

P O V Ě T R O Ň

Královéhradecký astronomický časopis * ročník 26 * číslo S2/2018

Udělej z provázku a matičky **kyvadlo** dlouhé tak, jak ukazuje obrázek. Rozhoupej ho a dívej se, jak měří čas. Jeden tik–tak trvá **1 sekundu**.

Čas rozdělujeme na úseky:

SEKUNDA

MINUTA

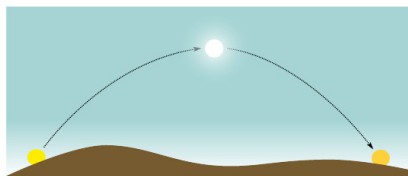
HODINA

PŮL DNE

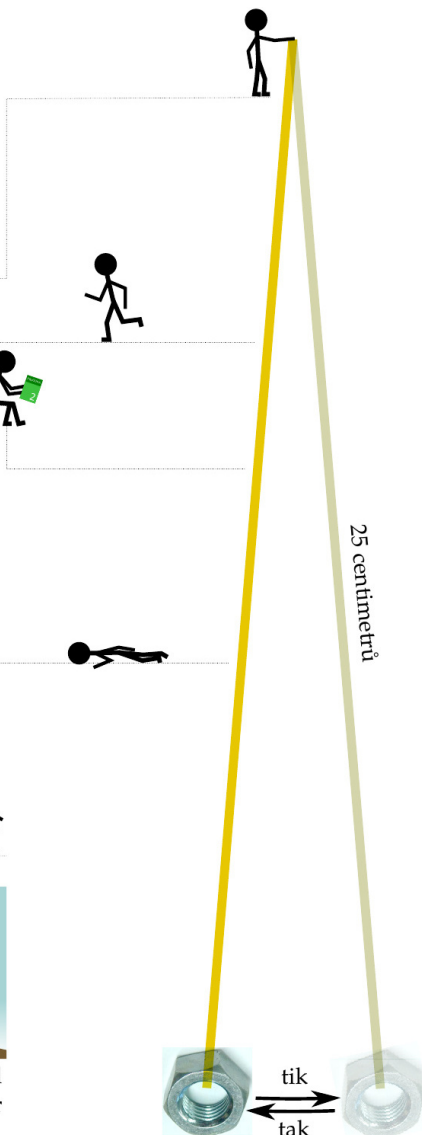
DEN A NOC

Řekni, co se dá stihnout za sekundu, za minutu, za hodinu, za půl dne a za celý den a noc?

Podívej se na obrázek a řekni, kolik času uplyne od východu do západu Slunce?



východ ráno jih poledne západ večer



Základy astronomie na základní škole

Miroslav Brož, Rostislav Brož

Na základě jistých zkušeností s výukou astronomie jsme připravili 16 pracovních listů o zásadních tématech, která se učí na základní škole; konkrétně:

1. Části dne a světové strany pro 1. třídu
2. Čas a hodinky
3. Čas a kalendář
4. Roční období a Slunce na obloze

5. Slunce a planety — velikosti pro 3. třídu
6. Sluneční soustava — obíhání
7. Země osvětlená Sluncem
8. Kolik vidíme v noci hvězd? Souhvězdí — mapa oblohy
9. Let kolem Země. Let k Měsíci

10. Střídání ročních období pro 5. třídu
11. Náš Měsíc osvětlený Sluncem. Fáze Měsíce na obloze
12. Zastínění Měsíce. Zakrytí Slunce
13. Co je vidět na obloze?
14. Vzdálenosti hvězd. Velikosti a barvy hvězd

15. Čočky a dalekohled. Hranol a spektrograf pro 7. až 9. třídu
16. Měření vzdáleností hvězd. Měření svítivosti hvězd

Lze je použít jako specializovanou učebnici a pracovní sešit zároveň. V tomto článku publikujeme příručku pro učitele, nicméně ani dětem její přečtení neuškodí. Vysvětlení, proč věci vysvětlujeme právě takto, je ostatně velmi účinná metoda pro zapamatování.

Slova byla promyšlena z hlediska srozumitelnosti, snažili jsme se, aby vyvolala dojem správný z fyzikálního hlediska. Někdy mohou být vyjádření méně přesná, a to kvůli snaze o snadnější srozumitelnost pro malé děti.

Většina úloh je opisovací nebo obtahovací, aby si žáci dobře zapamatovali jména, tvary nebo velikosti. Další úkoly jsou počítací a matematické, přičemž k obtížnějším je dopsána nápověda (vzhůru nohama). Jiné zas dávají prostor k vlastnímu vyjádření (popisu vzhledu).

Nejproblématictější se mohou zdát odborné výrazy; někdy se totiž snažíme zavést nové (rozuměj lepší). Není například možno donekonečna mluvit o „žlutém“ Slunci, když je ve skutečnosti bílé! Výmluvy, že o Slunci se sice říká, že je žluté, ale... jen znevěrohodňují celý výklad.

Podívej se na panáčky a obrázky. Pastelkou spoj část dne a příslušnou světovou stranu, na které v tu dobu bývá Slunce (ráno Slunce vychází a večer zapadá).

1. RÁNO



1. VÝCHOD



2. POLEDNE



2. JIH



3. VEČER



3. ZÁPAD



4. NOC



4. SEVER



Řekni, co děláme ráno, v poledne, večer a v noci?

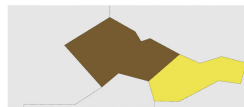
- 1 -

Na mapách bývá sever nahore. Pastelkou spoj nejprve směr na mapě a stát, který s námi sousedí. Potom spoj směr na mapě a světovou stranu.

1. VPRAVO



1. SLOVENSKO



2. DOLE



2. RAKOUSKO



3. VLEVO



3. NĚMECKO



4. NAHOŘE



4. POLSKO



Řekni, jak se jmenuje náš stát?

- 2 -

Čas a hodinky

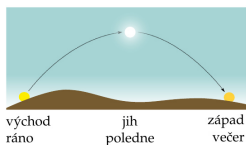
Udělej z provázku a maticky kyvadlo dlouhé tak, jak ukazuje obrázek. Rozhoupej ho a dívej se, jak měří čas. Jeden tik-tak trvá 1 sekundu.

Čas rozdělujeme na úseky:

- SEKUNDA
- MINUTA
- HODINA
- PŮL DNE
- DEN A NOC

Řekni, co se dá stihnout za sekundu, za minutu, za hodinu, za půl dne a za celý den a noc?

Podívej se na obrázek a řekni, kolik času uplyne od východu do západu Slunce?



- 3 -



SEKUNDA

Hodinky mívají 3 ručičky: tenká ukazuje sekundy, velká ručička minuty, malá ručička hodiny.



MINUTA

Hodinky ukazují, že: minuta má 60 sekund, hodina má 60 minut, polovina dne má 12 hodin, celý den a noc má 24 hodin.



HODINA

Ukaž rukou, kterým směrem se otáčejí ručičky na hodinkách?

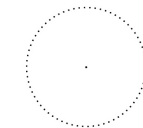


PŮL DNE

Nakresli barevné hodinky pastelkami. Nezapomeň jim udělat tři ručičky!



DEN A NOC



- 4 -

TÝDEN

Sedm dní tvoří **týden**. Každý den má své jméno podle pořadí a „nicedělání“.

1. PONDĚLÍ
2. ÚTERÝ
3. STŘEDA
4. ČTVRTEK
5. PÁTEK
6. SOBOTA
7. NEDĚLE

den po neděli

druhý den

prostřední den

čtvrtý den

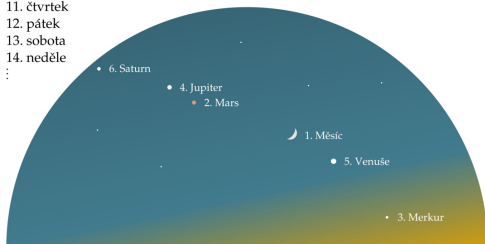
pátý den

šábes, den odpočinku

nic se nedělá



Proč je právě 7 dní v týdnu? Protože na obloze je vidět 7 jasných těles!



- 5 -

● 7. Slunce

Rok se dělí na dvanáct **měsíců**, které se jmenují podle dějů v přírodě.



všude je bílý led

země se uoní, nastává obleva

zelenají se břízy



zelenají se duby

stromy kvetou



plody začínají červenat

plody jsou červené

seče se obilí srpem



jeleni si už zařtíjí, zatroubí

jeleni jsou v říji

žluté listí padá

podle kaše z prosa

ROK

1. LEDEN
2. ÚNOR
3. BŘEZEN
4. DUBEN
5. KVĚTEN
6. ČERVEN
7. ČERVENEC
8. SRPEN
9. ZÁŘÍ
10. ŘÍJEN
11. LISTOPAD
12. PROSINEC

Proč je právě 12 měsíců v roce? Protože Měsíc přibližně 12krát oběhne oblohu dokola!

Řekni, které měsíce jsou jarní, letní podzimní a zimní? Řekni, jaké barvy jsou pro roční období příhodné?

13. leden
14. únor
15. březen
16. duben
17. květen
18. červen
- ...

- 6 -

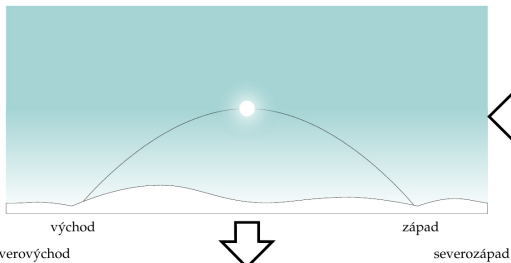
Roční období a Slunce na obloze

V přírodě se opakují **čtyři** roční období. Slunce svítí vysoko nebo nízko na obloze, a to ovlivňuje přírodu.

Vybarvi krajinu příhodnými barvami (1. zelenou, 2. žlutou, 3. hnědou, 4. bílou).

1. JARO

1. UPROSTŘED



2. LÉTO

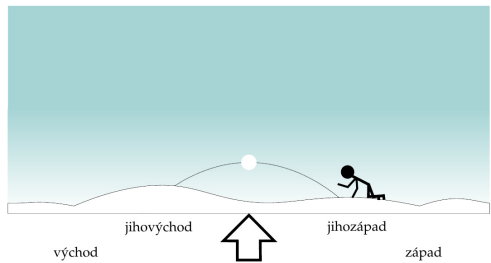
2. VYSOKO

Řekni, ve kterém období je teplo a kdy naopak chladno?

- 7 -

4. ZIMA

4. NÍZKO



3. PODZIM

3. UPROSTŘED

Řekni, co děláš na jaře, v létě, na podzim a v zimě?

- 8 -

Slunce a planety — velikosti

Slunce, planety i měsíce mají tvar **koule**. Každou z deseti koulí ve vesmíru obtáhni tužkou a napiš k ní její správné **jméno**:

1. Slunce
 9. Merkur
 7. Venuše
 6. Země
 10. Měsíc
 8. Mars
 2. Jupiter
 3. Saturn
 5. Uran
 4. Neptun
- Nápověda: číslice označují pořadí podle velikosti.

Největší koule uprostřed je:



Slunce je ve skutečnosti obrovské, má průměr více než 1 milión kilometrů! Na obloze vypadá malé jen proto, že je od nás velmi daleko.

Kolikrát je Slunce větší než Jupiter? _____

Kolikrát je Jupiter větší než Země? _____

Nápověda: Vysvětliv z papíru deset koleček o velikosti Jupitera a zkus je naskládat těsně za sebou napříč přes Slunce.

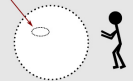
Vyber pro každou kouli příhodnou **barvu** a vybarvi ji pastelkou:

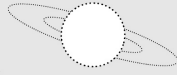
1. bílá
9. šedá
7. bílá
6. modrá
10. šedá
8. červená
2. hnědá
3. žlutá
5. modrozelená
4. zelenomodrá

Nápověda: Slunce a Venuše mají mírně sepnou barvu. Planeta Merkur je velmi podobná našemu Měsíci.

Skvrmu vybarvi rudě!

Prvouka, 3. třída





Co je zvláštního na této planetě?

Odpověď máš jasný přístavec.





- 9 -

- 10 -

Sluneční soustava — obíhání

Planety obíhají okolo Slunce. Každou **cestu** planety obtáhni pastelkou příhodné barvy a dopiš k ní správné jméno planety. Začni od nejbližší:

1. Merkur
 2. Venuše
 3. Země
 4. Mars
 5. Jupiter
 6. Saturn
 7. Uran
 8. Neptun
- | |
|-------------|
| šedá |
| bílá |
| modrá |
| červená |
| hnědá |
| žlutá |
| modrozelená |
| zelenomodrá |

Nápověda: číslice značí pořadí vzdálenosti od Slunce.

Do středu soustavy můžeš dokreslit Slunce — jako nepatrnou tečku v místě křížku.

Slunce a planety se navzájem přitahují díky **gravitaci**. Je to tahač síla, která způsobuje, že volně puštěné věci padají dolů (směrem k Zemi).

Poslední planeta obíhá třicetkrát dále než Země a trvá jí to 165 roků.



- 11 -

Prvouka, 3. třída





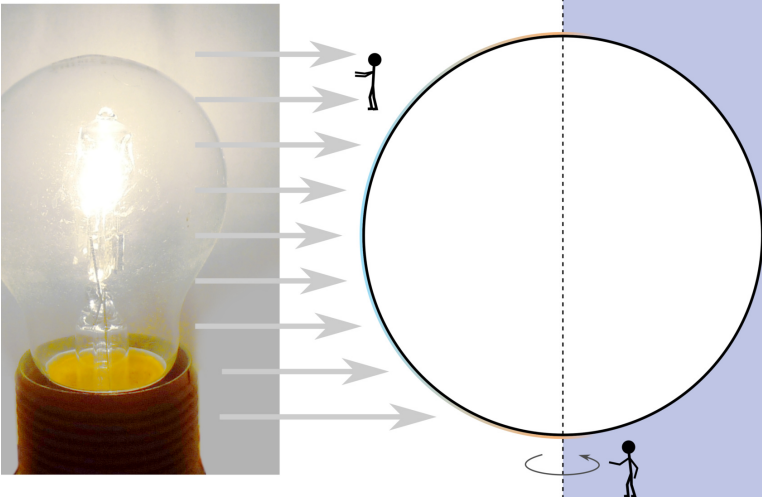
Jak dlouho trvá jeden oběh Země kolem Slunce? _____

Nápověda: Za tu dobu se vysvětlivají čtyři roční období.

- 12 -

Země osvětlená Sluncem

Slunce je k nám neblíží hvězda. Funguje jako velká žhavá **zářovka**, která Zemi osvětluje. Naše planeta díky tomu nevychladne, a můžeme tak na ní žít. Zářovka však osvětluje vždy jen **polovinu** Zeměkoule!



Polokouli natočenou k žárovce vymaluj světlo barvou. Druhou, neosvětlenou polokouli vymaluj černou. Pak teplými barvami obtáhni šipky znázorňující paprsky světla. Na tmavé obloze můžeš dokreslit další béleavé tečky (hvězdy).

- 13 -

 Jiné hvězdy jsou příliš **daleko** od Země a nestačí nás zahřát.

V noci můžeme ze Země pozorovat jiné planety i vzdálené hvězdy. Obojí vypadá jako svítící **tečky**.

Zeměkoule se **otáčí**, vozí nás jako na kolotoči, a proto se střídá **den a noc**.

Jak dlouho trvá jedna otočka Země okolo její osy? _____

- 14 -

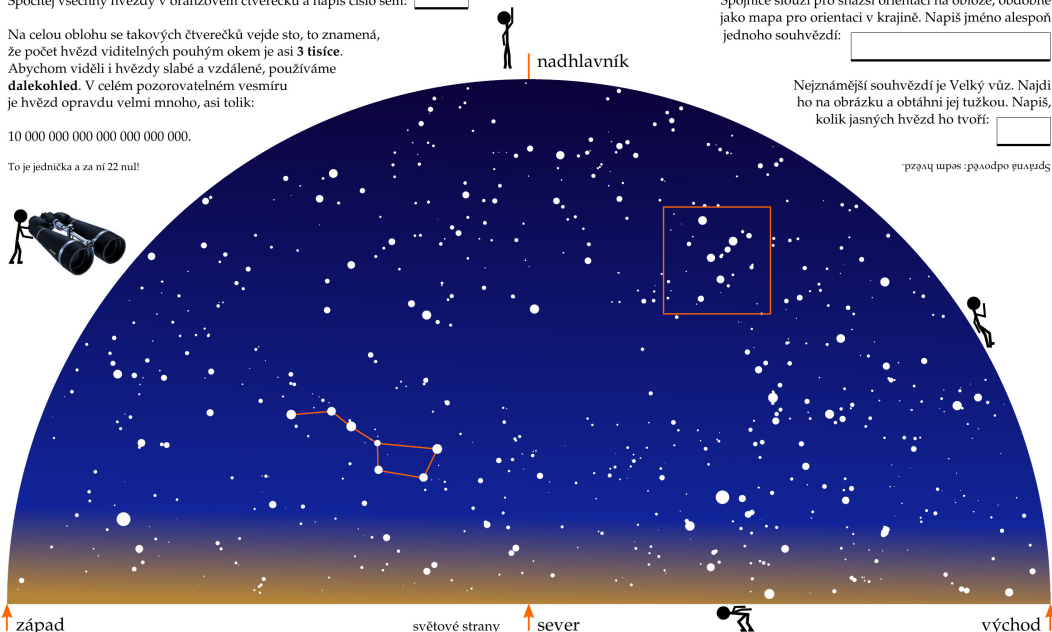
Kolik vidíme v noci hvězd?

V noci na obloze vidíme hvězdy, čili **vzdálená slunce**. Spočítej všechny hvězdy v oranžovém čtverečku a napiš číslo sem:

Na celou oblohu se takových čtverečků vejde sto, to znamená, že počet hvězd viditelných pouhým okem je asi **3 tisíce**. Abychom viděli i hvězdy slabé a vzdálené, používáme **dalekohled**. V celém pozorovatelném vesmíru je hvězd opravdu velmi mnoho, asi tolik:

10 000 000 000 000 000 000 000.

To je jednička a za ní 22 nul!



Souhvězdí — mapa oblohy

Když se na obloze spojí několik hvězd, máme souhvězdí. Spojnice slouží pro snazší orientaci na obloze, obdobně jako mapa pro orientaci v krajině. Napiš jméno alespoň jednoho souhvězdí:

Nejznámější souhvězdí je Velký vůz. Najdi ho na obrázku a obtáhni jej tužkou. Napiš, kolik jasných hvězd ho tvoří:

první hvězda: _____

- 15 -

- 16 -

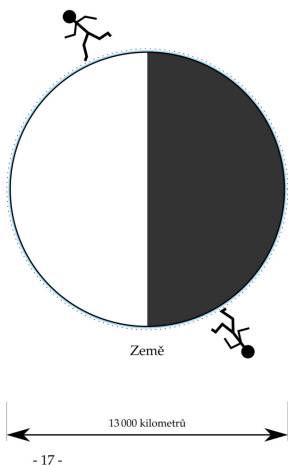


Let kolem Země

První člověk ve vesmíru byl **Jurij Gagarin**. Startoval 12. dubna 1961 v raketě **Vostok**. Gagarin jednou obletěl Zeměkouli a jeho let trval přibližně 2 hodiny.

Obtáhní cestu kosmické loď kolem Země a všimni si, že neletěla daleko od ní. Také vybarvi Zeměkouli příhodnými barvami, zejména modrou, bílou, zelenou a žlutou. Přemýšlej, co tyto barvy znamenají?

Odpověď: oceány, mraky, pralesy a pouště



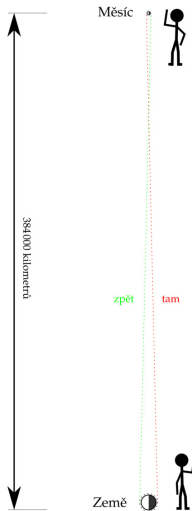
- 17 -

Let k Měsíci

Prvouka, 3. třída

Prvními lidmi na Měsíci byli **Neil [či nyl] Armstrong** a **Edwin Aldrin [či ti oldryn]**. Vynesla je tam obří raketa **Saturn** v roce 1969. Let tam trval 3 dny a zpět další 3 dny.

Obtáhní pastelkami cestu kosmické loď Apollo k Měsíci a zpět. Jde o nejvzdálenější místo, kam se zatím člověk dostal.



„Je to malý krok pro člověka, obrovský skok pro lidstvo.“

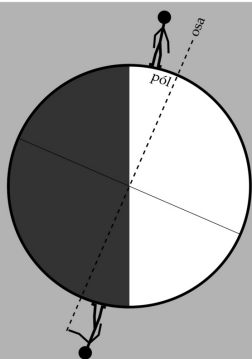
- 18 -



Střídání ročních období

Důležitá otázka na začátek. Podívej se na Zemi vlevo a Zemi vpravo. Jak se mění poloha osy Země? **Nijak!** Osa totiž míří pořád stejným směrem. Obtáhní osy tužkou, podle pravítka.

Teď se podívej na Zemi vlevo. Je „nahore“ (u pólu) světlo nebo tma? **Světlo!**
A to znamená léto nebo zimu? **Léto!**



Je „dole“ světlo nebo tma?

A to znamená léto nebo zimu?

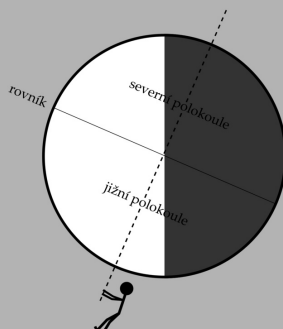
Správné odpovědi: tma, zimu.

- 19 -

Země se za půl roku přemístila tak, že žárovka (čili Slunce) na ni svítí prostě z druhé strany. Osa se přitom vůbec nepohnula.

Je nahore (u pólu) světlo nebo tma?

A to znamená léto nebo zimu?



Jaké roční období je dole?

Jaro je období následující po zimě, kdežto **podzim** následuje po létě. Osvětlení severní a jižní polokoule bývá na jaře a na podzim spíše rovnoměrné.

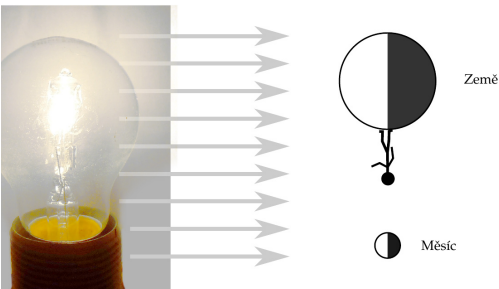
Správné odpovědi: tma, zimu, léto.

- 20 -

Přítodopis, 5. třída

Náš Měsíc osvětlený Sluncem

Země ani Měsíc nesvítí vlastním světlem, ale odrážejí světlo přicházející od Slunce. Podívej se na obrázek a rozhodni, kterou část Měsíce vidíme ze Země jako osvětlenou? Levou nebo pravou?



Špatná odpověď je pravou! Nesmíš zapomenout, že je nutné se dívat jako panáček ze Země.



Takto osvětlený Měsíc se nazývá **první čtvrt**. Zkus pozorovat Měsíc večer na obloze. Natáhni přitom ruku a spočítej, kolik prstů stačí pro zakrytí Měsíce?

Číslici napiš sem:

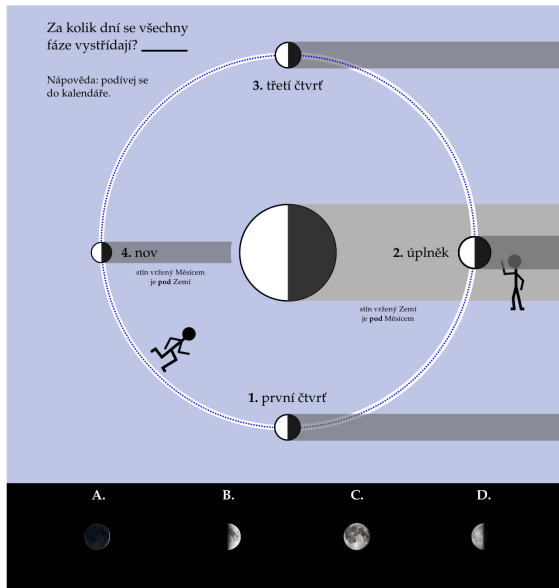
Dalekohledem jsou vidět na Měsíci úžasné podrobnosti! Podívej se na jeho fotografii a popiš, co vidíš:

- 21 -

Fáze Měsíce na obloze

Přírodopis, 5. třída

Měsíc ale obíhá okolo Země, a proto se jeho vzhled (fáze) mění: střídá se první čtvrt, **úplněk**, třetí čtvrt, **nov** a znovu dokola. Na obrázku obtáhni červeně cestu Měsíce a pak spoj tužkou polohy Měsíce (číslice) a jeho fotografie (písmena).



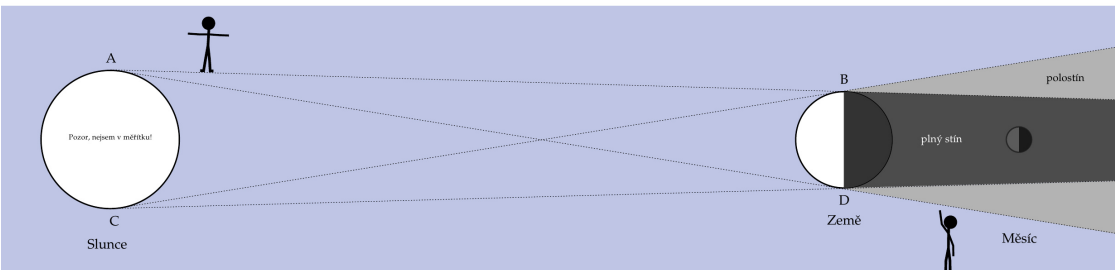
- 22 -

Špatné řešení: 1B, 2C, 3D, 4A.

Zastínění Měsíce

Přírodopis, 6. třída

Když je Slunce, Země a Měsíc na jedné přímce, dojde k zastínění Měsíce. Podle pravítka obtáhni polopřímky AB a CD, vymezující stín vržený Zemí.

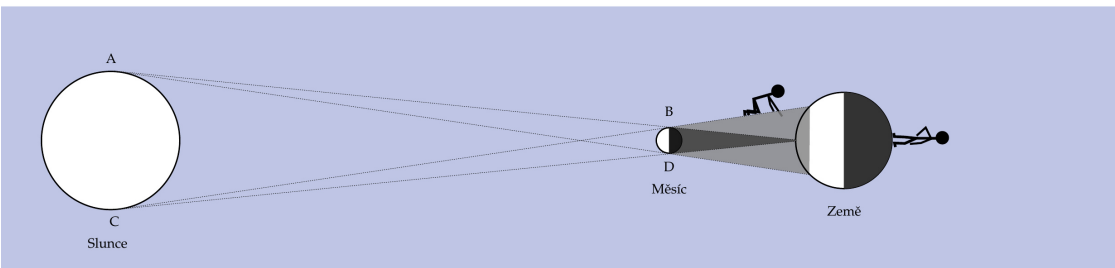


Narýsuj také polopřímky AD a CB, ukazující, kam sahá **polostín** Země. Úplné zastínění může trvat až **2 hodiny** a je viditelné z celé tmavé zemské polokoule.

Zakrytí Slunce

Opět narýsuj důležité polopřímky AB, CD, AD a CB, vymezující stín a polostín vržený Měsícem.

Úplné zakrytí Slunce vidí pozorovatelé jen **několik minut**, a to pouze v malé oblasti. Částečné zakrytí (polostín) vidí naopak velká část světle polokoule.



- 23 -

- 24 -

Co je vidět na obloze?

Na obloze nesvítil pouze hvězdy! Při pozorném pohledu nalezneme planety nebo mlhové „obláčky“. Je důležité vědět, oč se jedná. Přečti si následující popisy a pak ke všem fotografiím napiš, co zachycují.

1. **Planeta** mívá při pozorování dalekohledem zřetelný kotouček. Během roku je také patrný její pohyb mezi souhvězdími.

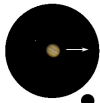
2. **Hvězda** vypadá i v dalekohledu jako nepatrná svítící tečka, která ale může být rozmazaná chvěním vzduchu.

3. **Hvězdočupa** je skupina stovek, tisíců nebo i milionů hvězd, které jsou nápadně blízko sebe.

4. **Mlhovina** je rozlehlý oblak plynu a prachu. Může být osvětlený nebo zahřátý některou hvězdou poblíž. Chladný oblak se naopak jeví jako tmavý, stínící světlo hvězd za ním.

5. **Galaxie** je soustava zahrnující miliardy hvězd, hvězdočupy i mlhoviny. Může mít tvar spirály nebo oválu.

6. **Kupa galaxií** je tvořena tisíci galaxiemi různých typů a velikostí.



1.



2.



3.



4.



6.



- 25 -

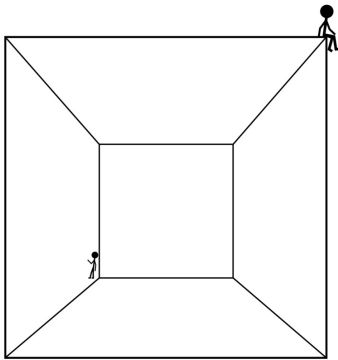
- 26 -

Vzdálenosti hvězd

Přírodopis, 5. třída

Hvězdy jsou od nás nepředstavitelně daleko. Například ze Slunce k nám letí světlo asi **8 minut** — to si ještě představit lze — ale od Proximy Kentaura, čili druhé nejbližší hvězdy, letí světlo přes **4 roky!**

Nakresli do obrázku pět hvězd blízkých a tři vzdálených.



Postav se vedle žárovky. Udělej jeden krok a podívej se na ni. Pak udělej dalších devět kroků a napiš, jestli žárovka vypadá jasnější nebo slabší?



- 27 -

Velikosti a barvy hvězd

Některé hvězdy jsou až 10krát menší než naše Slunce, jiné až tisíckrát větší. Říkáme jim proto **trpaslíci** a **obři**.

Obtáhni tužkou jednotlivé hvězdy a vybarvi je příhodnou pastelkou. Napiš, která hvězda bude dobře vidět z velké vzdálenosti?



oranžový trpaslík



Slunce

oranžový obř



Naše oči nejsou v noci příliš citlivé na barvy, proto hvězdy vypadají převážně **bílé**, ale u některých si můžeš **oranžové** barvy všimnout.

- 28 -

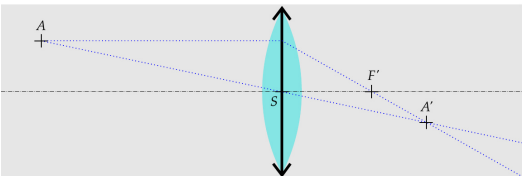
Čočka a dalekohled

U čočky je třeba si pamatovat dvě věci:

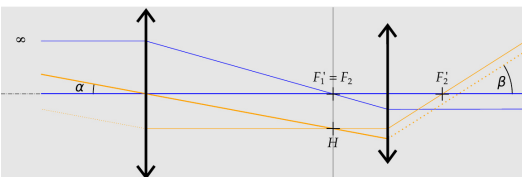
1. paprsek jdoucí **středem** čočky se nelomí,
2. paprsek **rovnoběžný** s osou se lomí do ohniska (a opačně).



Narýsuji tyto dva významné paprsky do obrázku.



Dalekohled je soustava dvou čoček. Při pozorování planety sledujeme jednak paprsky přicházející od středu kotouče. Planeta je velmi daleko, proto je svazek paprsků **rovnoběžný**. Paprsky procházející středy obou čoček se vůbec nelomí. Zajímavější je svazek paprsků přicházející od horního okraje planety, tj. **šíkmo**, pod úhlem α . Paprsek jdoucí středem první čočky se nelomí, to je jasné. Jak ale pokračuje za druhou čočkou? Ve svazku je našťastí jeden paprsek rovnoběžný s osou. Ten využijeme, neboť za druhou čočkou musí procházet ohniskem! Vidíme, že svazek vystupuje pod úhlem $\beta > \alpha$. To je podstata **zvětšení**.



Pozor, za dalekohledem zaostřeným na nekonečno nevzniká obraz! Na to je třeba třetí čočku (naše oko).

- 29 -

Hranol a spektrograf

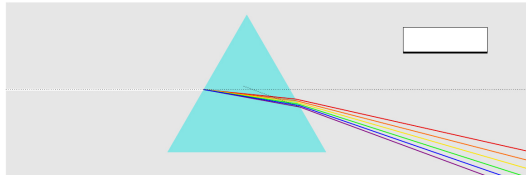
Fyzika, 7. třída

U hranolu je třeba si pamatovat jen jednu věc:

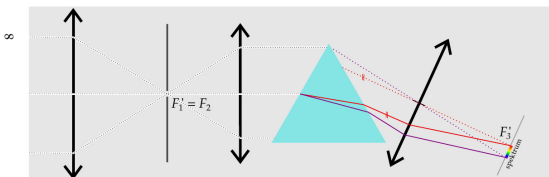
1. **fialové** světlo se ve skle lomí **více** než červené.



Dopadá-li na hranol bílé světlo, pak se jeho fialová složka lomí s větší úhlovou odchylkou. Změř úhloměrem příslušný úhel.



Spektrograf je přístroj, kterým světlo rozkládáme na spektrum. Při pozorování Slunce **první čočkou** vytvoříme jeho obraz v první ohniskové rovině. Úzkou **štěrbinou** vybereme tu část Slunce, kterou chceme studovat. Rozbíhavý svazek za štěrbinou změníme **druhou čočkou** na rovnoběžný; ten necháme dopadnout na **hranol**. Za hranolem máme rovnoběžný svazek fialový a jiný rovnoběžný **červený**. V rovnoběžném svazku ale nikdy obraz nevznikne, protože máme **třetí čočku**, která vytvoří sblíhavý svazek, potažmo ostré **spektrum** ve druhé ohniskové rovině.



Ve spektru jsou vidět i ostatní barvy v tomto pořadí: červená, oranžová, žlutá, zelená, modrá, fialová.

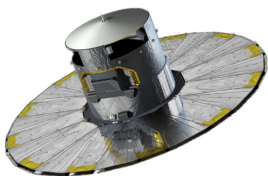
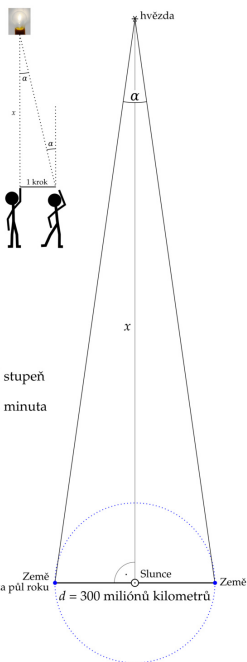
- 30 -

Měření vzdáleností hvězd

Zavři jedno oko, podívej se na žárovku a ukaž na ni rukou. Pak udělej krok do strany a všimni si, že ruka už na žárovku nemíří. Musel bys s ní pohnout o určitý úhel. Stejná metoda se používá pro měření vzdáleností hvězd.

Hvězdy jsou ovšem velmi daleko, proto musíme udělat pořádný krok do strany. Nejjednodušší je změřit směr ke hvězdě a počkat půl roku — Země se na své oběžné dráze přemístí o celých 300 miliónů kilometrů. I tak ale vycházejí úhly velmi malé, menší než **1 úhlová vteřina**.

Narýsuji úhel o velikosti 1 stupně. Pak zkus narýsovat 1 úhlovou minutu, čili 60 krát menší úhel. O 1 vteřinu se ani nemá cenu pokoušet...



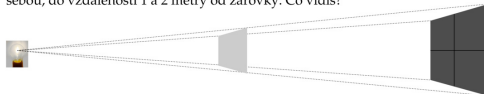
Nejpřesnějším zařízením pro měření vzdáleností hvězd je evropská družice GAIA. Nejmenší hodnota úhlu dosahuje 0,000 02 úhlové vteřiny!

- 31 -

Měření svítivosti hvězd

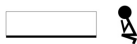
Fyzika, 7. třída

Když se na žárovku díváme z **dvojnásobné** dálky, jeví se její světlo slabší. Otázkou je, o kolik? Připrav si jeden papír formátu A5 a jeden A3. Umísti je za sebou, do vzdálenosti 1 a 2 metry od žárovky. Co vidíš?



Stín papíru A5 přesně stačí zakrýt papír A3, který má ale **čtyřikrát** větší plochu! Osvětlení tedy klesá s druhou mocninou vzdálenosti.

Znalost vzdáleností hvězd je naprosto zásadní! Bez nich bychom nevěděli zhora nic o jejich podstatě. Vezměme například hvězdy **Sírius** a **Rigel**; na obloze se jeví přibližně stejně jasně. Příslušné změřené úhly jsou však $\alpha = 0,76''$ a $0,007 6''$, čili vzdálenost x Rigelu od nás je 100krát větší než vzdálenost Síria. Spočítej, kolikrát více musí Rigel vydávat světla?



Po měření vzdáleností bylo možné rozřadit hvězdy na třídy:

trpaslíci — většina normálních hvězd ve vesmíru, které ve svém nitru přeměňují jádra vodíku na jádra helia. 1 Slunce patří mezi ně.

obří — hvězdy podstatně větší než trpaslíci se stejnou teplotou na povrchu. Jde o vyvinuté trpasličí hvězdy, jež sprostřebávaly všechny vodík ve svém centru.

veleobří — mimořádně svítivé hvězdy, řádově 1000krát jasnější než Slunce.

bílí trpaslíci — málo svítivé pomalu chladnoucí zbytky po obřích hvězdách, které odvrhly svůj obal jako mlhovinu.



Napiš, do které třídy patří Rigel:

00001 = 001 001 001 000000 000000

- 32 -

Důležitá věc: panáčci. Slouží pro navázání kontaktu s dětmi a vnášejí do výkladu nezbytný humor. Děti se mohou s panáčkem snadno ztotožnit. Přitom vůbec nejsou samoučelní, naopak mohou *zásadně* pomoci porozumění. Ukazují třeba maličké věci, zdůrazňují důležité věci, světlo, stín, obíhání nebo naopak nehybnost, ukazují významné směry, přítomnost člověka, pomáhají pochopení trojrozměrnosti, někdy jen tak zl bí atd. Prostě, jeden panáček za tisíc slov!



Listy jsou ve formátu A3, přičemž se počítá s jejich přeložením na A4. Předlohy pro barevný tisk naleznete na webu hvězdárny (<http://www.astrohk.cz/>). Nyní přejdeme k jednotlivým listům.

1. Části dne a světové strany

*

Šlo nám především o myšlenkové spojení částí dne, Slunce na obloze, světových stran, map, směrů na mapě a sousedních států. Se státy mohou mít děti nějakou osobní zkušenost. Možná by se daly přidat i vlajky? Tvar republiky je zjednodušen tak, aby ji dokázal nakreslit každý.

2. Čas a hodinky

*

Pro měření počtu sekund si mohou všichni vyrobit *kyvadlo*, základ fungování mechanických hodinek. Mimochodem, jeho tik-tak (perioda) je „skoro přesně“:

$$P \doteq 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}},$$

kde l označuje délku závěsu a $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ tíhové zrychlení. Má krásnou vlastnost, že P nezávisí takřka na ničem!

Dále diskutujeme delší časové *intervaly*, mezi kterými jsme zavedli i půlden. Panáčci pomáhají představit si jejich trvání. Z předchozího pracovního listu opakujeme obrázek oblohy, ale tentokrát jsou tři významné polohy Slunce zakreslené najednou. Přípravujeme si tak půdu pro pochopení listu č. 4.

Mluvíme důsledně o hodinkách, aby nevznikala mýlka. Mluvíme o ručičce *tenké*, nikoli sekundové, neboť tato vlastnost je vidět. Číslice jsou jen na prvních hodinkách, aby bylo jasné, že jde o hodinky, ale pak už nejsou podstatné, tudíž je vynecháváme.

3. Čas a kalendář

*

Existují krásné souvislosti kalendáře s nebeskými tělesy a s ději v přírodě, které by bylo škoda neříct! Namísto mluvení o opakování dny, respektive měsíce opakujeme. Pro diskuzi pracovních dní a sezónních činností lze opět využít panáčků. Pro uhádnutí, co panáček dělá, významně pomáhá, když se děti samy zkusí postavit tak, jako panáček.

4. Roční období a Slunce na obloze

*

Období jsou uspořádána do cyklu, přičemž změny v přírodě odpovídají změnám pastelek. Sama diskuze o tom, jaké barvy jsou typické, je bezpochyby zajímavá. Do krajiny by děti mohly dále dokreslit strom, nejlépe listnatý. Všimneme si též, že Slunce nevychází (vždy) na východě a nezapadá na západě. Nakonec lze zmínit i proměnlivou dobu trvání dne a noci (8 hodin až 16 hodin).

5. Slunce a planety — velikosti

*

Tělesa sluneční soustavy jsou zde kreslena ve správném poměru velikostí. Úkol obtahování směřuje k lepšímu zapamatování velikostí. Je zásadní, aby Slunce bylo opravdu VELIKÉ (přes celou stránku) a Země naopak maličká. Nejmenší koule nejde snadno obtáhnout a tak to bylo opravdu zamýšleno. Použití slova koule namísto planeta je zcela záměrné zdůraznění tvaru.

Kvůli usnadnění jsme se rozhodli pro naučené (a často recitované) pořadí planet dle vzdálenosti od Slunce. Není ovšem možné vynechat Měsíc, neboť je to jediné ze dvou těles, které děti skutečně viděli na obloze.

Základní barvy listu jsou volené tlumené, rozjasňuje je pouze sekvence barev planet, to se nicméně změní po (ručním) vybarvení planet. Barvy byly volené citlivě tak, aby se jednak lišily od sebe navzájem a jednak přibližně odpovídaly barvám vnímaným okem. Naopak dvě a dvě tělesa mají stejné barvy, abychom důrazně upozornili na jejich podobnost. Zdůrazněme ještě jednou *bílou* barvu Slunce! Buď na chvilku pohlédte na Slunce vysoko na obloze (je bílé), nebo vezměte bílý papír a podívejte se na něj (je bílý), což bylo dokázati.

Všimněme si, že dvě planety (Uran a Neptun) mají takřka stejnou velikost; děti se na tom mají naučit, že se nesmějí zastavit, ale nějak se rozhodnout, jedno jak, ale nějak. Otázka na porovnání velikostí se může zdát složitá, ale pomocí nápovědy se snažíme děti přivést na určitý způsob porovnávání.

V textu jsme použili alespoň jedno velké číslo, abychom se nevyjadřovali pouze vágně. Číslo je zde uvedeno především pro vyvolání správného dojmu, je nicméně snadno zapamatovatelné (zaokrouhlené).

*

6. Sluneční soustava — obíhání

*

Namísto slov trajektorie, dráha nebo orbita používáme přirozené cesty. Je nutné znázornit celé kružnice, nikoli rádobý trojrozměrný pohled zešikma, protože pak by si děti pamatovaly „šišky“. Poslední planeta se skoro nevejde na papír, což vyvolává příhodný dojem.

Dobrá rada: nekreslit planety. Jsou zcela nepatrné, lépe je soustředit se na obíhání a přitahování. Nakonec je nutné zmínit gravitaci, bez které by planety odletěly rovně pryč.

7. Země osvětlená Sluncem

*

Není možno nakreslit Slunce vedle Země tak, abychom na Zemičce mohli něco vysvětlovat. Řešením je *žárovka*. Navíc je žárovka Slunci velmi podobná, obojí žhne, a proto svítí. Vzdálená hvězda je naznačena taktéž žárovkou, ale malou, abychom zdůraznili, že hvězdy jsou vzdálená slunce.

Hvězdy bychom mohli dokreslovat bílou pastelkou i na bílou část papíru, ale tam by nebyly vidět, přesně tak, jak nejsou vidět ve skutečnosti. Světlá obloha ve vesmíru je ovšem poněkud zavádějící, prostor okolo Země je ve skutečnosti temný a svítí pouze tenká atmosféra.

8. Kolik vidíme v noci hvězd? Souhvězdí — mapa oblohy

*

Počítání hvězd je důležitá úloha; je pak snadno uvěřitelné, že jich na obloze nejsou ani milióny ani miliardy. Na druhou stranu, pokud použijeme dalekohledy, můžeme pozorovat hvězd více. Dovolili jsme si napsat konkrétní číslo a zabili jsme tím několik důležitých „much“: 1. hvězdy lze spočítat; 2. není jich nekonečně mnoho; 3. vědci se vždy snaží dobrat přesných údajů a vyhýbají se vágním a neověřitelným tvrzením.

Souhvězdí jsou připodobněna k mapě, protože přesně pro tento účel je astronomové používají. Mapa je též plochým znázorněním krajiny, která je ale trojrozměrná, čili mimoděk naznačujeme různé vzdálenosti hvězd.

Obloha je zde zobrazena v azimutální ekvidistantní projekci, s ořezem na polokouli, což má velké výhody. Ani souhvězdí při okraji pak nejsou zkreslená a horizont je vodorovný, což je obvyklý vjem.

9. Let kolem Země. Let k Měsíci

*

Kreslením trajektorií kosmických lodí si uvědomíme, jak daleko (respektive blízko) od Země se zatím kosmonauté dostali. Panáčci naznačují, že pro dosažení orbity je potřeba se opravdu rychle rozběhnout (7,9 kilometru za sekundu).

Cesta na Měsíc a zpět je opět zdůrazněna panáčky a světově známým citátem.¹

10. Střídání ročních období

*

Především jest zakázáno používat slovo náklon, příklon, úklon apod., neboť vyvolávají naprosto nesprávný dojem pohybu osy! Není možno ani kreslit Polárku, protože si ji všichni představí blízko a naklánění osy je tu zas.

Podstata jevu je patrná v létě a v zimě, není tedy vůbec třeba detailně ukazovat jaro a podzim. Použití slov „nahore“ a „dole“ se může zdát nemístné, ale pak jsou schopné správně odpovědět i děti ve třetí třídě.

11. Náš Měsíc osvětlený Sluncem. Fáze Měsíce na obloze

*

Nejdůležitější myšlenkový krok je pohled ze Země, čemuž dopomáhej panáček. Ostatní je s prominutím nepodstatné „okecávání“.

Nejhorší nedorozumění vzniká, když se vše nakreslí placaté a člověk se tváří, že úplněk za Zemí je osvětlen, i když by měl být zároveň ve stínu! Výsledkem je totální zmatení a popletení fází a zastínění. Proto je dobré si stránku při čtení naklonit tak, jak je nakloněna cesta Měsíce (asi o 5°). Mimochodem pomáhá, když si děti před vyplňováním chvíli hrají s míčkem a baterkou.

Dorůstá a couvá jsou sice známé mnemotechnické pomůcky, ale k čemu jsou dobré? Představa koule, která je osvětlována více a více, pak méně a méně, je zbytečně složitá. Co hůř, při pohledu na Měsíc shora vypadá obojí prakticky stejně.

12. Zastínění Měsíce. Zakrytí Slunce

*

Jest důležité používat *zakrytí* namísto zatmění. Jest užitečné namísto zatmění používat *zastínění*. Celý problém je pak pochopitelnější.

Zásadní je dodržení určitých poměrů, aby byly patrné kuželové stíny; na problému se Sluncem upozorňujeme explicitním popiskem. Je důležité spojit si okraje těles, nejprve tak a pak onak.

13. Co je vidět na obloze?

*

Netvařme se, že na obloze jsou jen hvězdy, většina hmoty ve vesmíru nejsou hvězdy (nýbrž mlhoviny), a dokonce většina hmoty/energie ve vesmíru není nor-

¹ Případné diskuze o tom, zda Američané na Měsíci vůbec byli, je třeba odbýt rychle, aby se jim zbytečně nepřikládalo na významu.

mální hmota složená z protonů, neutronů a elektronů! (To snad prozatím můžeme zamlčet, ale později to budeme muset přiznat.)

Kruhové obrázky evokují pohled dalekohledem. Tečkované linie naznačují souvislosti mezi objekty, o kterých lze nezávazně diskutovat (Co tvoří co? Co vzniklo z čeho?). Zdůrazněme, že je důležité, aby se děti někdy na oblohu podívali a viděli tak zmiňované objekty na *vlastní* oči! (Některé je vidět snadno i bez dalekohledu.)

14. Vzdálenosti hvězd. Velikosti a barvy hvězd

*

O vzdálenostech pouze neřečíme, ale něco zkusíme načrtnout, i když není jisté, jak to dopadne. Většinou děti kreslí vzdálené hvězdy na zadní stěně krychle, blízké hvězdy v dolní polovině přední stěny; případně je nakreslí větší, protože jsou blíže, a o toto uvědomění nám šlo.

Při diskuzi barev narážíme na problematický termín: červený obr je ve skutečnosti oranžový. (Viz rozžhavené vlákno žárovky, které má také teplotu asi 3000 °C). Proč tedy místo výmluv nemluvit prostě o oranžovém obrovi, že? Výklad je pak uvěřitelný, na obloze jsou doopravdy vidět oranžově, takže děti si tvrzení učitele mohou kdykoliv nezávisle ověřit.

15. Čočky a dalekohled. Hranol a spektrograf

*

Fungování tenké čočky je jednoduché a většinu věcí odvodíme pomocí dvou paprsků. U dalekohledu je vysvětlení mnohem složitější, proto jsme se ho snažili maximálně zjednodušit, tzn. použít co nejmenší počet paprsků. Méně už opravdu nelze.

Především nesmíme kreslit planetu, protože pak je předmět těsně před dalekohledem a vše je špatně. Nechtěli jsme kreslit ani oko, tzn. další čočku, sítnici a obraz, protože tři čočky jsou už prostě příliš. Nejednodušší se zdá přiblížit zvětšení pomocí malého a velkého úhlu a při výkladu jednoduše ukázat rukama velký předmět a malý předmět.

Všimněme si důležitého pomocného paprsku, rovnoběžného s optickou osou a procházejícího bodem H . Dobrou průpravou je samozřejmě ukázání skutečného dalekohledu na hvězdárně; nemá cenu kreslit dalekohled do obrázku, který by se tímto jen znepréhlednil.

U dalekohledu hovoříme pouze o (spojných) čočkách, navzdory tomu, že existují i (dutá) zrcadla. Má to dva dobré důvody: zrcadla mají také ohnisko, pro šíření paprsků platí stejná pravidla, pouze je to celé nepřehlednější, protože paprsky se odrážejí tam, odkud přiletěly. Lom a odraz sice vypadají jako odlišné jevy, ale jde o tutéž interakci elektromagnetického pole s látkou, popsanou Maxwellovými rovnicemi. Na rozhraní dvou prostředí nastává zároveň průchod i odraz vln.

Velmi důležitým přístrojem v astronomii je spektrograf, snad ještě důležitějším než dalekohled, tudíž jej není možné zamlčovat. Průpravou je opět ukázání spektrografu na hvězdárně. Pomocné fialové a červené paprsky konstruujeme jednoduše: jsou prostě rovnoběžné s jinými fialovými, respektive červenými, a zároveň procházejí středem čočky.

Existuje i jednodušší verze spektrografu, kde je pouze bodový zdroj, jeden hranol, jedna čočka a příslušná ohnisková rovina, ale v takovém případě probíhá lom v rozbíhavém nebo sbíhavém svazku a geometrie je mnohonásobně složitější. Duhu nezmiňujeme z podobného důvodu; průchod světla kapkou, totální odraz, sférická geometrie, zakřivený tvar duhy, to vše jsou šílené komplikace.

16. Měření vzdáleností hvězd. Měření svítivosti hvězd

*

U měření vzdáleností, které si nelze v hlavě představit, se spíše soustředíme na měření úhlů, které si představit lze; alespoň ona jedna úhlová vteřina je na hranici představitelnosti. Nemluvíme o 1 astronomické jednotce, protože měření ve skutečnosti probíhá na základně jiné (delší) a úhel je pak až dvojnásobný. Je možno doplnit goniometrickým vztahem:

$$x = \frac{\frac{d}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \doteq \frac{d}{\alpha}.$$

Před svítivostí diskutujeme zákon čtverců („dva krát dva“), ale schválně jej nevysvětlujeme zcela polopaticky (tři krát tři, čtyři krát čtyři), aby žáci měli možnost udělat obvyklou chybu při výpočtu (sto nebo dva krát sto), při jejímž opravování se bezpochyby naučí nejvíce.

Co se týká klasifikace Rigelu, zdá se obtížné rozhodnout, zda je to obr, nebo veleobr. Jednak je potřeba se nějak rozhodnout a jednak jej můžeme porovnat se Sluncem (viz vlevo). Rigel je evidentně 100krát větší, čili má 10 000krát větší povrch (nikoli objem!), což řádově odpovídá 100 000. Nakonec možno uvést vztah pro povrch koule o poloměru R :

$$S = 4\pi R^2.$$

Možná se pracovní listy i výše uvedený výklad mohou zdát příliš stručné a některá tvrzení příliš příkrá. Nicméně i toto bylo záměrem. Čím méně (podstatných) tvrzení, tím spíše si je děti zapamatují. Delším výkladem by se podstata jevu mohla dokonce zamlžit.

Vydala: **Astronomická společnost v Hradci Králové** (3. 11. 2018 na 333. setkání ASHK) ve spolupráci s **Hvězdárnou a planetáriem v Hradci Králové**

vydání 1., 16 stran, náklad 100 ks; dvouměsíčník, MK ČR E 13366, ISSN 1213–659X

Adresa: ASHK, Národních mučedníků 256, Hradec Králové 8, 500 08; IČO: 64810828

e-mail: <ashk@ashk.cz>, web: <<http://www.ashk.cz>>