a)	NE. Protože Země a Venuše okolo sebe neobíhají. / Protože Země obíhá dále než Venuše (nedostane se do novu).	NE. Protože Země a Mars okolo sebe neobíhají. / Protože mezi Zemí a Mars se dostává při úplňku Slunce.	ANO. Protože Měsíc obíhá okolo Země.
b)	—	—	29,5 dne (stejně jako synodická doba oběhu Měsíce) Uznávala se i odpověď 14,8 dne, protože v původním zadání bylo „všechny fáze Země – od novu po úplněk“. Zde již opraveno.

Venuše obíhá rychleji než Mars, průvodiče obou planet se tedy potkají za čas T , kde

$$\frac{2\pi}{T} = \omega_V - \omega_M = \frac{2\pi}{T_{\text{sid},V}} - \frac{2\pi}{T_{\text{sid},M}}.$$

Po úpravě dostaneme

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_{\text{sid},V}} - \frac{1}{T_{\text{sid},M}}$$

$$T = \frac{T_{\text{sid},M} \cdot T_{\text{sid},V}}{T_{\text{sid},M} - T_{\text{sid},V}} = \frac{687,0 \text{ d} \cdot 224,7 \text{ d}}{687,0 \text{ d} - 224,7 \text{ d}} \approx 333,9 \text{ d}$$

NEBO: Alternativně, ačkoliv méně přesně, lze vypočítat, kolikrát rychlejší je Venuše oproti Marsu.

$$n = \frac{T_{\text{sid},M}}{T_{\text{sid},V}} = \frac{687,0 \text{ d}}{224,7 \text{ d}} \approx 3,057 \approx 3$$

Takže se s Marsem potká na jeho dráze vždy po

$$T = 1,5 T_{\text{sid},V} \approx 337,1 \text{ d}$$

d) Pomocí zadaných hodnot vypočítej, kolikrát dál od Slunce obíhá planeta Mars než Země. Výsledek zaokrouhli na setiny. Výstřednosti drah zanedbej.

Využijeme 3. Keplerův zákon s tím, že do něj dosadíme siderickou periodu Marsu a Země z tabulky nahoře. Protože chceme poměr hlavní poloosy Marsu vůči Zemi, budeme uvažovat, že Země obíhá ve vzdálenosti přesně 1.

$$\frac{a_M^3}{T_{\text{sid},M}^2} = \frac{a_Z^3}{T_{\text{sid},Z}^2}$$

$$a_M = \sqrt[3]{\frac{a_Z^3 \cdot T_{\text{sid},M}^2}{T_{\text{sid},Z}^2}} = \sqrt[3]{\frac{1,00^3 \cdot (687,0 \text{ d})^2}{(365,26 \text{ d})^2}} \approx 1,52 \text{ (příp. } 1,52 \text{ au)}$$

Mars obíhá $1,52 \times$ dál než Země.

Krajské kolo 2020/21, domácí, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

e) Měsíčník má lepší vybavení pro sledování než Venušan a je také k Marsu blíže, proto může zachytit Marťanův signál po celou dobu od kvadratury, přes opozici, do další kvadratury Země a Marsu. Kvadratura je taková vzájemná poloha vnějších planet, při níž je úhel planeta–Země–Slunce rovný 90° . Vypočítej, jak dlouho tato doba trvá. Zanedbej výstřednosti a sklony drah planet i vzdálenost Země–Měsíc (tj. počítej, jako by se Měsíčník nacházel na Zemi). Výsledek uveď na 4 platné číslice.

Protože Země také obíhá kolem Slunce ve stejném směru jako Mars, budeme uvažovat, že Mars obíhá se synodickou periodou. Hledáme délku oblouku, viz náčrtek vpravo.

Potřebujeme vědět, jak velký úhel Mars urazil vzhledem k Zemi

$$\cos \theta = \frac{a_Z}{a_M} = \frac{1}{1,52}$$

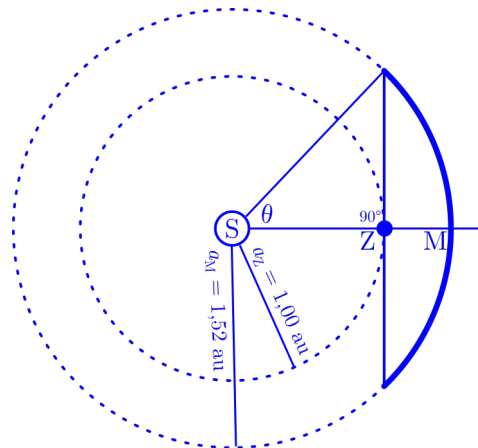
(zde by mohly být jednotky „au“, viz obrázek, ale my je zavedené v příkladu nemáme – využíváme proto pouze poměr)

$$\theta = \arccos \frac{1}{1,52} \approx 0,8528 \text{ rad} \approx 48,86^\circ$$

Od kvadratury přes opozici do další kvadratury uběhne Mars 2θ ! Pracujeme v soustavě, která rotuje společně se Zemí, musíme proto počítat se synodickou periodou. Uplyne tedy doba (lze řešit i v radiánech s 2π)

$$t = \frac{2\theta}{360^\circ} T_{\text{syn},M} = \frac{2 \cdot 48,86^\circ}{360^\circ} 780,0 \text{ d} \approx 211,7 \text{ d}$$

$$\left(t = \frac{2\theta}{2\pi} T_{\text{syn},M} = \frac{2 \cdot 0,8528}{2\pi} 780,0 \text{ d} \approx 211,7 \text{ d} \right)$$



Krajské kolo 2020/21, domácí, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

D Pozorování hvězdy

(max. 20 bodů)

POKYNY: Velmi doporučujeme praktickou úlohu neodkládat na poslední dny před uzávěrkou (hlavně kvůli počasí). Navíc u problémů s řešením oznámených po **15. 3. 2021** bohužel nemůžeme zaručit jejich včasné vyřízení.

Řešení (nebo alespoň snaha o řešení) praktické úlohy je nutnou podmínkou pro postup do finále Astronomické olympiády. Dbej na to, že astronomická pozorování nejsou omluvou pro porušování zákonů – rušení nočního klidu, vnikání na cizí pozemek, zákaz nočního vycházení apod.

Vyber si nějakou jasnou hvězdu a pomocí mapy hvězdné oblohy ověř, že se skutečně jedná o hvězdu (a ne například o planetu). Zvol si vhodné pozorovací stanoviště tak, aby tvoje hvězda přecházela za bleskosvodem, stožárem nebo jiným úzkým objektem.

a) Zapiš adresu nebo GPS souřadnice pozorovacího místa a pozorovací podmínky.

GPS / adresa a místo , podmínky (oblačnost, seeing, viditelnost Měsíce, rušivý vliv pouličního osvětlení atd.)

b) Zapiš název/označení hvězdy.

hvězda

c) Změř přesný čas průchodu hvězdy za vybraným objektem a zapiš jej. Nezapomeň poznamenat i časové pásmo. Měření pak zopakuj po několika dnech a opět si jej zaznamenej.

1. datum a čas a pásmo

2. datum a čas a pásmo

d) Stručně a výstižně popiš, co jsi pozoroval/a, a vysvětli příčinu daného jevu.

Např.: Hvězda procházela po 10 dnech za bleskosvodem o 39 minut dříve. To odpovídá časovému rozdílu 3 minuty 56 sekund za jeden den. Příčinou je oběh Země kolem Slunce v důsledku čehož se Země otočí vzhledem ke vzdáleným hvězdám (1 → 2) o 3 minuty a 56 sekund dříve než vzhledem ke Slunci (1 → 3). Viz obrázek (ten se nebuduje)

