

**Krajské kolo 2021/22, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení**  
Krajské kolo je nutné odevzdat pomocí online formuláře do 12:00 SEČ 23. 3. 2022!

## 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 Vesmírný dalekohled Jamese Webba

(max. 20 bodů)

Nástupcem Hubbleova vesmírného dalekohledu se má stát vesmírný dalekohled Jamese Webba (zkratka JWST – z anglického názvu James Webb Space Telescope), jehož vývoj začal již v roce 1996 s očekávaným vypuštěním v roce 2007, avšak z mnoha důvodů se jeho start uskutečnil až 25. prosince 2021. JWST bude umístěn v tzv. Lagrangeově libračním bodě  $L_2$ , který se nachází zhruba 1,5 miliónu kilometru daleko od Země přesně na opačné straně než Slunce. V bodě  $L_2$  se navzájem vyrovnávají gravitační síly od Země a Slunce působící na JWST s odstředivou silou. JWST proto bude obíhat kolem Slunce stejnou dobu jako Země, ačkoli se bude nacházet od Slunce dále než Země a měl by proto obíhat kolem Slunce delší dobu než Země.

K výpočtům v celé úloze využijej 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) Kolikrát dále se bude JWST nacházet od Země v porovnání se střední vzdáleností Měsíce od Země? Výsledek zaokrouhli na desetiny.

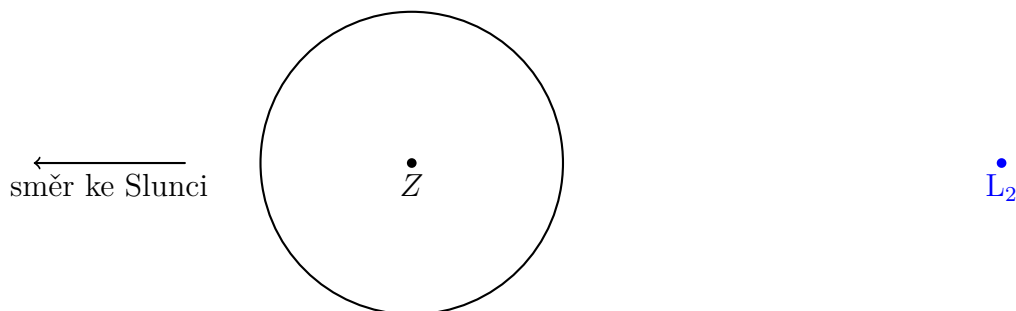
Z tabulky Astronomické olympiády pro kategorii GH (dále jen Tabulka) přečteme vzdálenost Měsíce od Země  $r_1 = 3,84 \cdot 10^5$  km a dále k výpočtu použijeme zadanou vzdálenost JWST od Země  $r_2 = 1,50 \cdot 10^6$  km:

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{1,50 \cdot 10^6 \text{ km}}{3,84 \cdot 10^5 \text{ km}} \approx 3,9$$

**Krajské kolo 2021/22, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení**

b) Do následujícího obrázku dokresli polohu bodu  $L_2$  ve správném měřítku vzhledem k oběžné dráze Měsíce, využij k tomu výsledek části a). Do připraveného rámečku zapiš potřebný výpočet pro zakreslení polohy bodu  $L_2$ .

Poloměr oběžné dráhy Měsíce kolem Země je v obrázku 2 cm, s využitím výsledku části a) je poloha bodu  $L_2$  ve vzdálenosti  $3,9 \cdot 2 \text{ cm} = 7,8 \text{ cm}$  od bodu  $Z$  na opačné straně než se nachází Slunce.



**Obrázek 1:** Pozice bodu  $L_2$ . Bod  $Z$  značí Zemi, černá šipka označuje směr ke Slunci a černá kružnice představuje oběžnou dráhu Měsíce kolem Země.

c) Jakou dráhu urazí Země během jednoho oběhu kolem Slunce? Předpokládej, že Země obíhá kolem Slunce po kružnici. K výpočtu použij vzorec pro obvod  $o$  kružnice s poloměrem  $r$ :  $o \approx 6,28 \cdot r$ . Výsledek zaokrouhli na jednotky miliónů km, například  $351 \cdot 10^6 \text{ km}$ .

Z Tabulky přečteme, že  $1 \text{ au} = 1,50 \cdot 10^{11} \text{ m} = 1,50 \cdot 10^8 \text{ km}$  a že vzdálenost Země od Slunce je 1,00 au.

$$o_1 \approx 6,28 \cdot 1,50 \cdot 10^8 \text{ km} = 942 \cdot 10^6 \text{ km}$$

d) Jakou dráhu urazí JWST během jednoho oběhu kolem Slunce? Předpokládej, že JWST obíhá kolem Slunce po kružnici a že se stále nachází přesně v bodě  $L_2$ . Výsledek zaokrouhli na jednotky miliónů km.

JWST obíhá kolem Slunce ve vzdálenosti  $1,00 \text{ au} + 1,5 \cdot 10^6 \text{ km} = 151,5 \cdot 10^6 \text{ km}$

$$o_2 \approx 6,28 \cdot 151,5 \cdot 10^6 \text{ km} \approx 951 \cdot 10^6 \text{ km}$$

**Krajské kolo 2021/22, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení**

e) Jakou průměrnou rychlostí obíhá Země kolem Slunce? K výpočtu použij výsledek části c). Výsledek zaokrouhli na desetiny kilometru za sekundu.

Z Tabulky přečteme, že oběžná doba Země okolo Slunce je 1,00 roku, přičemž 1 rok = 365,256 dne, označme tuto dobu jako  $T$ .

$$v_1 = \frac{o_1}{T} = \frac{942 \cdot 10^6 \text{ km}}{365,256 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}} \approx 29,8 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

f) Jakou průměrnou rychlostí obíhá JWST kolem Slunce? K výpočtu použij výsledek části d). Výsledek zaokrouhli na desetiny kilometru za sekundu.

Dle zadání je doba oběhu JWST okolo Slunce stejná jako doba oběhu Země kolem Slunce, tedy  $T$ .

$$v_2 = \frac{o_2}{T} = \frac{951 \cdot 10^6 \text{ km}}{365,256 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}} \approx 30,1 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

g) JWST dorazí do bodu  $L_2$  zhruba za 30 dní od vypuštění ze Země. Jakou průměrnou rychlostí poletí JWST do bodu  $L_2$ ? Výsledek zaokrouhli na setiny kilometru za sekundu.

$$v_3 = \frac{1,5 \cdot 10^6 \text{ km}}{30 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}} \approx 0,58 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

**Krajské kolo 2021/22, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení****C Apollo 15 podruhé***(max. 30 bodů)*

Již ve školním kole jsme se zabývali misí Apollo 15, konkrétně pohybem měsíčního vozítka. Nyní se blíže zaměříme na samotný let. Let Apollo 15 odstartoval 26. července 1971. Zhruba 12 minut po startu astronauti „zaparkovali“ na nízké oběžné dráze Země zhruba ve výšce 170 km nad povrchem. Na nízké oběžné dráze setrvali zhruba 2 hodiny 40 minut a vykonali při tom jeden a půl obletu kolem Země. Následně byly zažehnuty motory a posádka se vydala na cestu k Měsíci.

K výpočtům v celé úloze využívej 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) Jakou dráhu astronauti urazili kolem Země, než se vydali směrem k Měsíci? Potřebný vzorec k výpočtu jsme ti prozradili již v předešlé úloze. Uvědom si správný poloměr oběžné dráhy! Výsledek zaokrouhli na celé kilometry.

Z tabulky Astronomické olympiády pro kategorii GH (dále jen Tabulka) přečteme poloměr Země  $R_1 = 6\,378\text{ km}$ , posádka tedy obíhala kolem Země ve vzdálenosti  $r_1 = 6\,378\text{ km} + 170\text{ km} = 6\,548\text{ km}$

$$s_1 \approx 1,5 \cdot 6,28 \cdot r_1 = 1,5 \cdot 6,28 \cdot 6\,548\text{ km} \approx 61\,682\text{ km}$$

b) Jakou rychlostí se v této fázi letu astronauti pohybovali? K výpočtu použij výsledek části a). Výsledek zaokrouhli na desetiny kilometru za sekundu.

$$t_1 = 2\text{ h } 40\text{ min} = 9\,600\text{ s}$$

$$v_1 = \frac{s_1}{t_1} = \frac{61\,682\text{ km}}{9\,600\text{ s}} \approx 6,4 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

c) K Měsíci dorazili zhruba za 78 hodin 32 minut od startu, kdy pomocí zážehu motorů začali kolem Měsíce obíhat. Jakou průměrnou rychlostí letěla posádka od Země k Měsíci? Předpokládej, že se Měsíc nacházel ve své střední vzdálenosti od Země a že při letu k Měsíci urazili právě tuto vzdálenost. Správně si uvědom dobu trvání této fáze letu! Výsledek zaokrouhli na desetiny kilometru za sekundu.

Z Tabulky přečteme vzdálenost Měsíce od Země  $r_2 = 3,84 \cdot 10^5\text{ km}$ , cesta od Země k Měsíci trvala podle předešlých údajů

$$t_2 = 78\text{ h } 32\text{ min} - (2\text{ h } 40\text{ min}) - 12\text{ min} = 272\,400\text{ s}$$

$$v_2 = \frac{r_2}{t_2} = \frac{3,84 \cdot 10^5\text{ km}}{272\,400\text{ s}} \approx 1,4 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

**Krajské kolo 2021/22, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení**

d) Po přeletu k Měsíci začali kolem něj obíhat, postupně se navíc k jeho povrchu přibližovali. K oddělení přistávacího modulu nesoucího jméno *Falcon* od velitelského modulu nesoucího jméno *Endeavour* došlo v čase 100 hodin 39 minut po startu ze Země ve výšce pouhých 11 km nad povrchem Měsíce. Falcon přistál v čase 104 hodin 42 minut po startu ze Země. Jakou průměrnou rychlostí astronauti sestupovali k Měsíci po oddělení od velitelského modulu? Výsledek zaokrouhli na setiny metru za sekundu.

$$\text{Samotný sestup trval } 104 \text{ h } 42 \text{ min} - (100 \text{ h } 39 \text{ min}) = 14\,580 \text{ s}$$

$$v_3 = \frac{11\,000 \text{ m}}{14\,580 \text{ s}} \approx 0,75 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

e) Jak se jmenovali astronauti, kteří v rámci mise Apollo 15 přistáli na Měsíci? A jak se jmenoval astronaut, který zůstal po celou dobu ve velitelském modulu *Endeavour*?

Na Měsíci přistáli David R. Scott a James B. Irwin, ve velitelském modulu zůstal Alfred M. Worden.

f) Po provedení experimentů na povrchu Měsíce a sběru vzorků odstartoval Falcon z povrchu Měsíce, přičemž dva astronauti strávili na povrchu Měsíce 66 hodin 55 minut. Za dvě hodiny po startu z Měsíce došlo k připojení k velitelskému modulu. Po přesunu astronautů a vzorků do velitelského modulu již nebyl přistávací modul dále potřeba, takže byl následně opět oddělen a na povrch Měsíce dopadl tentokrát již nekontrolovaně. Kolem Měsíce přestali astronauti obíhat v čase 223 hodin 49 minut po startu ze Země a vydali se tak na cestu zpátky na Zemi. Astronaut ve velitelském modulu dohromady vykonal 74 oběhů kolem Měsíce (počítáno od přiletu k Měsíci). Pro zjednodušení předpokládej, že po celou dobu obíhal kolem Měsíce po kružnici ve stejné výšce 110 km nad povrchem. Jakou dráhu tento astronaut urazil během všech oběhů Měsíce? Uvědom si správný poloměr oběžné dráhy! Výsledek zaokrouhli na stovky kilometrů.

Z Tabulky přečteme poloměr Měsíce  $R_2 = 1\,738 \text{ km}$ , velitelský modul tedy obíhal kolem Měsíce ve vzdálenosti  $r_3 = 1\,738 \text{ km} + 110 \text{ km} = 1\,848 \text{ km}$

$$s_3 \approx 74 \cdot 6,28 \cdot r_3 = 74 \cdot 6,28 \cdot 1\,848 \text{ km} \approx 858\,800 \text{ km}$$

g) Jakou průměrnou rychlostí se kolem Měsíce při jeho obíhání pohyboval velitelský modul? K výpočtu použij výsledek části f) a časové údaje obsažené v textu. Výsledek zaokrouhli na desetiny kilometru za sekundu.

$$\text{Obíhání kolem Měsíce trvalo } t_3 = 223 \text{ h } 49 \text{ min} - (78 \text{ h } 32 \text{ min}) = 523\,020 \text{ s}$$

$$v_3 = \frac{s_3}{t_3} = \frac{858\,800 \text{ km}}{523\,020 \text{ s}} \approx 1,6 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

h) Astronauti nakonec přistáli do Tichého oceánu za 295 hodin 12 minut od startu ze Země (tento časový údaj tedy udává celkové trvání jejich mise). O kolik minut byl delší let ze Země k Měsíci (od startu po přilet k Měsíci) než zpáteční let od Měsíce k Zemi (od ukončení obíhání kolem Měsíce po přistání na Zemi)? K výpočtům využij časové údaje obsažené v textu. Výsledek uveď v hodinách a minutách.

**Krajské kolo 2021/22, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení**

Cesta k Měsíci trvala  $t_4 = 78 \text{ h } 32 \text{ min}$ . Zpáteční cesta trvala

$$t_5 = 295 \text{ h } 12 \text{ min} - (223 \text{ h } 49 \text{ min}) = 71 \text{ h } 23 \text{ min}$$

Takže let k Měsíci byl delší o

$$t_5 - t_4 = 78 \text{ h } 32 \text{ min} - (71 \text{ h } 23 \text{ min}) = 7 \text{ h } 9 \text{ min}$$

i) Zkus vymyslet důvod, proč let od Země k Měsíci trvá delší dobu než let od Měsíce k Zemi.

Země má větší hmotnost než Měsíc, proto je při letu ze Země k Měsíci nutné překonat větší gravitační sílu než při letu zpátečním.

j) Při plánování mise je samozřejmě nutné vzít do úvahy spoustu okolností, aby mise proběhla přesně podle plánu. Jednou z nich je samotný pohyb Měsíce kolem Země. V okamžiku, kdy posádka dorazila k Měsíci, se Měsíc nacházel přibližně ve fázi první čtvrti. Kde se však nacházel v okamžiku startu? Do obrázku 2 dokresli polohu Měsíce v okamžiku startu posádky jako bod  $M_1$ . Polohu určí pomocí úhlu, o který se Měsíc posune na své oběžné dráze za dobu letu posádky k Měsíci. Tento úhel můžeš vypočítat například sestavením vhodné trojčlenky. Výsledný úhel zaokrouhli na celé stupně. Oběžná doba Měsíce kolem Země je 27,3 dne.

Oběžná doba Měsíce je 27,3 d = 655,2 h, za tuto dobu Měsíc oběhne jednou kolem Země a okolo Země tak opíše úhel  $360^\circ$ . Cesta k Měsíci trvala  $t_4 = 78 \text{ h } 32 \text{ min} \approx 78,5 \text{ h}$ .

Sestavení trojčlenky:

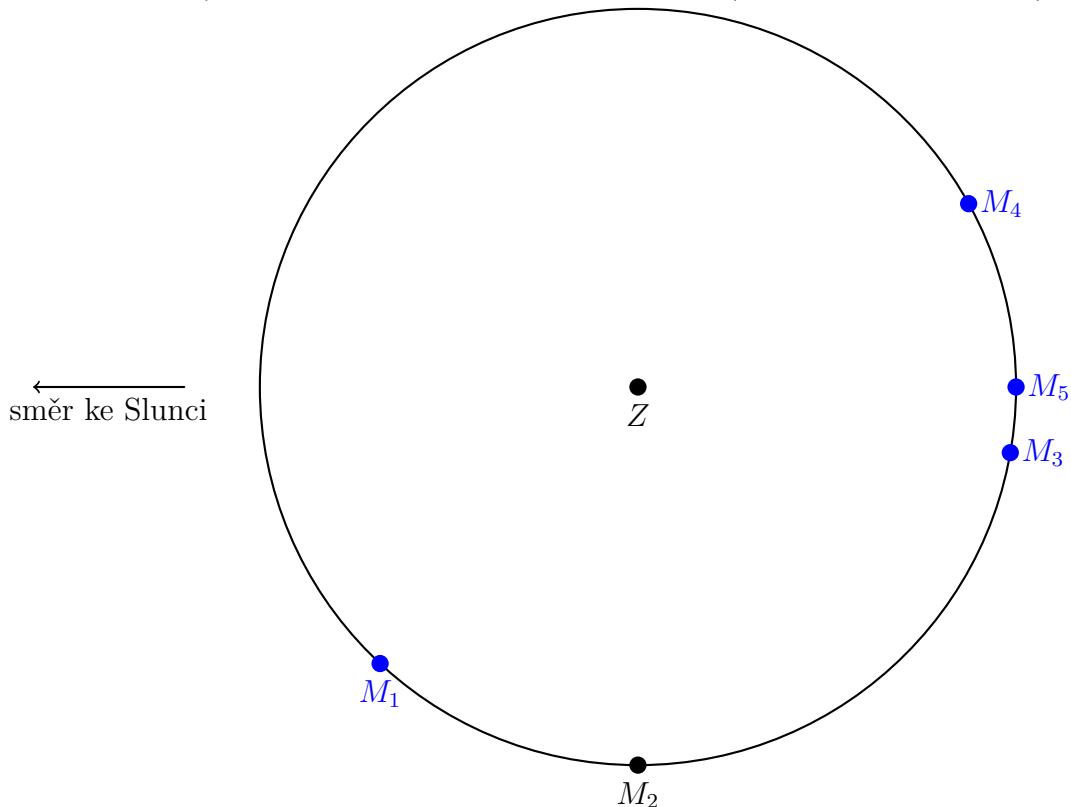
$$\begin{array}{r} 655,2 \text{ h} \dots\dots\dots 360^\circ \\ \hline 78,5 \text{ h} \dots\dots\dots x \end{array}$$

$$\frac{78,5 \text{ h}}{655,2 \text{ h}} = \frac{x}{360^\circ}$$

$$x = \frac{78,5 \text{ h}}{655,2 \text{ h}} \cdot 360^\circ \approx 43^\circ$$

V obrázku 2 se jedná o velikost úhlu  $M_1 Z M_2$ .

Krajské kolo 2021/22, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení



**Obrázek 2:** Poloha Měsíce při letu Apolla 15. Bod  $Z$  značí Zemi, bod  $M_2$  polohu Měsíce při příletu posádky k Měsíci, černá šipka označuje směr ke Slunci a černá kružnice představuje oběžnou dráhu Měsíce kolem Země. Velikosti Země ani Měsíce nejsou ve správném měřítku (vůči sobě ani vůči poloměru oběžné dráhy Měsíce kolem Země). Měsíc na obrázku obíhá kolem Země proti směru hodinových ručiček.

k) Kde se Měsíc nacházel v okamžiku odletu posádky od Měsíce? Do obrázku 2 dokresli polohu Měsíce v okamžiku odletu posádky od Měsíce jako bod  $M_3$ . Vypočítej hodnotu úhlu, o který se Měsíc posune na své oběžné dráze za dobu obíhání velitelského modulu okolo Měsíce. Výsledný úhel zaokrouhli na celé stupně.

Obíhání kolem Měsíce trvalo  $t_3 = 523\,020\text{ s} \approx 145,3\text{ h}$

Sestavení trojčlenky:

$$\begin{array}{r} 655,2\text{ h} \dots\dots\dots 360^\circ \\ 145,3\text{ h} \dots\dots\dots x \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{145,3\text{ h}}{655,2\text{ h}} = \frac{x}{360^\circ}$$

$$x = \frac{145,3\text{ h}}{655,2\text{ h}} \cdot 360^\circ \approx 80^\circ$$

V obrázku 2 se jedná o velikost úhlu  $M_2ZM_3$ .

## Krajské kolo 2021/22, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

l) Kde se Měsíc nacházel v okamžiku přistání posádky zpátky na Zemi? Do obrázku 2 dokresli polohu Měsíce v okamžiku přistání na Zemi jako bod  $M_4$ . Vypočítej hodnotu úhlu, o který se Měsíc posune na své oběžné dráze za dobu, za kterou se vraceli od Měsíce (od ukončení obíhání kolem Měsíce po přistání na Zemi). Výsledný úhel zaokrouhli na celé stupně.

Let od Měsíce k Zemi trval

$$t_5 = 71 \text{ h } 23 \text{ min} \approx 71,4 \text{ h}$$

Sestavení trojčlenky:

$$\begin{array}{rcl} 655,2 \text{ h} & \dots\dots\dots & 360^\circ \\ 71,4 \text{ h} & \dots\dots\dots & x \end{array}$$

$$\frac{71,4 \text{ h}}{655,2 \text{ h}} = \frac{x}{360^\circ}$$

$$x = \frac{71,4 \text{ h}}{655,2 \text{ h}} \cdot 360^\circ \approx 39^\circ$$

Tento úhel měříme od polohy Měsíce  $M_3$ , protože jsme dosadili čas od okamžiku odletu od Měsíce, takže se jedná o úhel  $M_3ZM_4$ .

m) Pomocí obrázku 2 urči, zda posádka dorazila zpět na Zemi před úplňkem nebo po něm. Do obrázku 2 ještě zakresli polohu Měsíce ve fázi úplňku a tuto polohu označ jako bod  $M_5$ .

Jelikož v obrázku 2 označuje bod  $M_2$  polohu Měsíce ve fázi první čtvrti a máme vyznačený směr ke Slunci, pak je bod  $M_5$  na opačné straně oběžné dráhy Měsíce, než je směr ke Slunci. Bod  $M_4$  představuje polohu Měsíce v okamžiku přistání posádky zpátky na Zemi a je až za bodem  $M_5$ , proto se posádka vrátila zpátky na Zemi až po úplňku. Poznámka: přesný čas přistání byl 7. srpna 1971 ve 20 hodin 46 minut (UTC) a úplňk nastal 6. srpna v 19 hodin 44 minut (UTC), tedy skoro přesně o 25 hodin dříve.



**Krajské kolo 2021/22, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení****D Měření úhlové rychlosti Měsíce (online)***(max. 20 bodů)*

**POKYNY:** Pozorovací 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>. Doporučujeme pozorování 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) pozorovací úlohy je nutnou podmínkou pro postup do finále Astronomické olympiády.**

**!?** V průběhu krajského kola máš **pouze dvě možnosti, kdy lze pozorování provést**, neboť Měsíc je u nás večer nad obzorem jen ve dnech **3.–18. 2. a 5.–19. 3.!**

Měsíc patří mezi nejrychlejší kosmická tělesa na obloze, proto se u něj poměrně snadno určuje **úhlová rychlost pohybu**. Úkolem je zjistit, o kolik stupňů za den se průměrně posune Měsíc mezi hvězdami.

V prvním přiblížení stačí pozorovat ve dvou různých časech a změřit jeho polohu vůči vybraným hvězdám. Pozorování je vhodné provést ve dvou nocích krátce po sobě. Pohyb Měsíce mezi hvězdami bude i tak patrný, že jej nikdo nepřehlédne. Pozor, ne každá noc se k pozorování hodí! Úloha je připravena pro večerní pozorování, je tedy vhodné pozorovat pouze v období, kdy je Měsíc kolem první čtvrti až kolem úplňku. Také vezmi v úvahu špatné počasí, které může pozorování znemožnit. Proto s ním neotálej a snaž se jej provést při první možné příležitosti.

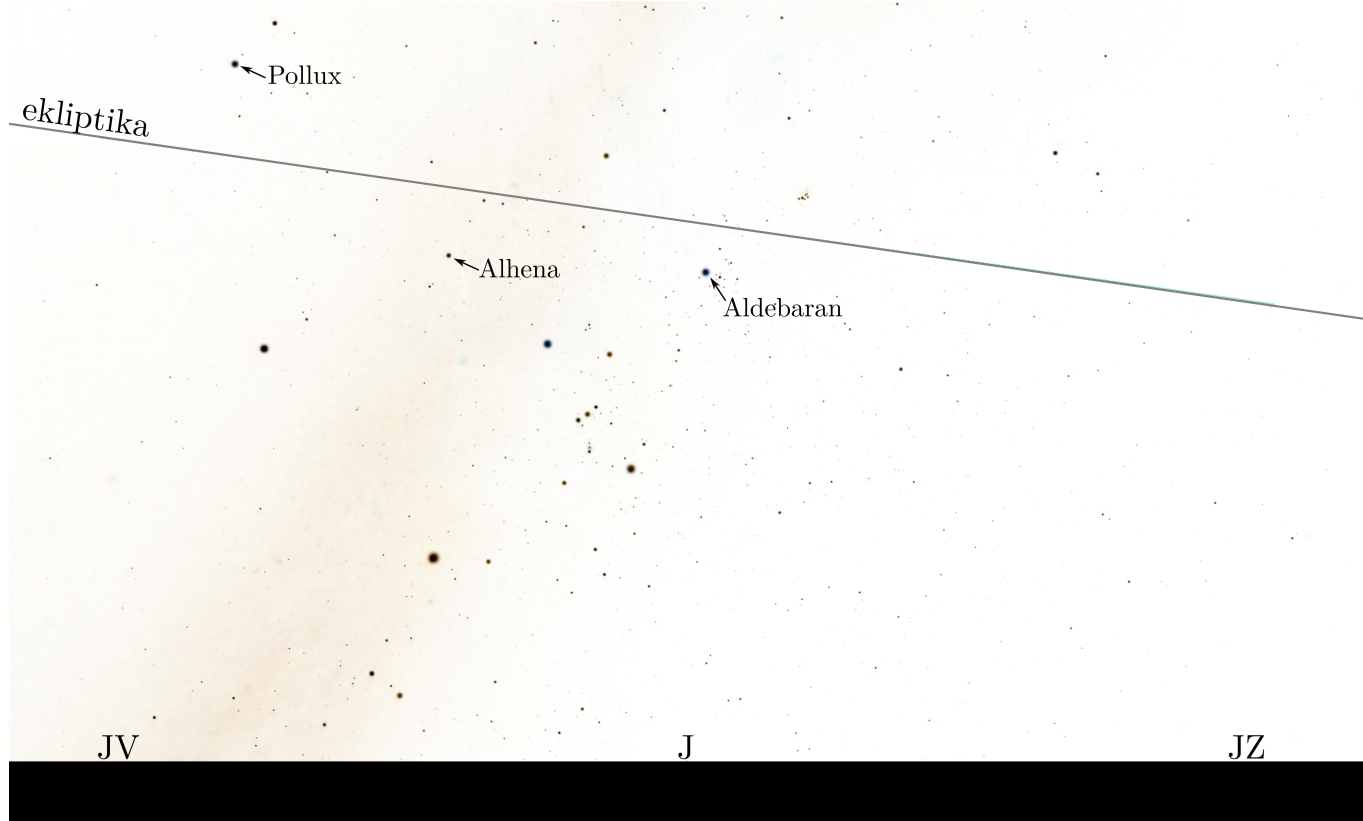
Vyhledej na noční obloze **Měsíc** a tři jasné hvězdy, které leží blízko jeho trajektorie. V našem případě se jedná o hvězdy **Pollux ( $\beta$  Gem)**, **Aldebaran ( $\alpha$  Tau)** a **Alhena ( $\gamma$  Gem)**, které jsou vyznačeny v mapce (viz obrázek 3).

Změř úhlovou vzdálenost Měsíce od těchto hvězd. Při měření úhlové vzdálenosti Měsíce vůči vybraným hvězdám využijeme toho, že se Měsíc pohybuje po dráze, která prochází v těsné blízkosti vybraných hvězd. Proto stačí změřit jen úhlovou vzdálenost od dané hvězdy. Při měření úhlové vzdálenosti je vždy potřeba si představit mezi hvězdou a Měsícem přímkou a po ní úhlovou vzdálenost měřit. Jinak bude změřena nesprávná (menší) úhlová vzdálenost. Jediná výjimka nastává v případě, že je Měsíc velmi blízko jedné z hvězd, pak budou dvě bližší hvězdy a Měsíc vytvářet spíše ostroúhlý trojúhelník. V takovém případě měř úhlovou vzdálenost po přímce, která spojuje tyto hvězdy.

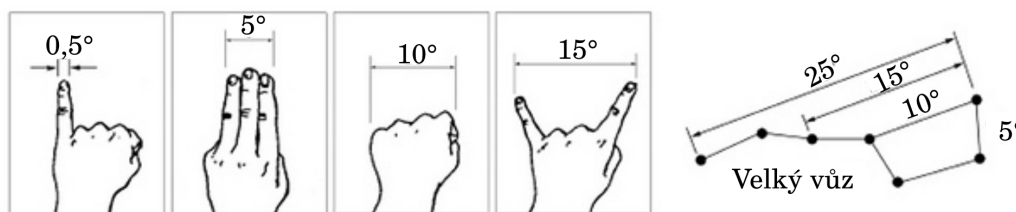
K měření úhlových vzdáleností stačí použít vlastní nataženou ruku. Šířka dlaně pak představuje přibližně  $10^\circ$ , vzdálenost mezi špičkou malíčku a špičkou palce na zcela rozevřené dlani je  $20^\circ$ . Šířka palce představuje  $2,5^\circ$  a nehet na malíčku je  $0,5^\circ$ , tedy přibližně průměr Měsíce na obloze. Pro další míry si prohlédni obrázek 4. Pro kontrolu lze také využít obrazec Velkého vozu, kde si můžeš celkem snadno zkontrolovat, jestli tvoje ruka ukazuje správné velikosti, nebo je potřeba si obecnou stupnici pro svou ruku poupravit.

Při každém měření úhlové vzdálenosti urči poziční úhel hvězdy; představ si ciferník se středem tvořeným Měsícem, jehož dvanáctka míří do zenitu (tedy nahoru), poziční úhel hvězdy určuje malá ručička. Zaznamenej hodinu (s přesností na půlhodiny), kam malá ručička ciferníku směřuje.

Krajské kolo 2021/22, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení



Obrázek 3: Mapa oblohy dne 1. 2. 2022 s vyznačenými hvězdami, černý pruh značí obzor.



Mějte ruku zcela nataženou.

Obrázek 4: **Vlevo:** Určení úhlové vzdálenosti pomocí prstů natažené ruky. **Vpravo:** Úhlové vzdálenosti mezi hvězdami obrazce Velkého vozu určené ke kontrole úhlů.

Až budeš mít uskutečněná obě pozorování, vypočítej, kolik dní mezi nimi uplynulo (hodiny a minuty převed' na dny s přesností na 4 desetinná místa). Pro každou vybranou hvězdu urči, o jaký úhel se změnila poloha Měsíce mezi prvním a druhým pozorováním; při počítání úhlové vzdálenosti vezmi v úvahu poziční úhel, který ti určí, zda budeš úhly sčítat, či odečítat. Vypočítanou úhlovou vzdálenost pro hvězdy vyděl počtem dní, které uplynuly mezi oběma pozorováními. Aritmetický průměr je pak průměrný denní pohyb Měsíce. Uveď ho s přesností na celé stupně. Zdůvodni, proč nemá smysl uvádět výsledek s větší přesností.

U každého pozorování zaznamenej údaje o poloze pozorovacího stanoviště (GPS souřadnice nebo adresu), datu a času pozorování (čas uváděj v SEČ s přesností na minuty).