



Krajské kolo 2024/25, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení
Krajské kolo je nutné odevzdat pomocí online formuláře do 23:59 SEČ 21. 3. 2025!

A Přehledový test

(max. 30 bodů)

POKYNY: Přehledový test se řeší online na <http://olympiada.astro.cz>. Přihlašovací údaje získají úspěšní řešitelé školního kola e-mailem. Velmi doporučujeme řešení testu neodkládat na poslední dny před uzávěrkou. U problémů s řešením testu oznámených po 14. 3. 2025 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.

1. Z České republiky nikdy NEMŮŽEME pozorovat hvězdu

- [a] **Achernar.**
- [b] Deneb.
- [c] Vega.
- [d] Antares.

2. Při letním slunovratu se v ČR Slunce nachází

- [a] v zenitu.
- [b] **nad nebeským rovníkem.**
- [c] pod nebeským rovníkem.
- [d] v jarním bodě.

3. Jeden parsek má přibližnou hodnotu

- [a] 320 000 000 000 km.
- [b] 29 au.
- [c] **3,26 ly.**
- [d] 150 000 000 km.

4. Mezery a ostré okraje v Saturnových prstencích vznikají díky

- [a] průletům komet.
- [b] působení ostatních planet.
- [c] působení Slunce.
- [d] **pastýřským měsícům.**

5. Dalekohled Jamese Webba pracuje

- [a] ve viditelné oblasti spektra.
- [b] **v infračervené oblasti spektra.**
- [c] v rentgenové oblasti spektra.
- [d] v rádiové oblasti spektra.

6. Největší údolí na Marsu se jmenuje

- [a] Hellas.
- [b] **Valles Marineris.**
- [c] Tharsis.
- [d] Elysium.

7. Asterismus zimního mnohoúhelníku se skládá z hvězd

- [a] Rigel, Betelgeuse, Bellatrix, Saiph, Mintaka.
- [b] Mizar, Alioth, Megrez, Phekda, Merak, Benetnaš, Dubhe.
- [c] **Capella, Aldebaran, Rigel, Sirius, Prokyon, Castor, Pollux.**
- [d] Deneb, Altair, Vega, Regulus, Spica, Arcturus.

8. Který útvar na měsíčním povrchu NE-NAJDEME?

- [a] moře
- [b] bažina
- [c] záliv
- [d] **mělčina**

9. Velikost neutronové hvězdy je zhruba

- [a] 0,1 km až 0,2 km.
- [b] 1 km až 2 km.
- [c] **10 km až 20 km.**
- [d] 100 km až 200 km.

10. Která mise NESOUVISÍ s planetou Jupiter a jejími měsíci?

- [a] **Hera**
- [b] Europa Clipper
- [c] Juno
- [d] JUICE



Krajské kolo 2024/25, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

11. Atmosféra Země obsahuje nejvíce

- [a] kyslíku.
- [b] **dušíku.**
- [c] vodních par.
- [d] oxidu uhličitého.

12. Která planeta má retrogradní rotaci?

- [a] Merkur
- [b] **Venuše**
- [c] Země
- [d] Mars

13. Které těleso je větší než planeta Merkur?

- [a] Europa
- [b] Triton
- [c] **Titan**
- [d] Pluto

14. V okolí Slunce se ve vzdálenosti 10 světelných let nachází zhruba

- [a] 1 hvězda.
- [b] **10 hvězd.**
- [c] 100 hvězd.
- [d] 1000 hvězd.

15. Planetární mlhovina zůstane

- [a] jako zbytek po hypernově.
- [b] jako zbytek po nově.
- [c] **po konci života hvězdy s hmotností podobnou Slunci.**
- [d] po konci života hvězdy s hmotností podobnou hvězdě Deneb.

16. Vyber NESPRÁVNÉ tvrzení o Marsu a Zemi.

- [a] Mars se kolem Slunce pohybuje ve vzdálenosti zhruba 1,5krát větší než Země.
- [b] Země je zhruba 9,3krát hmotnější než Mars.
- [c] **Poloměr Marsu je zhruba třetinový oproti poloměru Země.**
- [d] Země oběhne kolem Slunce zhruba za poloviční dobu než Mars.

17. Když je planeta Venuše v maximální západní elongaci, je vidět

- [a] večer na západě.
- [b] **ráno na východě.**
- [c] večer na východě.
- [d] ráno na západě.

18. Impaktní pánve na Měsíci vznikly

- [a] těsně po vzniku Sluneční soustavy.
- [b] **asi před 3,9 miliardy let.**
- [c] asi před 500 miliony let.
- [d] asi před 50 miliony let.

19. Jaké tvrzení o Saturnu NENÍ pravdivé?

- [a] Saturn má nejvýraznější systém prstenců ze všech planet Sluneční soustavy.
- [b] V atmosféře Saturnu vanou větry rychlostí až $500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
- [c] **Saturn je možné pozorovat ze Země pouze pomocí dalekohledu.**
- [d] V současné době je známo více než 140 měsíců obíhajících kolem Saturnu.

20. Světlo ze Slunce dorazí k planetě Jupiter zhruba za

- [a] 13 minut.
- [b] 23 minut.
- [c] 33 minut.
- [d] **43 minut.**

21. Na kterém měsíci Sluneční soustavy přistál modul Evropské kosmické agentury?

- [a] **na Titanu**
- [b] na Ganymedu
- [c] na Enceladu
- [d] na Europě

22. Jaké označení NEPATŘÍ žádné aktuálně plánované české vesmírné misi?

- [a] SLAVIA
- [b] LVICE²
- [c] SOVA
- [d] **BOHEMIA**



Krajské kolo 2024/25, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

23. Jak se odborně nazývá souhvězdí, které na daném místě na Zemi nikdy nezapadá za obzor?

- [a] **cirkumpolární**
- [b] ekvatoriální
- [c] azimutální
- [d] paralaktické

24. V roce 2025 bude možné z České republiky pozorovat

- [a] úplné zatmění Slunce.
- [b] **částečné zatmění Slunce.**
- [c] prstencové zatmění Slunce.
- [d] Slunce po celý rok bez jakéhokoli zatmění.

25. Která slavná sonda dosud jako jediná navštívila všechny plynné obry?

- [a] Voyager 1
- [b] **Voyager 2**
- [c] Pioneer 10
- [d] Pioneer 11

26. Rakety Evropské kosmické agentury nesou označení

- [a] **Ariane.**
- [b] Falcon.
- [c] Saturn.
- [d] Starship.

27. Jaký je celkový počet vozítek, která už jezdila po povrchu Marsu?

- [a] 3
- [b] 4
- [c] 5
- [d] **6**

28. Proč je výhodné pro vesmírné mise startovat poblíž rovníku?

- [a] **Kvůli využití největší rychlosti otáčení na povrchu Země.**
- [b] Nad rovníkem je atmosféra nejslabší.
- [c] Pouze z rovníku je možné letět kamkoli do vesmíru.
- [d] Nad rovníkem je nejslabší magnetické pole, takže nedochází k rušení přístrojů.

29. Je-li Měsíc kolem první čtvrti, je možné ho pozorovat (dnem máme v této otázce na mysli dobu od východu Slunce do západu)

- [a] po celý den.
- [b] po celou noc.
- [c] **v druhé polovině dne a první polovině noci.**
- [d] v druhé polovině noci a první polovině dne.

30. Pro kterého slavného astronoma pracoval Johannes Kepler jako asistent?

- [a] pro Galilea Galilei
- [b] **pro Tychona Braha**
- [c] pro Mikuláše Koperníka
- [d] pro Giordana Bruna

**Krajské kolo 2024/25, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení****B Družice Planetum-1***(max. 30 bodů)*

Pražské planetárium se 25. května 2022 stalo prvním a jediným planetáriem na světě, které mělo na oběžné dráze vlastní družici s názvem Planetum-1. Na oběžnou dráhu ji vynesla raketa Falcon 9 a družice byla vypuštěna ve výšce 550 km nad povrchem Země. Družice shořela 29. listopadu 2024 ve výšce zhruba 200 km nad povrchem Země kvůli vysokému tření v atmosféře, kde byla vystavena teplotám dosahujícím až 3 000 °C.

Pro naše účely si její let zjednodušíme. Budeme předpokládat, že družice obíhala kolem Země po celou dobu v jedné rovině a prolétala vždy nad zemskými póly. Dále budeme předpokládat, že její výška nad Zemí klesla každých 130 dní o 50 km a že jeden oběh okolo Země jí po celou dobu letu trval 90 minut (tedy nezávisle na aktuální výšce nad Zemí).

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!

a) Kolik obletů okolo Země vykonala družice každý den? Kolik obletů vykonala družice za 130 dní?

Den má 24 hodin, což je 1 440 minut, jeden oběh jí trval 90 minut, takže za jeden den družice vykonala $\frac{1440}{90} = 16$ obletů kolem Země. Za 130 dní vykonala $130 \cdot 16 = 2080$ obletů.

b) Jakou vzdálenost urazila družice během jednoho obletu kolem Země, když se nacházela ve výšce 550 km nad povrchem Země? Vzorec na výpočet obvodu kružnice jsme ti prozradili už ve školním kole. Výsledek zaokrouhli na stovky kilometrů.

Poloměr Země je podle tabulky Astronomické olympiády pro kategorii GH (dále jen Tabulka) $R = 6\,378$ km, vzorec uvedený ve školním kole pro výpočet obvodu o kružnice s poloměrem r : $o \approx 6,28 \cdot r$, takže dostáváme

$$o_1 = 6,28 \cdot (6\,378 + 550) \text{ km} \approx 43\,500 \text{ km}$$

c) Dále budeme v našich výpočtech předpokládat, že družice vždy setrvala na dané oběžné dráze po dobu 130 dní. Poté náhle snížila svou výšku nad povrchem Země o 50 km a na nové, nižší oběžné dráze opět setrvala po dobu 130 dní, než opět snížila svou výšku o 50 km. Jakou vzdálenost urazila družice za 130 dní na oběžné dráze ve výšce 550 km nad povrchem Země? Výsledek zaokrouhli na statisíce km a k jeho výpočtu použij výsledky z předchozích částí.

$$s_1 = 2080 \cdot o_1 \approx 90\,500\,000 \text{ km}$$

d) Nyní ty stejné výpočty jako v částech b) a c) proved' pro všechny další postupné výšky nad povrchem Země, tedy pro výšky 500 km, 450 km, 400 km, 350 km, 300 km a 250 km a vždy předpokládej, že družice na dané výšce zůstala po dobu 130 dní, než přešla na nižší výšku. Tyto opakující se výpočty už sem nezapisuj a jen vyplň následující tabulku, výsledky pro jeden oblet zaokrouhli na stovky kilometrů, výsledky pro dráhu za 130 dní zaokrouhli na statisíce kilometrů. Pro přehlednost do tabulky doplň i výsledky pro výšku 550 km.



Krajské kolo 2024/25, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

výška družice nad Zemí v km	dráha za jeden oblet v km	dráha za 130 dní v km
550	43 500	90 500 000
500	43 200	89 900 000
450	42 900	89 200 000
400	42 600	88 600 000
350	42 300	88 000 000
300	41 900	87 200 000
250	41 600	86 500 000

e) Ještě se v našem zjednodušeném letu družice Planetum-1 musíme zaměřit na snižování její výšky nad Zemí. Budeme předpokládat, že družice vždy po 130 dnech snížila svou výšku o 50 km tak, že se během snižování výšky pohybovala po půlkružnici, celý let je zachycen na obrázku 1. Dobu trvání všech přeletů mezi jednotlivými výškami nad Zemí zanedbáme oproti zbylé části letu. Vypočítej, jakou dráhu urazila družice po půlkružnici při snižování výšky z 550 km na 500 km. Uvědom si, jaký má příslušná půlkružnice poloměr a že nemá střed ve středu Země. Výsledek zaokrouhli na stovky km.

Poloměr příslušné půlkružnice mezi body A a B je

$$r_1 = \frac{550 \text{ km} + 6\,378 \text{ km} + 6\,378 \text{ km} + 500 \text{ km}}{2} = 6\,903 \text{ km}$$

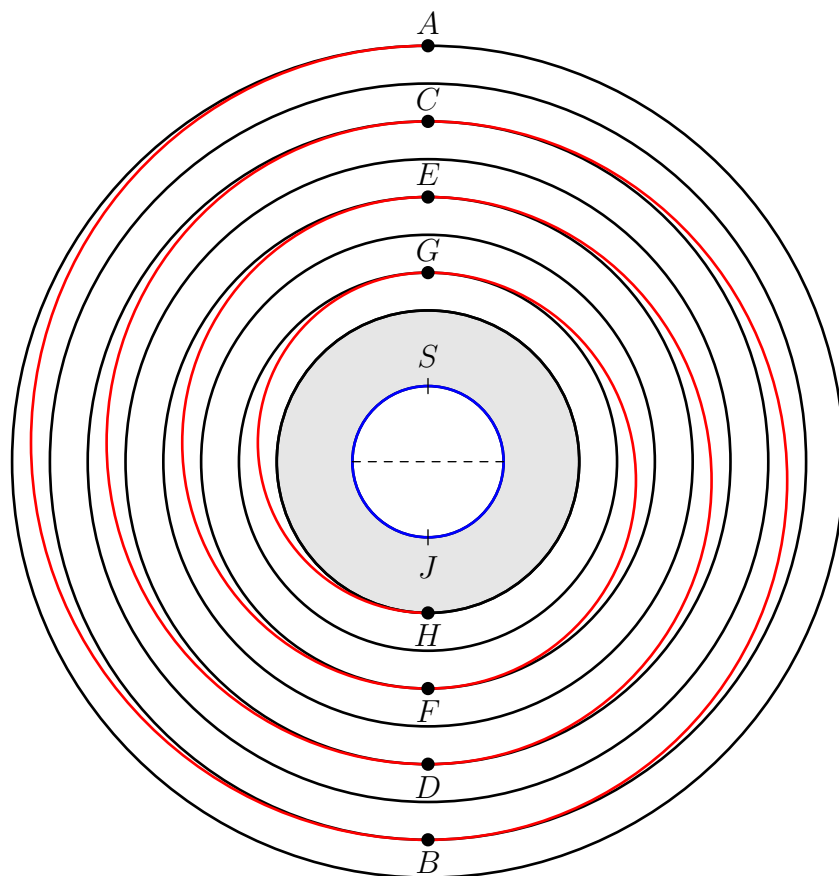
takže pro dráhu platí

$$o'_1 = \frac{6,28 \cdot 6\,903 \text{ km}}{2} \approx 21\,700 \text{ km}$$

f) Nyní dopočítej dráhy pro ostatní půlkružnice, tyto opakující se výpočty už sem nezapisuj a jen vyplň následující tabulku, výsledky zaokrouhli na stovky kilometrů. Pro přehlednost do tabulky doplň i výsledek z části e).

snížení výšky nad Zemí	půlkružnice mezi body	dráha v km
z 550 km na 500 km	A a B	21 700
z 500 km na 450 km	B a C	21 500
z 450 km na 400 km	C a D	21 400
z 400 km na 350 km	D a E	21 200
z 350 km na 300 km	E a F	21 000
z 300 km na 250 km	F a G	20 900
z 250 km na 200 km	G a H	20 700

Krajské kolo 2024/25, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení



Obrázek 1: Let družice Planetum-1. Modře je znázorněna Země, čárkovanou čarou rovník, body S a J značí severní a jižní pól Země, šedou barvou je znázorněna atmosféra Země (její hustá část, ve které došlo ke shoření družice). Černé kružnice představují oběžné dráhy družice kolem Země ve výškách 550 km, 500 km, 450 km, 400 km, 350 km, 300 km a 250 km. Červeně jsou znázorněny půlkružnice, po kterých družice snižovala svou výšku nad Zemí, půlkružnice z bodu A do bodu B představuje snižování výšky z 550 km na 500 km, půlkružnice z bodu B do bodu C představuje snižování výšky z 500 km na 450 km, ..., půlkružnice z bodu G do bodu H představuje snižování výšky z 250 km na 200 km. V bodě H tedy družice vstoupila do atmosféry a její let skončil. Obrázek není ve správném měřítku.

g) Jakou celkovou dráhu urazila družice Planetum-1 v našem zjednodušeném letu? K výpočtu použij hodnoty v tabulkách z částí d) a f). Celkovou dráhu zaokrouhli na milióny km.

Stačí sečíst hodnoty z příslušných tabulek, součet hodnot z tabulky z části d) je před zaokrouhlením 619 900 000 km a součet hodnot z tabulky z části f) je 148 400 km. Druhá hodnota je tedy zanedbatelná oproti první. Družice urazila celkovou dráhu (po požadovaném zaokrouhlení) 620 000 000 km.

h) Jestliže družice byla vypuštěna 25. května 2022 a shořela 29. listopadu 2024, kolik dní obíhala okolo Země? Do výsledku započítej i datum startu a zániku družice.

Rok 2024 byl přestupný, takže postupně pro jednotlivé měsíce dostáváme (za rok 2023 uvádíme rovnou 365 dní)

$$7+30+31+31+30+31+30+31+365+31+29+31+30+31+30+31+31+30+31+29 = 920$$



Krajské kolo 2024/25, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

i) Jakou průměrnou rychlostí se družice Planetum-1 pohybovala kolem Země? K výpočtu použij výsledky z částí g) a h). Výsledek uveď zaokrouhlený na desetiny kilometru za sekundu a také v kilometrech za hodinu zaokrouhlený na tisíce.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{620\,000\,000\text{ km}}{920 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60\text{ s}} \approx 7,8 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 7\,800 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 7\,800 \cdot 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 28\,000 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

j) Jak je uvedeno v popisku obrázku 1, tento obrázek není ve správném měřítku. Do obrázku 2 proto narýsuj ve správném měřítku kružnici představující oběžnou dráhu družice Planetum-1 ve výšce 550 km nad Zemí. Uveď, jaký je poloměr Země v obrázku po vytištění, a rovněž zapiš potřebný výpočet pro určení poloměru kružnice představující oběžnou dráhu ve výšce 550 km.

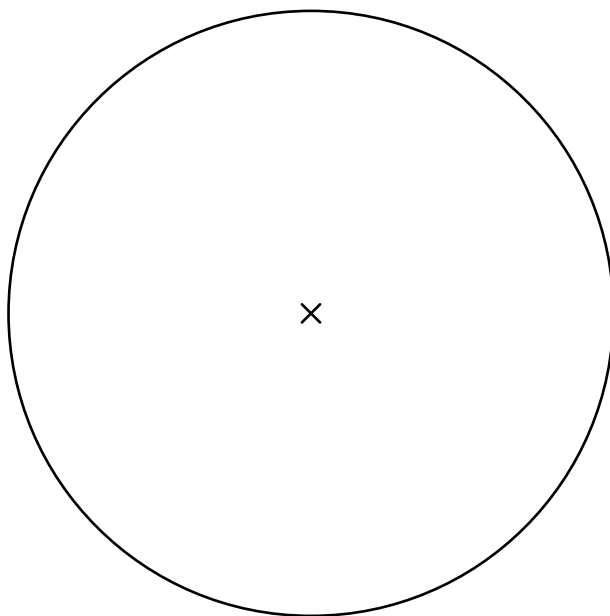
Poloměr Země je 6 378 km, výška oběžné dráhy nad povrchem Země je 550 km, takže družice obíhala po kružnici s poloměrem $6\,378\text{ km} + 550\text{ km} = 6\,928\text{ km}$. Poloměr Země na obrázku je 4,0 cm (může se lišit, záleží na způsobu tisku), hledaný poloměr kružnice představující oběžnou dráhu družice určíme například pomocí trojčlenky:

6 378 km		4,0 cm
6 928 km		x cm

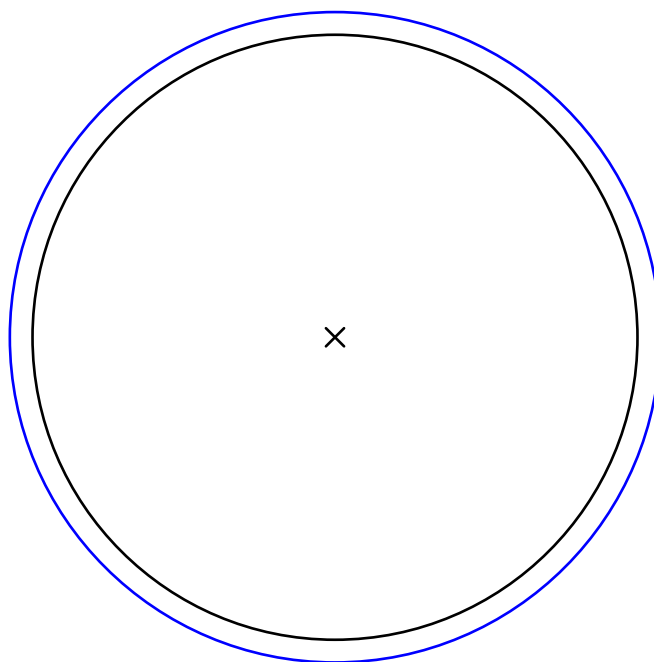
$$\frac{6\,928\text{ km}}{6\,378\text{ km}} = \frac{x}{4,0\text{ cm}}$$

$$x = \frac{6\,928\text{ km}}{6\,378\text{ km}} \cdot 4,0\text{ cm} \approx 4,3\text{ cm}$$

Krajské kolo 2024/25, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení



Obrázek 2: Obrázek k části j). Kružnice v obrázku představuje Zemi a křížek její střed.



Krajské kolo 2024/25, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

C První Keplerův zákon

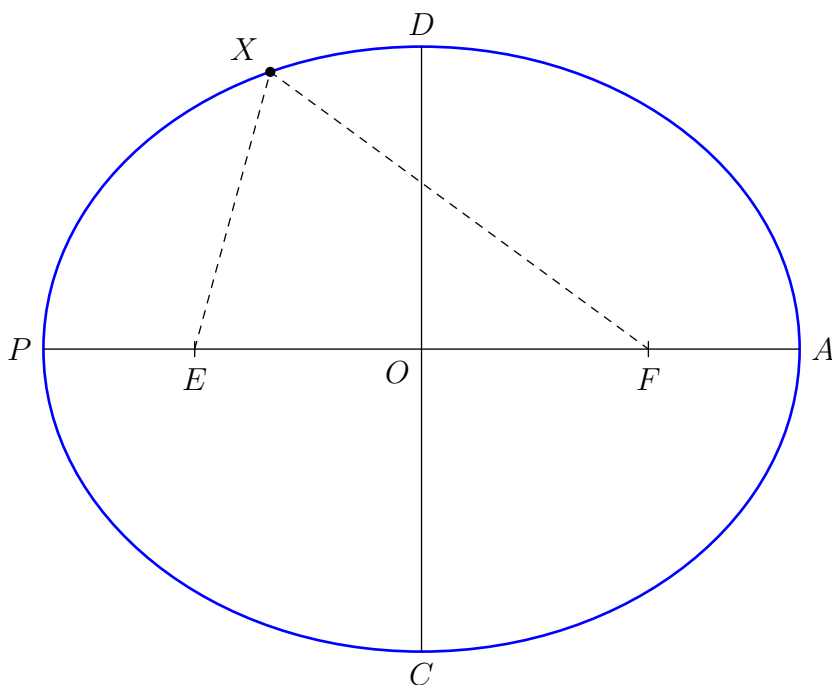
(max. 20 bodů)

Johannes Kepler (1571–1630) za svého života objevil celkem tři zákony popisující pohyby planet ve Sluneční soustavě, my se podrobněji podíváme na první z těchto zákonů. Tento zákon Kepler publikoval ve svém díle *Astronomia nova* v roce 1609 a jeho české znění je:

Planety obíhají kolem Slunce po eliptických drahách, v jejichž jednom společném ohnisku je Slunce.

V zákonu se vyskytuje křivka zvaná **elipsa**, abychom tedy rozuměli znění zákona, který je starý více než 400 let, prozkoumáme tuto křivku. Jistě znáte kružnici, ale jak zní vlastně její definice? Kružnice je množina všech bodů v rovině, které mají od daného bodu (kterému říkáme střed kružnice) stejnou vzdálenost. Tuto vzdálenost nazýváme poloměrem kružnice. Pro sestrojení kružnice tedy musíme znát její střed a poloměr. Jaká je však definice elipsy a co pro její sestrojení potřebujeme znát? Elipsa je množina všech bodů v rovině, které mají od dvou daných bodů (kterým říkáme **ohniska elipsy**) stejný součet vzdáleností. Na sestrojení elipsy tedy potřebujeme znát její dvě ohniska a pak jeden rozměr, který představuje dvojnásobek délky hlavní poloosy elipsy (tento pojem vysvětlíme dále). Délku hlavní poloosy elipsy budeme značit a . Elipsu máme znázorněnou na obrázku 3. Body E a F jsou ohniska elipsy, O je střed elipsy. Pro libovolný bod X elipsy podle její definice tedy platí (v obrázku 3 je tento fakt naznačen čárkovanou čarou)

$$|XE| + |XF| = 2a.$$



Obrázek 3: Elipsa. Význam jednotlivých bodů je vysvětlen v textu.

Na elipse najdeme 4 význačné body: bod P , který má k ohnisku E nejbližší (a je nejvzdálenějším bodem od ohniska F), bod A , který má k ohnisku F nejbližší (a je nejvzdálenějším bodem od

Krajské kolo 2024/25, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení
ohniska E), body C a D pak mají od obou ohnisek stejnou vzdálenost. I pro tyto body platí definice elipsy, neboli

$$|PE| + |PF| = 2a.$$

Díky této rovnosti pak platí (můžete si to zkusit rozmyslet), že

$$|PO| = a = |AO|,$$

a proto

$$|PA| = 2a.$$

Úsečka PA se nazývá **hlavní osa elipsy**, úsečkám PO a AO říkáme **hlavní poloosy elipsy** (odtud pak plyne název pro veličinu a).

Vzdálenost ohnisek E a F od středu O budeme značit e , tato veličina se odborně nazývá **výstřednost (excentricita) elipsy**. Pokud bychom ohniska E a F k sobě přibližovali, výstřednost by klesala a při jejich splynutí (tedy v situaci kdy $E = F = O$) by byla výstřednost nulová a z elipsy by se stala kružnice. Samotná hodnota výstřednosti pro posouzení, jak moc je elipsa odlišná od kružnice, nestačí, protože o tom také rozhoduje délka hlavní poloosy a (obě tyto veličiny představují určité vzdálenosti a samotná hodnota, např. $e = 15$ km, nám bez znalosti hodnoty a nic neřekne). Proto se zavádí **číselná výstřednost ε (numerická excentricita)**, jedná se o písmeno epsilon z řecké abecedy), která je definovaná jako

$$\varepsilon = \frac{e}{a}.$$

Číselná výstřednost je bezrozměrná veličina (neboli je to jen číslo bez jednotky) a pro elipsu může nabývat hodnot mezi nulou a jedničkou, v případě kružnice by pak byla nulová. Pokud tedy chceme rozhodnout, zda se nějaká elipsa blíží kružnici, řekne nám to právě hodnota ε , která by měla být blízká nule. Elipsa na obrázku 3 má číselnou výstřednost $\varepsilon = 0,6$.

A nyní víme vše potřebné pro zkoumání prvního Keplerova zákona. Ten tedy říká, že všechny planety obíhají po eliptických drahách a v jejich společném ohnisku je Slunce. Nabízí se ihned otázka, když už víme, že elipsa má dvě ohniska, co je v druhém ohnisku eliptických drah planet? Nic! Eliptické dráhy planet mají v jednom ohnisku Slunce a druhé ohnisko nás vůbec nemusí zajímat. Když si elipsu z obrázku 3 nakreslíme znovu, do ohniska E umístíme Slunce S , ohnisko F vynecháme, pak bod P představuje bod na eliptické dráze planety, kdy je planeta Slunci nejbližší, a naopak v bodě A je planeta od Slunce nejdále – viz obrázek 4. Bod P se nazývá **perihélium (přísluní)**, bod A **afélium (odsluní)** a pro tyto body platí

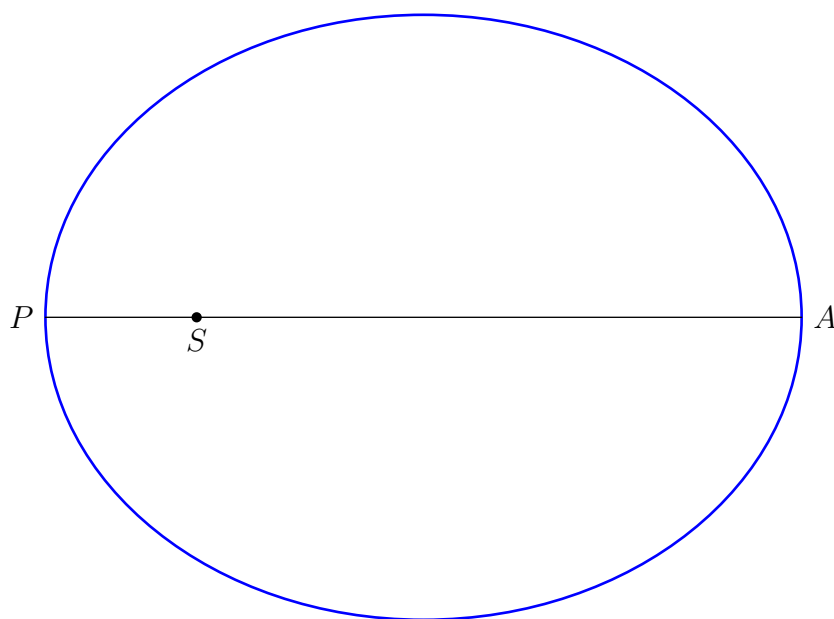
$$|PS| = a - e = a - a\varepsilon = a(1 - \varepsilon),$$

$$|AS| = a + e = a + a\varepsilon = a(1 + \varepsilon).$$

Hodnoty číselné výstřednosti pro jednotlivé planety:

Merkur	Venuše	Země	Mars	Jupiter	Saturn	Uran	Neptun
0,206	0,007	0,017	0,093	0,048	0,055	0,046	0,009

Krajské kolo 2024/25, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení



Obrázek 4: Eliptická dráha planety. Význam jednotlivých bodů je vysvětlen v textu.

K výpočtům v celé úloze využívej JEN A POUZE údaje z tabulky Astronomické olympiády pro kategorii GH. Všechny potřebné výpočty zapiš, pouhý správný výsledek bez postupu neuznáváme!

a) Vypočítej vzdálenosti planet od Slunce v jejich perihéliích r_p a aféliích r_a a výsledky uveď přehledně do tabulky, potřebné hodnoty a vzorce zapiš do připraveného místa pod tabulkou (uveď jen výpočty pro Merkur, pro ostatní planety opakující se výpočty nepiš). Výsledky uveď v astronomických jednotkách a v násobcích miliónů km, všechny výsledky zaokrouhli na tři platné číslice.

planeta	r_p v au	r_a v au	r_p v miliónech km	r_a v miliónech km
Merkur	0,307	0,467	46,1	70,1
Venuše	0,718	0,728	108	109
Země	0,983	1,02	147	153
Mars	1,38	1,66	207	249
Jupiter	4,95	5,45	743	818
Saturn	9,05	10,1	1 360	1 520
Uran	18,3	20,1	2 750	3 020
Neptun	29,7	30,3	4 460	4 550



Krajské kolo 2024/25, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

Místo pro výpočty pro planetu Merkur:

Z tabulky Astronomické olympiády pro kategorii GH (dále jen Tabulka) přečteme hodnoty délky hlavních poloos všech planet (hodnoty jsou v au):

Merkur	Venuše	Země	Mars	Jupiter	Saturn	Uran	Neptun
0,387	0,723	1,00	1,52	5,20	9,58	19,2	30,0

K výpočtu použijeme vzorce uvedené výše

$$r_p = a(1 - \varepsilon)$$

$$r_a = a(1 + \varepsilon)$$

Pro přepočet na kilometry použijeme hodnotu z Tabulky

$$1 \text{ au} \approx 1,50 \cdot 10^{11} \text{ m} = 1,50 \cdot 10^8 \text{ km} = 150 \text{ miliónů km.}$$

b) Dále budeme předpokládat, že všechna perihélia a afélia všech planet leží na jedné společné přímce se Sluncem, přičemž všechna perihélia leží na jedné straně od Slunce a všechna afélia na druhé. Vypočítej, v jaké nejmenší a v jaké největší vzdálenosti se od Země mohou nacházet Venuše a Mars. Výsledky uveď v miliónech km.

Nejmenší vzdálenost mezi planetami nastane, bude-li každá v jejím perihéliu:

$$\text{Nejmenší vzdálenost Venuše-Země: } 147 \cdot 10^6 \text{ km} - 108 \cdot 10^6 \text{ km} = 39 \cdot 10^6 \text{ km}$$

$$\text{Nejmenší vzdálenost Mars-Země: } 207 \cdot 10^6 \text{ km} - 147 \cdot 10^6 \text{ km} = 60 \cdot 10^6 \text{ km}$$

Největší vzdálenost mezi Zemí a Venuší nastane, bude-li Země v jejím aféliu a Venuše v jejím perihéliu, největší vzdálenost mezi Zemí a Marsem nastane, když je Země v perihéliu a Mars v jeho aféliu. Využijeme hodnot z předešlé tabulky a dostaneme:

$$\text{Největší vzdálenost Venuše-Země: } 108 \cdot 10^6 \text{ km} + 153 \cdot 10^6 \text{ km} = 261 \cdot 10^6 \text{ km}$$

$$\text{Největší vzdálenost Mars-Země: } 147 \cdot 10^6 \text{ km} + 249 \cdot 10^6 \text{ km} = 396 \cdot 10^6 \text{ km}$$

**Krajské kolo 2024/25, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení****D Pozorování – pravé poledne***(max. 20 bodů)*

POKYNY: Velmi doporučujeme praktickou úlohu neodkládat na poslední dny před uzávěrkou (hlavně kvůli počasí). **Řešení (nebo alespoň snaha o řešení) praktické úlohy je nutnou podmínkou pro postup do finále Astronomické olympiády.**

Občanský čas, který ukazují naše hodinky, běží rovnoměrně. Slunce, jehož poloha na obloze určuje čas na slunečních hodinách, se však pohybuje na obloze nerovnoměrně, a proto se pravý sluneční čas během roku může lišit od občanského času. Tvým úkolem bude změřit čas pravého poledne z pozorování délky stínu svislého ukazatele, tzv. *gnómonu*. K pozorování si musíš vyrobit jednoduchou pomůcku. Při její stavbě můžeš požádat o pomoc např. rodiče, pozorování však prováděj samostatně!

Návod na stavbu pozorovací pomůcky

Před zahájením stavby si nejprve důkladně přečti celý návod! Ke stavbě budeš potřebovat: podložku, papír s vytištěnými kružnicemi, lepidlo, špejli, rýsovací trojúhelník s pravým úhlem, v případě potřeby jehlu.

Pozorovací pomůcka je tvořena rovnou, dostatečně tlustou (alespoň 2 cm), ale zároveň poddajnou podložkou, aby do ní bylo možné zapíchnout špejli, která v ní bude stabilně držet. Vhodný je například polystyren, případně lze použít podložku slepenou z několika vrstev kartonu. Podložka by měla mít rozměry alespoň jako list formátu A4.

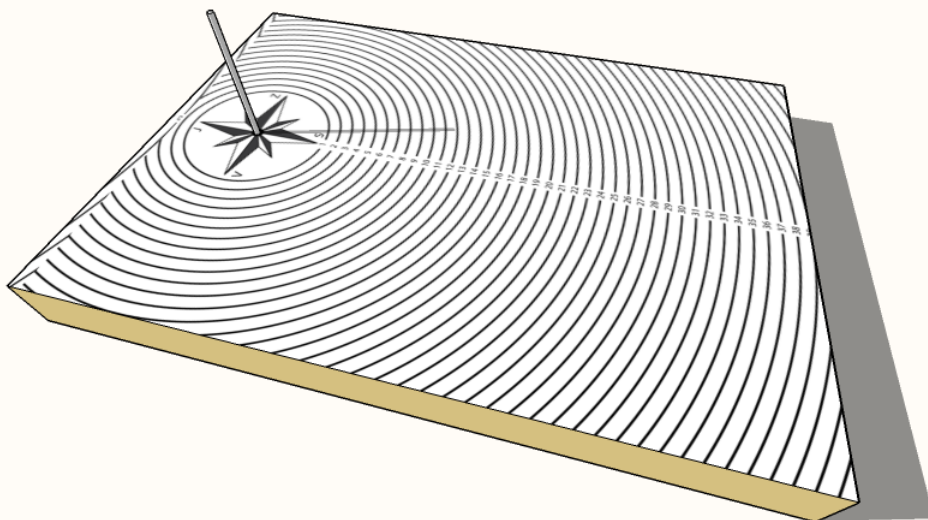
Na plochu podložky nalep vytištěný list papíru s kružnicemi, který je přílohou tohoto zadání jako samostatný obrázek. Papír nesmí být pokroucený, ani se při lepení nesmí objevit bubliny zachyceného vzduchu (pokud by se při nalepování papíru bubliny objevily, je dobré papír v místě bubliny propíchnout jehlou a vzduch z bubliny vytlačit ven – papír se pak dobře přilepí a drobný vpich ničemu nevadí).

Jako svislý ukazatel – gnómon – slouží špejle, zkrácená na potřebnou délku. Na konci, kterým se bude špejle zapichovat do podložky, je vhodné špejli zašpičatit (běžně se také prodávají špejle se špičkou). Pro formát papíru A4 je vhodná délka okolo 6 cm nad rovinou papíru. Důležité je, aby konec stínu gnómonu v poledních hodinách dopadal na papír s kružnicemi přibližně do jedné čtvrtiny od zadního (severního) konce papíru – délku špejle tomuto požadavku přizpůsob. Špejli je nutné zapíchnout přesně do středu směrové růžice. Dále je nutné dodržet, aby byla špejle zapíchnutá do podložky ve směru přesně kolmém na rovinu papíru. K tomu lze využít rýsovací trojúhelník s pravým úhlem. Špejli je nutné do podložky zapíchnout dostatečně hluboko, aby stála pevně a neměla snahu padat nebo měnit svůj sklon vůči podložce. S tloušťkou podložky počítej při zkracování špejle na správnou délku ještě před jejím zapíchnutím.

Umístění pozorovací pomůcky před pozorováním

U pozorovací pomůcky je nutné zajistit přibližnou orientaci podle světových stran pomocí kompasu. Dále je nutné zajistit, aby stín gnómonu od 10:30 do 13:30 dopadal na papír nalepený na podložce. Směry na světové strany jsou vyznačeny u směrové růžice. Pozorovací pomůcku umístí na místo osvětlené poledním sluncem. Hodí se například parapet okna směřujícího k jihu, nebo jakékoli stabilní místo, které má otevřený výhled na jižní oblohu. Při umístění pomůcky musíš zařídit, aby byla rovina papíru s kružnicemi vodorovná. Toho lze dosáhnout například podložením rohů destičky papírem. To, zda je rovina papíru vodorovná, můžeš zkontrolovat pomocí kuličky. Pokud kulička nebude mít snahu se z papíru kutálet pryč, je papír vodorovný (pokud máš k dispozici vodováhu, kuličku používat nemusíš). Během měření se pozorovací pomůcka nesmí posunout, v případě nutnosti ji zajisti

Krajské kolo 2024/25, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení



Obrázek 5: Pozorovací pomůcka

proti posunutí (třeba kvůli větru, pokud budeš měřit venku). Nyní je pomůcka připravena a můžeš přistoupit k samotnému pozorování a měření.

Pozorování

Pro pozorování je nutné vybrat den, kdy bude během poledne slunečno. Je proto dobré sledovat předpověď počasí a pozorování si podle toho naplánovat. Pro pozorování musíš znát přesný občanský čas, který si můžeš zkontrolovat například na internetové stránce <http://www.presnycas.cz>. S pozorováním je dobré začít okolo 11:00. Sleduj stín gnómonu, a když se bude jeho konec přesně dotýkat jedné z kružnic na papíře, zaznamenej si čas, kdy k tomu došlo, a připiš číslo kružnice. Pokračuj ve sledování stínu a počkej ještě, až se bude stín postupně dotýkat dvou dalších kružnic. V pravé poledne bude stín nejkratší. Dále už se bude jen prodlužovat a opět projde stejnými kružnicemi jako na začátku měření, jen v opačném pořadí. Poznamenej si časy průchodů konce stínu stejnými kružnicemi, pro které máš zaznamenané časy průchodů před polednem. Až bude vše hotové, lze přistoupit k výpočtu času pravého poledne. Celkem musíš mít poznamenaná čísla 3 kružnic, kterých se stín dotýkal, a 6 časů (dva časy pro každou kružnici).

Výpočet času pravého poledne

Pravé poledne je okamžik, kdy gnómon vrhá nejkratší stín. Je to tedy okamžik přesně uprostřed mezi časy průchodu stínu dvěma místy stejné kružnice, která má střed v patě gnómonu. Při výpočtu proto hledáme čas přesně uprostřed mezi dvěma změřenými časy průchodů danou kružnicí. Aby se zvýšila přesnost určení přesného okamžiku pravého poledne, vypočítá se pak ještě průměrná hodnota z hodnot vypočtených pro tři jednotlivé kružnice.

Pro každou kružnici (označme je a , b , c) je známa dvojice časů průchodu stínu: T_1 = čas před polednem a T_2 = čas po poledni. Pro dílčí časy pak platí:

$$T_a = \frac{T_{a1} + T_{a2}}{2}$$

$$T_b = \frac{T_{b1} + T_{b2}}{2}$$

$$T_c = \frac{T_{c1} + T_{c2}}{2}$$

Krajské kolo 2024/25, domácí, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

Pro zprůměrování dílčích časů pak platí tento vztah:

$$T = \frac{T_a + T_b + T_c}{3},$$

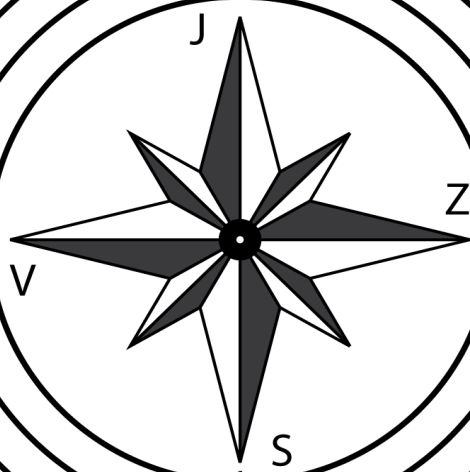
který představuje čas pravého poledne. Nakonec ještě spočítej, o kolik minut se liší čas pravého poledne od „občanského“ poledne, tj. od času 12:00.

Pozorování prováděj samostatně. Identická pozorování více řešitelů budou brána jako opsaná (stejný čas, stejné místo, stejné parametry pozorovací pomůcky) a budou ohodnocena jako neplatná!

Do tabulky níže vyplň všechna svá pozorování a další požadované údaje. Čas udávej ve středoevropském čase (SEČ/CET). Pokud pozorovací stanoviště adresu nemá, uveď jeho stručný popis, např. pole za městem apod. Zeměpisné souřadnice a nadmořskou výšku místa pozorování zjistíš buď pomocí GPS, nebo z většiny online map. Do popisu meteorologické situace uveď, zda byla obloha zcela jasná, či jen polojasná, zda během pozorování nastal příchod souvislé oblačnosti apod. U popisu pozorovací pomůcky uveď výšku gnómonu v mm, formát potisku (A4, A3, ...) a stručný popis umístění pozorovací pomůcky (na zemi, parapet okna, venkovní stůl...). K řešení připoj fotografii pozorovací pomůcky včetně jejího umístění. Návod na převod fotografie do formátu PDF a připojení konvertované fotografie ke scanu souboru s řešením (tj. na sloučení 2 souborů PDF) nalezneš v případě potřeby u instrukcí k řešení krajského kola, jež jsou dostupné po přihlášení na účet.

Místo pozorování				
Zeměpisné souřadnice a nadmořská výška místa pozorování				
Meteorologická situace				
Popis pozorovací pomůcky				
Výsledky pozorování				
	Číslo kružnice	T_1	T_2	T
1. kružnice				
2. kružnice				
3. kružnice				

a) Uveď průměr časů pravého poledne. O kolik minut se liší čas tebou vypočteného pravého poledne od „občanského“ poledne?



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43