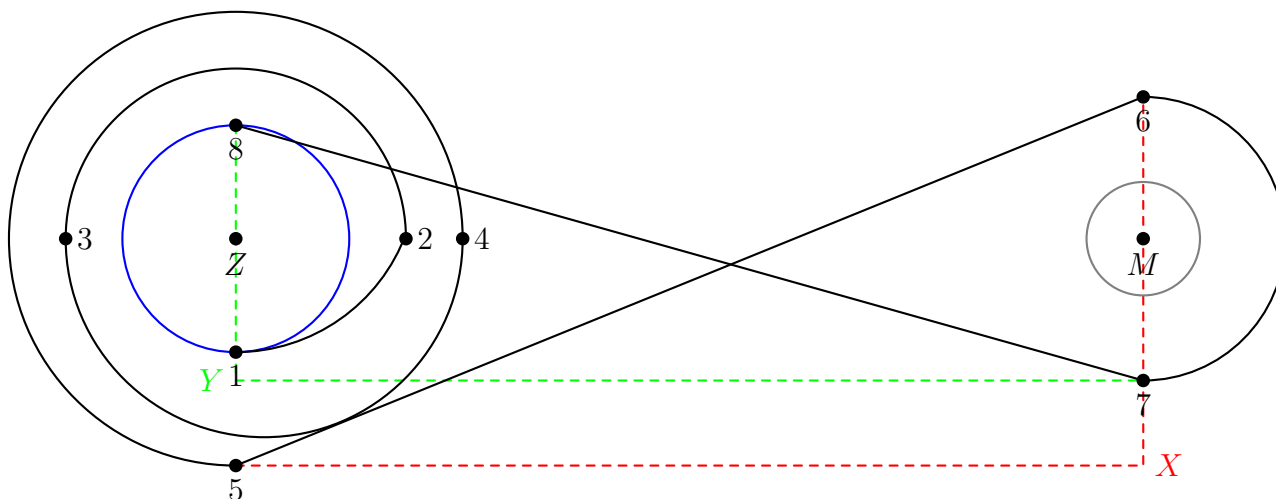


Finále 2022/23, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

A Mise Artemis 2

(max. 30 bodů)

V rámci aktuálního vesmírného programu Artemis již úspěšně proběhl let mise Artemis 1, který však nebyl s lidskou posádkou. Další misí bude let Artemis 2 (s aktuálně plánovaným startem na listopad 2024) již s lidskou posádkou, jehož cílem je oblet Měsíce (tedy bez přistání na Měsíci, které je v plánu až pro misi Artemis 3). My si plánovaný let Artemis 2 zjednodušíme podle Obrázku 1:



Obrázek 1: Let mise Artemis 2. Bod Z značí střed Země, bod M střed Měsíce, modrá kružnice představuje Zemi, šedá kružnice představuje Měsíc. Obrázek **není** ve správném měřítku. Pohled na celý let je vysoko nad severním pólem Země, modrá kružnice tak vlastně představuje rovník Země. Celý let uvažujeme v rovině rovníku Země. Význam jednotlivých čísel 1 až 8 následuje níže, přičemž význam spojnic těchto čísel je vysvětlen u jednotlivých úkolů.

- Bod 1 = start ze Země
- Bod 2 = počátek letu na nízké oběžné dráze Země
- Bod 3 = počátek přeletu na vysokou oběžnou dráhu Země
- Bod 4 = počátek letu na vysoké oběžné dráze Země
- Bod 5 = počátek přeletu k Měsíci
- Bod 6 = přílet k Měsíci
- Bod 7 = odlet od Měsíce a návrat na Zemi
- Bod 8 = přistání na Zemi

K výpočtům v celé úloze využijte údaje z tabulky Astronomické olympiády pro kategorii GH. Všechny potřebné výpočty запиš, pouhý správný výsledek bez postupu neuznáváme!

a) Bod 1 představuje start ze Země, ze kterého posádka poletí do bodu 2, který představuje počátek letu na nízké oběžné dráze kolem Země (tuto část letu nebudeme nijak zkoumat, jelikož jsou její délka i trvání zanedbatelné oproti ostatním částem letu). Na nízké oběžné dráze posádka vykoná půl obletu kolem Země ve výšce 185 km nad povrchem Země – předpokládejme, že se jedná o půlkružnici. Vypočítej dráhu, kterou posádka na nízké oběžné dráze vykoná při letu z bodu 2 do bodu 3. Uvědom si správný poloměr oběžné dráhy a vzpomeň si na vzorec pro obvod kružnice, který jsme ti prozradili již ve školním kole! Výsledek zaokrouhli na stovky kilometrů.

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

Ve školním kole byl uveden přibližný vzorec pro výpočet obvodu o kružnice s poloměrem r : $o \approx 6,28 \cdot r$. Z Tabulky Astronomické olympiády pro kategorii GH (dále jen Tabulka) přečteme poloměr Země 6 378 km, takže posádka na nízké oběžné dráze Země bude obíhat po půlkružnici o poloměru 6 378 km + 185 km = 6 563 km. Posádka tedy urazí dráhu

$$s_1 \approx \frac{6,28}{2} \cdot r = 3,14 \cdot 6\,563 \text{ km} \approx 20\,600 \text{ km}$$

b) Při dosažení bodu 3 budou zažehnuty motory a posádka přeletí po půlkružnici do bodu 4, ze kterého bude pokračovat v oběhu kolem Země, avšak již na vysoké oběžné dráze, a to ve výšce 2 600 km nad povrchem Země. Jakou dráhu posádka urazí v této části letu z bodu 3 do bodu 4? Uvědom si, že uvažovaná půlkružnice **nemá** střed v bodě Z . Výsledek zaokrouhli na stovky kilometrů.

Vzdálenost mezi body 3 a 4 je 185 km + 6 378 km + 6 378 km + 2 600 km = 15 541 km, takže poloměr uvažované půlkružnice je polovina této hodnoty. Posádka tedy urazí dráhu

$$s_2 \approx \frac{6,28}{2} \cdot \frac{15\,541 \text{ km}}{2} \approx 24\,400 \text{ km}$$

c) Při letu z bodu 4 do bodu 5 se posádka bude pohybovat na vysoké oběžné dráze ve výšce 2 600 km nad povrchem Země a vykoná při tom tři čtvrtiny obletu Země (bude se tedy pohybovat po části kružnice). Jakou dráhu posádka urazí v této části letu z bodu 4 do bodu 5? Výsledek zaokrouhli na stovky kilometrů.

Poloměr uvažované části letu z bodu 4 do bodu 5 je 2 600 km + 6 378 km = 8 978 km.
Posádka tedy urazí dráhu

$$s_3 \approx \frac{3}{4} \cdot 6,28 \cdot 8\,978 \text{ km} \approx 42\,300 \text{ km}$$

d) V bodě 5 posádka zažehne motory a vydá se na cestu k Měsíci. Budeme uvažovat, že se bude jednat o pohyb po úsečce. Přelet k Měsíci bude posádce trvat zhruba 4 dny a kolem Měsíce začne obíhat v bodě 6 ve výšce 7 500 km nad povrchem Měsíce. Jakou dráhu posádka urazí v této části letu z bodu 5 do bodu 6? Výsledek zaokrouhli na stovky kilometrů. *Nápověda:* K výpočtu použij Pythagorovu větu a v Obrázku 1 najdi pro její použití vhodný pravoúhlý trojúhelník. Nezapomeň, že obrázek **není** ve správném měřítku.

Vhodný pravoúhlý trojúhelník s přeponou mezi body 5 a 6 je v Obrázku 1 vyznačen červenou čárkovanou čarou, pravý úhel je u bodu X . Odvěsna tohoto trojúhelníku tvořená body 5 a X je vzdálenost mezi Zemí a Měsícem, která je podle Tabulky $3,84 \cdot 10^5$ km. Druhá odvěsna tvořená body X a 6 je pak tvořená dvěma částmi, a sice částí mezi X a M , což odpovídá vzdálenosti mezi body 5 a Z , a druhou částí mezi body M a 6. Z Tabulky přečteme poloměr Měsíce 1 738 km, takže odvěsna tvořená body X a 6 měří celkem 2 600 km + 6 378 km + 1 738 km + 7 500 km = 18 216 km. Pythagorova věta pak má tvar

$$s_4^2 = (3,84 \cdot 10^5 \text{ km})^2 + (18\,216 \text{ km})^2$$
$$s_4 = \sqrt{147\,456\,000\,000 + 331\,822\,656} \text{ km}$$
$$s_4 \approx 384\,400 \text{ km}$$

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

e) Posádka následně vykoná půl obletu kolem Měsíce po kružnici ve výšce 7 500 km nad povrchem Měsíce a při tom uvidí jeho odvrácenou stranu. V bodě 7 opět zažehne motory a vydá se na cestu zpět na Zemi. Jakou dráhu posádka urazí v této části letu z bodu 6 do bodu 7? Výsledek zaokrouhli na stovky kilometrů.

Poloměr uvažované části letu z bodu 6 do bodu 7 je $1\,738\text{ km} + 7\,500\text{ km} = 9\,238\text{ km}$.
Posádka tedy urazí dráhu

$$s_5 \approx \frac{6,28}{2} \cdot 9\,238\text{ km} \approx 29\,000\text{ km}$$

f) Nyní už bude posádce zbývat poslední fáze letu z bodu 7 do bodu 8, ve kterém proběhne přistání na Zemi. My budeme opět uvažovat, že se bude jednat o pohyb po úsečce. Tato fáze letu bude trvat zhruba 4 dny. Jakou dráhu posádka urazí v této části letu z bodu 7 do bodu 8? Výsledek zaokrouhli na stovky kilometrů.

Vhodný pravoúhlý trojúhelník s přeponou mezi body 7 a 8 je v Obrázku 1 vyznačen zelenou čárkovanou čarou, pravý úhel je u bodu Y . Odvěsna tohoto trojúhelníku tvořená body 7 a Y je vzdálenost mezi Zemí a Měsícem, která je podle Tabulky $3,84 \cdot 10^5\text{ km}$. Druhá odvěsna tvořená body Y a 8 je pak tvořená dvěma částmi, a sice částí mezi M a 7 a druhou částí mezi body Z a 8. Tato odvěsna tvořená body Y a 8 měří celkem $1\,738\text{ km} + 7\,500\text{ km} + 6\,378\text{ km} = 15\,616\text{ km}$. Pythagorova věta pak má tvar

$$s_6^2 = (3,84 \cdot 10^5\text{ km})^2 + (15\,616\text{ km})^2$$
$$s_6 = \sqrt{147\,456\,000\,000 + 243\,859\,456}\text{ km}$$
$$s_6 \approx 384\,300\text{ km}$$

g) Jakou celkovou vzdálenost posádka v rámci letu mise Artemis 2 urazí? Výsledek zaokrouhli na stovky kilometrů.

$$s = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6$$
$$s = 20\,600\text{ km} + 24\,400\text{ km} + 42\,300\text{ km} + 384\,400\text{ km} + 29\,000\text{ km} + 384\,300\text{ km} = 885\,000\text{ km}$$

Poznámka: Lze najít údaj, že posádka letu Artemis 2 urazí celkem 1 090 320 km, což je o 205 320 km více než náš výsledek. Je to způsobeno značnými zjednodušeními, která jsme v celé úloze provedli.

h) Celkový let bude trvat zhruba 9 dní. Jakou průměrnou rychlostí se posádka bude během celého letu pohybovat? Výsledek uveď v kilometrech za sekundu zaokrouhlený na desetiny.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{885\,000\text{ km}}{9 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60\text{ s}} \approx 1,1 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

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

B Přehledový test

(max. 20 bodů)

1. Kolik známých měsíců má Jupiter?

- [a] 4
- [b] více než 4, ale méně než 50
- [c] **více než 50, ale méně než 150**
- [d] 207

2. Jak stará je slavná Krabí mlhovina?

- [a] **zhruba 1 000 let**
- [b] zhruba 100 000 let
- [c] zhruba 100 miliónů let
- [d] zhruba 10 miliard let

3. Které souhvězdí pro pozorovatele z České republiky NEPATŘÍ mezi obtočnová?

- [a] Drak
- [b] Malý medvěd
- [c] Kasiopeja
- [d] **Orion**

4. Slabá atmosféra Marsu se skládá převážně z

- [a] dusíku.
- [b] **oxidu uhličitého.**
- [c] argonu.
- [d] kyslíku.

5. Kdy jsou z České republiky pozorovatelná tzv. noční svítící oblaka?

- [a] v lednu a únoru
- [b] v březnu a dubnu
- [c] **v červnu a červenci**
- [d] v říjnu a listopadu

6. Která planeta vykazuje při pozorování ze Země fáze podobné fázím Měsíce?

- [a] **Venuše**
- [b] Mars
- [c] Jupiter
- [d] žádná

7. Zimní trojúhelník je tvořen hvězdami

- [a] Regulus, Spica a Arcturus.
- [b] **Sirius, Prokyon a Betelgeuze.**
- [c] Deneb, Vega a Lyra.
- [d] Aldebaran, Capella a Pollux.

8. Která z nabízených sond uniká ze Sluneční soustavy a míří zhruba ke hvězdě Proxima Centauri?

- [a] MESSENGER
- [b] JUICE
- [c] Solar Orbiter
- [d] **Voyager 2**

9. Ve kterém roce byla pořízena vůbec první fotografie černé díry?

- [a] 1959
- [b] 1979
- [c] 1999
- [d] **2019**

10. Na kterém měsíci najdeme nejvíce aktivních sopek v celé Sluneční soustavě?

- [a] **na Jupiterově Io**
- [b] na Marsově Phobosu
- [c] na Saturnově Titanu
- [d] na Jupiterově Callistu

11. Při srovnání velikostí všech měsíců Sluneční soustavy od největšího je náš Měsíc na

- [a] třetím místě.
- [b] **pátém místě.**
- [c] sedmém místě.
- [d] devátém místě.

12. Který útvar či jev na Slunci NENAJDEME?

- [a] skvrny
- [b] protuberance
- [c] **praskliny**
- [d] erupce

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

13. Kde se nachází slavný kosmodrom NASA?

- [a] **na Floridě**
- [b] ve Francouzské Guyaně
- [c] v Mexiku
- [d] na Kanárských ostrovech

14. Které tvrzení o odvrácené straně Měsíce JE pravdivé?

- [a] Na odvrácenou stranu Měsíce nikdy nesvítí Slunce.
- [b] Dodnes nebyla pořízena fotografie odvrácené strany Měsíce.
- [c] Na odvrácené straně Měsíce jsou obrovská naleziště stříbra.
- [d] **Odvrácenou stranu Měsíce nelze ze Země nikdy pozorovat.**

15. Které těleso z níže uvedených je hypotetický objekt?

- [a] pulsar
- [b] magnetar
- [c] černá díra
- [d] **červí díra**

16. Jak se jmenuje sonda, která nesla modul Philae, který jako úplně první kontrolovaně přistál na kometě?

- [a] **Rosetta**
- [b] Galileo
- [c] Cassini
- [d] Dawn

17. Hlavní pás planetek se nachází

- [a] mezi Zemí a Marsem.
- [b] **mezi Marsem a Jupiterem.**
- [c] mezi Jupiterem a Saturnem.
- [d] za Neptunem.

18. Pro prosincový slunovrat vyber SPRÁVNĚ tvrzení.

- [a] Den a noc trvají stejně dlouho.
- [b] Na severním pólu Slunce vůbec nezapadá, nastává tzv. polární den.
- [c] Sluneční paprsky dopadají kolmo na rovník.
- [d] **Slunce na obloze v České republice vystoupá v poledne nejnižze z celého roku.**

19. Jak se jmenuje raketa, která bude dopravovat astronauty ze Země k Měsíci v rámci programu Artemis?

- [a] **Space Launch System**
- [b] Ariane 5
- [c] Saturn V
- [d] Falcon Heavy

20. Evropská jižní observatoř (ESO) své dalekohledy provozuje v

- [a] Mexiku.
- [b] **Chile.**
- [c] Brazílii.
- [d] Austrálii.