MASARYKOVA UNIVERZITA

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra fyziky

Úlohy z astronomie na základní škole

Diplomová práce

Brno 2008

Vedoucí diplomové práce: Vypracoval:

doc. RNDr. Vladimír Štefl, CSc. **Jiří Vyleťal**

Anotace

Diplomová práce „Úlohy z astronomie na základní škole“ pojednává o významu, tvorbě a řešení astronomických úloh na základní škole. Demonstruje způsob jejich vytváření s využitím Rámcově vzdělávacího programu pro základní vzdělávání. Stěžejní částí diplomové práce, kromě obecného zamyšlení nad fyzikálními úlohami, je samotná sbírka 36 řešených astronomických úloh a 5 praktických námětů.

Annotation

Diploma thesis „Astronomical problems at primary school“ deals with the importance, creation and solving the astronomical problems at primary school. It offers views of creating these problems based on using the General curriculum framework for primary education. The key part of the diploma thesis contains a compilation of 36 solved and 5 unsolved problems on this topic.

Klíčová slova

Vesmír, astronomie, astronomické úlohy, sluneční soustava, Slunce, Měsíc, Země, skleníkový efekt, planety, roční období, tvorba astronomických úloh, RVP ZV

Keywords

Universe, astronomy, astronomical problems, solar system, Sun, Moon, Earth, greenhouse effect, planets, season, creation astronomical problems and General curriculum framework for primary education

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a používal jsem pouze materiály uvedené v seznamu literatury.
Souhlasím s tím, aby má práce byla uložena v knihovně PdF MU a následně využívána studenty.

……..

Poděkování
Velmi děkuji panu doc. RNDr. Vladimíru Šteflovi, CSc. za cenné rady, náměty a připomínky, metodickou pomoc a odborné vedení při zpracování této diplomové práce. Zvláště děkuji za velké množství společných konzultací, kterým vždy ochotně věnoval svůj volný čas.

Obsah

Úvod
1 KAPITOLA – Fyzikální úlohy (FÚ)…… 7
1.1 Význam a řešení FÚ …… 7
1.2 Klasifikace FÚ…… 9
1.3 Zařazení FÚ do hodin fyziky na ZŠ…… 10
1.4 FÚ z astronomie na ZŠ…… 11
1.5 Jedinečnost FÚ z astronomie na ZŠ…… 12
2. KAPITOLA – Význam RVP – ZV při tvorbě FÚ z astronomie…… 13
2.1 Vzdělávací obsah vzdělávacího oboru Fyzika…… 14
2.2 Fyzika – Chemie …… 19
2.3 Fyzika – Přírodopis …… 20
2.4 Fyzika – Zeměpis (Geografie) …… 21
2.5 Fyzika – Matematika …… 24
3. KAPITOLA – Sbírka úloh z astronomie na ZŠ…… 25
3.1 Úvahové úlohy …… 25
3.2 Početní úlohy…… 51
3.3 Praktické úlohy…… 59
Závěr…… 60
Seznam literatury…… 61

ÚVOD

Diplomová práce se zabývá fyzikálními úlohami, zvláště úlohami s astronomickou tématikou.

V první kapitole uvedu stručný rozbor typů fyzikálních úloh, metodiku řešení, význam a způsob jejich zařazení do výuky fyziky. Také upozorním na konkrétní zvláštnosti astronomických úloh, které považuji za velice důležité. Vedly k myšlence vytvořit sbírku úloh z astronomie, jenž by mohla sloužit jako učební pomůcka pro žáky ZŠ a nižších ročníků víceletých gymnázií.

V druhé kapitole popíši, jakým způsobem jsem při vytváření sbírky postupoval, upozorním na jisté obtíže při její tvorbě a předložím možný sled kroků. Těmi by se mohli řídit budoucí tvůrci sbírky například z řad samotných učitelů fyziky.

Třetí kapitolu tvoří sbírka řešených úloh z astronomie, ve které jsem se snažil postihnout pozoruhodné jevy, viditelné na noční či denní obloze. Ty jsou pozorovatelné na povrchu Země nebo na jiných kosmických objektech. K jednotlivým úlohám jsem se také snažil najít vhodné obrázky a oživit jimi předkládané řešení.

Je nutno podotknout, že tato sbírka úloh nevznikla pouze jako důsledek mého kladného vztahu k astronomii, ale i jako reakce na fakt, že se toto téma ve většině nejpoužívanějších učebnic na ZŠ objevuje pouze jako okrajové téma. S tím je spojeno omezené množství vhodných úloh pro učitele, kteří by se této látce chtěli spolu s žáky věnovat hlouběji.

1. TEORETICKÁ ČÁST – Fyzikální úlohy

Pod pojmem fyzikální úloha, dále již budu používat pouze zkráceného zápisu ve tvaru FÚ, rozumíme podnět k činnosti žáků, který je slovně formulovaný a je vyjádřený textem úlohy, obecně označovaným jako zadání.

V této kapitole se zmíním, kde se vlastně FÚ vzaly, proč se používají, neboli jaký je jejich význam ve výuce fyziky a jakým způsobem bychom je měli v hodinách fyziky používat.

1.1 Význam a řešení FÚ

Význam FÚ

Podle Janáse [1] můžeme význam FÚ shrnout do pěti hlavních bodů:

1. FÚ – je prostředkem osvojování si fyzikálních poznatků a dovedností. Ve vyučování se mají žáci osvojit určitý soubor vědomostí a dovedností a umět je použít k dalšímu studiu i v praktickém životě. Řešení fyzikálních úloh k tomu napomáhá.

2. Řešení FÚ je prostředkem rozvíjení fyzikálního myšlení (napomáhá žákům hlouběji chápat fyzikální pojmy, jevy, zákony).

3. Řešení FÚ je prostředkem k rozvíjení morálních vlastností (přesnost, důslednost, vytrvalost, houževnatost, snaha překonávat obtíže).

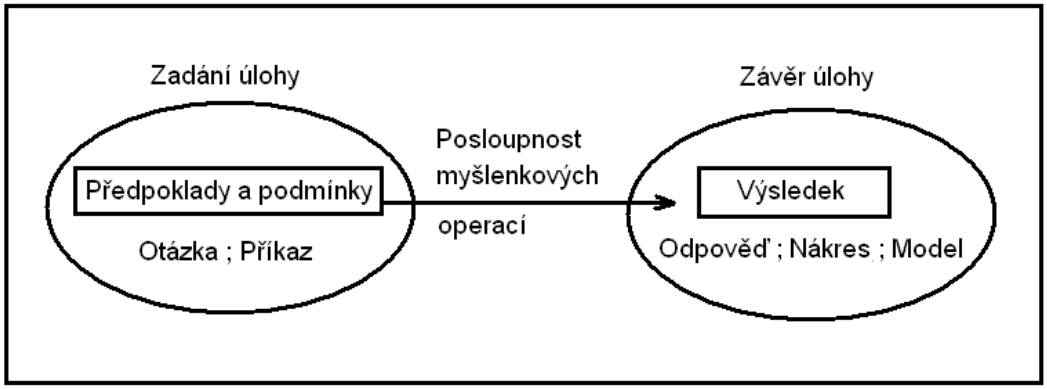
4. Řešení FÚ aktivizuje žáky k samostatné práci.

5. FÚ slouží také ke kontrole vědomostí (prostředek kontroly, možná zpětná vazba).

Řešení FÚ

Řešit FÚ bohužel v obecném povědomí lidí znamená najít ten správný vzorec, do kterého lze všechny zadané údaje dosadit, aby se nakonec spokojili s číselným vyjádřením. Ta je ovšem bez diskuze a bez podrobného popisu myšlenkových pochodů naprosto k ničemu. Neříká nám nic o tom, jak jsme danou látku pochopili a zda umíme uplatňovat své znalosti v širších souvislostech.

Z didaktického hlediska je řešení FÚ souhrnem několika pevně stanovených kroků a poté posloupností myšlenkových operací, jak ukazuje následující schéma:

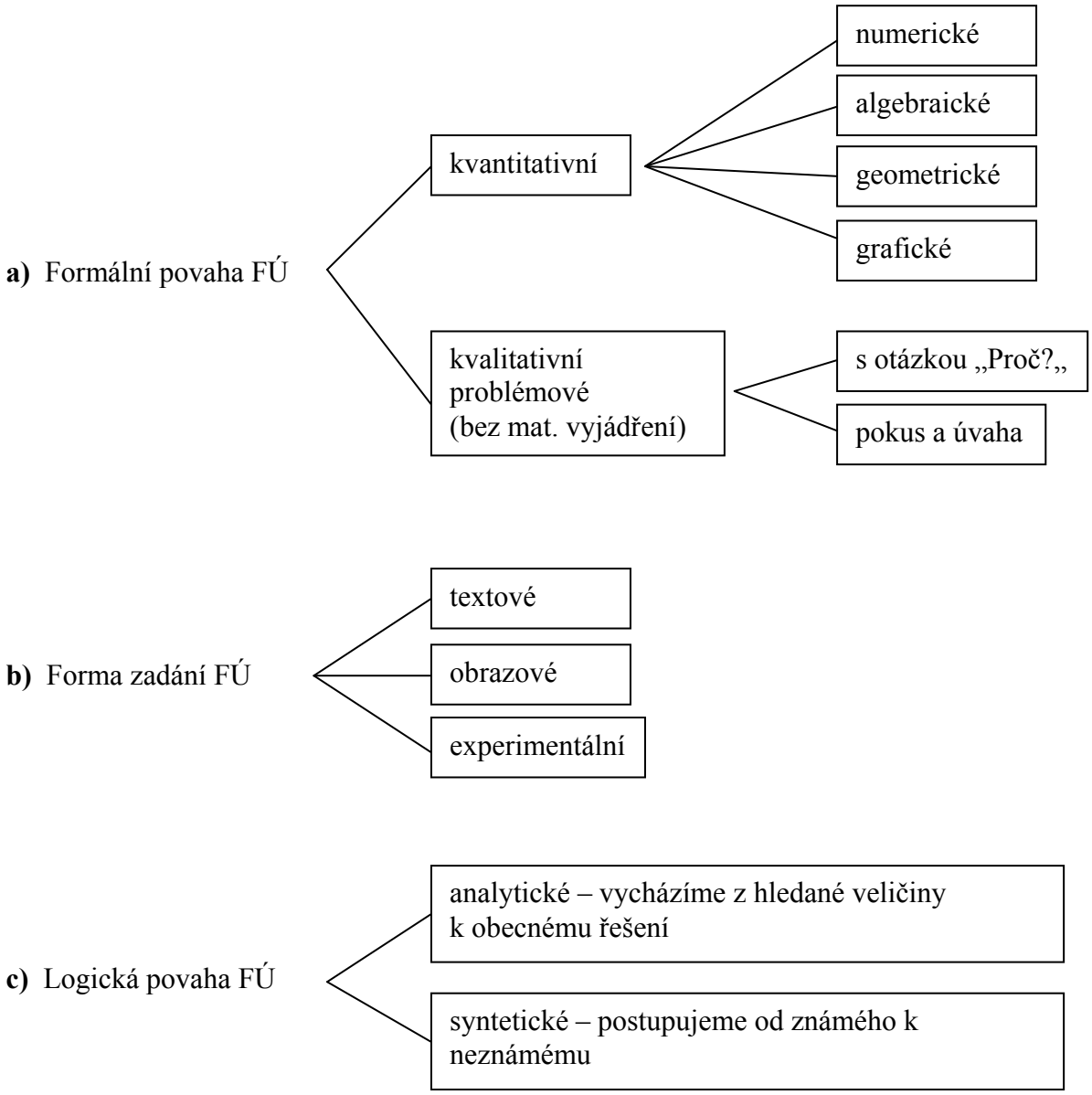


Správný postup při jejich řešení stanovuje tzv. metodika řešení FÚ. Vždy začínáme pečlivým čtením textu úlohy, které je nezbytné k pochopení jejího fyzikálního obsahu. Následuje zápis veličin a funkční náčrt situace, který slouží především k snadnějšímu pochopení fyzikální podstaty úlohy. Poté následuje samostatná fyzikální analýza situace a návrh jejího řešení. Další kroky, jako např. tvorba grafu, zápis obecného řešení nebo rozměrová zkouška, jsou již přímo závislé na tom kterém typu FÚ. Naopak každé řešení FÚ by mělo obsahovat diskuzi a následně i slovní odpověď.

Pro řešení FÚ je důležité, aby se její podstatou nestal matematický zápis či následně vyjádřená číselná hodnota, ale analýza fyzikálního - technického obsahu úlohy a deduktivní úsudek s ověřením výsledku.

1.2 Klasifikace FÚ

Jeden z možných způsobů [1], jak FÚ klasifikovat ukazuje následující schéma:



Logická povaha je dána volbou řešení, nikoliv jejím zadáním.

Pro lepší přehled úloh v mé sbírce jsem zvolil jejich rozdělení do tří kategorií:

1. **Úloha početní** - tímto termínem označím takový typ úlohy, u které je jako řešení vysloveně požadována určitá číselná hodnota nebo odvození obecně platného vztahu. U těchto úloh musí být v řešení uveden kromě zapsání jednotek, náčrtku, fyzikálního rozboru, diskuze, odpovědi i výpočet požadované fyzikální veličiny.

2. **Úloha úvahová** – tímto termínem označím takový typ úlohy, u které nebudu jako řešení požadovat konkrétní číselnou hodnotu, ale u které bude řešením vysvětlení, popis, důkaz či grafické znázornění daného jevu.

3. **Úloha praktická** – tímto termínem označím takový typ úlohy, u které bude řešením určitý výrobek, záznamy z pozorování nebo samostudium literatury a hledání informací, které povedou k jednomu z výše uvedených typů řešení.

1.3 Zařazení FÚ do hodin fyziky

Podle Janáse [1] musíme při zařazování FÚ do hodin fyziky postupovat tak, abychom dosáhli co nejefektivnějšího zopakování a prohloubení vědomostí jednotlivých žáků. Úlohy bychom měli volit a řadit tak, aby se nejprve řešili ty problémové, které vede žáky k fyzikálním úvahám, a které v žácích nevzbudí dojem, že tím nejdůležitějším při řešení FÚ je vyjádření ze vztahu a následný výpočet neznámé. Úlohy tedy řadíme v tomto pořadí:

- jednoduché problémové úlohy
- složitější početní úlohy
- úlohy kombinované

1.4 FÚ z astronomie na ZŠ

Astronomii jako učebnímu celku není v hodinách fyziky na ZŠ věnováno příliš mnoho prostoru. Ve většině případů se látka probírá podle zavedeného schématu [2] v tomto pořadí:

- sluneční soustava – opakování z různých předmětů
- astronomická jednotka (AU), světelný rok (ly), parsek (pc)
- sluneční soustava, Slunce, Země, Měsíc
- naše Galaxie[1] a pojmy hvězda a planeta
- sluneční soustava a Mléčná dráha jakou součásti Galaxie
- orientace na obloze
- kosmonautika

Většina FÚ, které se v nejrozšířenějších učebnicích [5], [6], [7], [8] pro ZŠ vyskytují, má spíše povahu pamětního kvízu, kdy má žák za úkol vyjmenovat jednotlivé planety, či jména jejich měsíců, kdy má zpaměti odříkat co nejvíce souhvězdí severní oblohy nebo uvést hodnotu velikosti oběžné doby Země kolem Slunce, kdy má porovnat podle tabulky gravitační koeficienty[2] jednotlivých planet nebo složení jejich atmosfér.

Chybí zde úlohy aplikační nebo takové, které by u žáků vedly k hlubšímu zamyšlení nad probíranou látkou. Jsou postrádány odkazy na všední pozorovatelné jevy a následné využití jejich obecné znalosti všemi žáky.

Také zde chybí pozorovací úlohy, ve kterých by mohli žáci získat praktické dovednosti ať už při práci s mapou oblohy, jednotlivých souhvězdí nebo při manipulaci s optickými přístroji, jakou jsou triedry nebo hvězdářské dalekohledy. Kromě těchto dovedností můžeme spojením pozorování a jeho následným záznamem zlepšit i žákovy kreslířské schopnosti.

---

[1] **Galaxie** = konkrétní označení galaxie, ve které se nachází naše sluneční soustava.
[2] Fyzikální veličina **g** (tíhové zrychlení) nemá na ZŠ vlastní pojmenování.

1.5 Jedinečnost FÚ z astronomie na ZŠ

Astronomické úlohy mají oproti jiným nespornou výhodu. Jsou svým zaměření pro žáky velice atraktivní a svým obsahem většinou i komplexní, neboť při jejich řešení je potřeba spojovat velké množství znalostí z různých oborů.

Vyžadují naučit se ze zadaných předpokladů fyzikálně správně analyzovat danou situaci a pracovat s myšlenkovými modely. Navíc je nutné prokázat velkou představivost a mnohdy i fantazii, což může na jednu stranu žákům na základních školách činit nemalé obtíže, ale pro jejich další život je rozvíjení tohoto aspektu lidské mysli naprosto nezbytné.

Při řešení úloh budeme používat základní matematický aparát, který by měli ovládat všichni žáci základních škol nebo nižších ročníků víceletých gymnázií. K tomu je nutné do jisté míry zjednodušit fyzikální podstatu zadaných úloh. I tak nesmí docházet k věcným nepřesnostem, jenž by hrubým způsobem ovlivnily jejich výsledky.

Astronomické úlohy nám obecně dávají možnost realizovat nepřeberné množství projektů, které jsou vhodnou formou modernizace klasické výuky.

Nevýhodou astronomických úloh se může zdát fakt, že jejich výsledky nelze ve většině případů běžně dostupnými prostředky ověřit. Také odhad a určení řádové velikosti některých číselných hodnot nelze provádět podle obvyklých zkušeností z běžného života, neboť vesmír se svými rozměry vymyká naprosto všemu, s čím se člověk setkává. Znázornění kosmických objektů a jevů na nich je také mnohem obtížnější, než u běžných úloh.

2. PŘÍPRAVNÁ ČÁST - Práce s RVP – ZV

Při tvorbě sbírky jsem si dobře uvědomoval, že v souladu s Rámcově vzdělávacím programem musím úlohy tvořit tak, aby došlo k prolnutí jejich obsahu s co největším možným počtem ostatních předmětů. Tím dojde k vytvoření dobrých mezipředmětových vazeb a sbírka se tak stane komplexním dílem s širokou možností využití.

Tvorba FÚ z astronomie probíhala ve třech hlavních krocích, jejichž význam následně vysvětlím.

1. Mapování RVP – ZV

Abych našel co nejvíce možných témat, která by se dala při tvorbě sbírky použít, rozhodl jsem se zmapovat vzdělávací obory vzdělávací oblasti **Člověk a příroda** pro 2. stupeň, jimiž jsou **Fyzika**, **Chemie**, **Přírodopis** a **Zeměpis**.

Z daných oborů jsem vybral pouze ty části vzdělávacího obsahu, které se svým zaměřením vztahovaly k astronomii a které jsem při tvorbě úloh mohl využít. Podrobný výběr částí obsahu z jednotlivých vzdělávacích oblastí uvedu v dalších částech 2. kapitoly.

Jedinečný význam má v tomto smyslu vzdělávací obor vzdělávací oblasti **Matematika a její aplikace**, které prolíná celou oblast Fyziky a bez které bychom nemohli provádět ani ty nejjednodušší matematické operace. Ve výpisu témat uvedu pouze ty nejdůležitější z nich, které budou při řešení FÚ v mé sbírce zapotřebí.

2. Návrhy možných typů úloh a jejich obsahové stránky

U každé takové části ihned uvedu jak její původní znění v RVP - ZV, tak i mnou navržené možnosti vytvoření FÚ. Jejich výčet samozřejmě není zavazující, slouží pouze jako orientační a inspirační body pro další část mé práce. Abych jednotlivé typy úloh od sebe snadno oddělil, zvolil jsem pro každý druh jiné barevné označení.

Návrhy **početních úloh** budu ve výběru zvýrazňovat odstínem **červené barvy**, pro **úlohy úvahové** jsem zvolil **barvu modrou** a konečně **úlohy praktické** budou mít **barvu světle zelené**.

3. Tvorba konkrétního zadání jednotlivých FÚ

Posledním krokem při tvorbě FÚ bude formulace slovního vyjádření, tedy její zadání. Ke každé úloze uvedu co nejpodrobnější řešení, které svou náročností odpovídá možným znalostem žáků základních škol. U některých úloh, které budou svojí obtížností vyžadovat speciální znalost tématu, uvedu k zadání zvláštní poznámku. V případě praktických úloh potom nebudu uvádět podrobný návod, jak danou úlohu vypracovat, popřípadě zaznamenat, ale zmíním jen některé náměty, kterými by se žáci mohli v hodinách zabývat. Samotný způsob jejich řešení a typy konstrukce u konkrétního zadání nechám na žácích samotných společně s jejich učiteli.

2.1 FYZIKA

Obsah vzdělávacího oboru Fyzika pro 2. stupeň bezpochyby nabízí nejvíce témat, která se při tvorbě FÚ z astronomie dají využít. V následujících odstavcích vždy uvedu:

- zkoumaný tematický celek (v šedém rámečku)
- výběr učiva, který obsahuje možné návaznosti k astronomii
- mnou navržené typy FÚ (barevné rozdělení)

POHYB TĚLES, SÍLY

Učivo

- **pohyby těles** – pohyb rovnoměrný a nerovnoměrný; pohyb přímočarý a křivočarý
- **gravitační pole a gravitační síla** – přímá úměrnost mezi gravitační silou a hmotností tělesa
- **tlaková síla a tlak** – vztah mezi tlakovou silou, tlakem a obsahem plochy, na niž síla působí
- **výslednice dvou sil stejných a opačných směrů**
- **Newtonovy zákony** – první, druhý (kvalitativně), třetí

Úvahové

- pohyb planet kolem Slunce (rozšíření o nerovnoměrný pohyb – možný náznak eliptických trajektorií)

- důkaz o pohybu Země kolem Slunce – rozšíření o roční paralaxu hvězd

- grafické vysvětlení tvoření smyček drah planet na obloze – laboratorní práce

Početní

- závislost obvodové rychlosti těles na různé zeměpisné poloze (vybrané lokality by měly být dobře známé a atraktivní)

- skládání rychlostí (při startu raket – vliv otáčení Země)

MECHANICKÉ VLASTNOSTI TEKUTIN

Učivo

- **hydrostatický a atmosférický tlak** – souvislost mezi hydrostatickým tlakem, hloubkou a hustotou kapaliny; souvislost atmosférického tlaku s některými procesy v atmosféře
- **Archimédův zákon** – vztlaková síla; potápění, vznášení se a plování těles v klidných tekutinách

Úvahové

- z údajů o tlaku a atmosférickém složení porovnat fyzikální podmínky života na různých planetách

ENERGIE

Učivo

- **formy energie** – pohybová a polohová energie; vnitřní energie; jaderná energie, štěpná reakce, ochrana lidí před radioaktivním zářením

Úvahové

- popsat princip jaderné syntézy ve hvězdách

- ochrana planety před kosmickým zářením, které se šíří v Galaxii

- ozónová vrstva

Početní

- vypočítat práci, kterou vykoná člověk při stejných postupech na různých planetách

ZVUKOVÉ DĚJE

Učivo

- **vlastnosti zvuku** – látkové prostředí jako podmínka vzniku šíření zvuku, rychlost šíření zvuku v různých prostředích; odraz zvuku na překážce, ozvěna; pohlcování zvuku; výška zvukového tónu

Úvahové

- jakým způsobem se dorozumívají kosmonauti

- z údajů o atmosférách planet určit, na kterých z nich lze zaznamenat nějaké zvuky

ELEKTROMAGNETICKÉ A SVĚTELNÉ DĚJE

Učivo

- **vlastnosti světla** – zdroje světla; přímočaré šíření světla, rychlost světla ve vakuu a v různých prostředích; stín, zatmění Slunce a Měsíce; zobrazení odrazem na rovinném, dutém a vypuklém zrcadle (kvalitativně); zobrazení lomem tenkou spojkou a rozptylkou (kvalitativně); rozklad bílého světla hranolem

Úvahové

- jakým způsobem vyzařují hvězdy, planety a jiná kosmická tělesa

- co vyplývá z toho, že hodnota rychlosti světla je nekonečně veliká

- co plyne pro pozorovatele z údajů o vzdálenosti hvězd

Početní

- z historických údajů Ole Römera - 1676 odvodit řádovou velikost rychlosti světla

- z průměrných vzdáleností planet odvodit čas, který nás dělí od pozorování skutečné srážky planet s cizím kosmickým tělesem

Tematický celek Vesmír má při tvorbě úloh zvláštní postavení, proto u něj uvádíme i výčet očekávaných výstupů.

VESMÍR

Očekávané výstupy

- ***objasní (kvalitativně) pomocí poznatků o gravitačních silách pohyb planet kolem Slunce a měsíců kolem planet***
- ***chápe kinematiku pohybu ve sluneční soustavě***
- ***odliší hvězdu od planety na základě jejich vlastností***

Učivo

- **sluneční soustava** – její hlavní složky; měsíční fáze
- **hvězdy** – jejich složení

Úvahové

- původ kosmických těles sluneční soustavy

- původ vzniku Měsíce, jeho fáze

- objasnit důvody zatmění Slunce a Měsíce

- zdůvodnit vliv na zbarvení atmosfér planet

- objasnit princip Aristarchova stanovení poměru vzdáleností Z-S a Z-M

- pojmy Oortovo mračno, hlavní pás asteroidů

Početní

- vypočítat obvod rovníku a poledníku

- z údajů o poloměru planet určit dohled z jejich typických útvarů (sférická tělesa)

- z historických údajů spočítat průměr Země (Eratosthenes)

Praktické – dle návodu

- sestrojit sluneční hodiny - PROJEKT

- sestrojit na školním pozemku model sluneční soustavy ve vhodném měřítku (jako jednotku volit AU) - PROJEKT

- z délky stínu tyče určit délku jednoho dne

- sestrojit Keplerův nebo Newtonův dalekohled - PROJEKT

2.2 FYZIKA - CHEMIE

Fyzika a chemie mají svým vzdělávacím obsahem k sobě ze všech přírodních věd nejblíže, prolínají se vlastně ve všech tématech, které nás napadnou. Při tvorbě sbírky jsem však byl značně omezen obtížností fyzikálně - chemických dějů, které ve většině kosmických těles či jejich okolí probíhají, takže jsem se musel spokojit alespoň s těmi nejzákladnějšími, které by žáci na ZŠ a v nižších ročnících gymnázií zvládli popsat a pochopit.

CHEMICKÉ REAKCE

Učivo

- **chemické reakce** – zákon zachování hmotnosti, chemické rovnice, látkové množství, molární hmotnost

Úvahové

- napsat jeden typ termojaderné reakce, která probíhá v jádrech hvězd

2.3 FYZIKA - PŘÍRODOPIS

Přírodopis obvykle rozděluje přírodu na dvě složky, na přírodu živou, která obecně zahrnuje všechny živé organismy, a na přírodu neživou. Při vlastním hledání vhodných témat jsem využil obě její části. V oblasti živé přírody jsem se zamyslel nad možností kolonizace okolních kosmických těles, ve druhé oblasti potom nad fyzikálně – chemickými pochody, které na těchto tělesech probíhají.

BIOLOGIE ČLOVĚKA

Učivo

- **anatomie a fyziologie** stavba a funkce jednotlivých částí lidského těla, orgány, orgánové soustavy (opěrná, pohybová, oběhová, dýchací, trávicí, vylučovací a rozmnožovací, řídící)

Praktické

- z různých zdrojů zjistit, jaký vliv má pro živé organismy dlouhodobý pobyt v beztížném stavu

- možnost využití beztížného stavu pro výzkum léků na nevyléčitelné choroby PROJEKT

NEŽIVÁ PŘÍRODA

Učivo

- **Země** – vznik a stavba Země
- **vývoj zemské kůry a organismů na Zemi** – geologické změny, vznik života, výskyt typických organismů a jejich přizpůsobování prostředí

Úvahové

- struktura Země, její složení a porovnání se složením různých těles sluneční soustavy

- zdůvodnění podobného složení terestrických planet a plynných obrů

- zdůvodnění odlišného složení planet obou typů

ZÁKLADY EKOLOGIE

- **ochrana přírody a životního prostředí** – globální problémy a jejich řešení, chráněná území

Úvahové

- objasnit princip vzniku ozónové vrstvy

- důvody úbytku ozónové vrstvy

PRAKTICKÉ POZNÁVÁNÍ PŘÍRODY

Učivo

- **praktické metody poznávání přírody** – pozorování lupou a mikroskopem (případně dalekohledem), zjednodušené určovací klíče a atlasy

Praktické

- před vlastním pozorováním kosmických těles se seznámit s vlastnostmi jednotlivých druhů dalekohledů, znát jejich výhody a nevýhody, zvolit vhodný typ dalekohledu podle druhu pozorovaného tělesa

- objasnit základy astrofotografie - PROJEKT

2.4 FYZIKA - ZEMĚPIS (GEOGRAFIE)

Tematický celek Zeměpis (Geografie) nám poskytuje nejvíce možností k uplatnění požadavku na zlepšení prostorově orientačních dovedností žáků. Práce s mapou, orientace v krajině, to vše souvisí s orientací na hvězdné obloze či v mapách souhvězdí a kosmických objektů, jako jsou např.: galaxie, hvězdokupy nebo mlhoviny. Používání měřících přístrojů zase napomáhá k uplatnění požadavku na zlepšení jejich zručnosti.

GEOGRAFICKÉ INFORMACE, ZDROJE DAT, KARTOGRAFIE A TOPOGRAFIE

Učivo

geografická kartografie a topografie – glóbus, měřítko globusu, zeměpisná síť, poledníky a rovnoběžky, zeměpisné souřadnice, určování zeměpisné polohy v zeměpisné síti; měřítko a obsah plánů a map, orientace plánů a map vzhledem ke světovým stranám; praktická cvičení a aplikace s dostupnými kartografickými produkty v tištěné i elektronické podobě

Praktické

- při večerních pozorováních najít významná místa na Měsíci – některé z nich zakreslit a popsat

- pozorovat a zaznamenávat postavení čtyř měsíců Jupitera - PROJEKT

- orientace na hvězdné obloze a na mapě Měsíce

- pomocí selénografických souřadnic Měsíci najít jeho nejznámější útvary

PŘÍRODNÍ OBRAZ ZEMĚ

Učivo

- **Země jako kosmické těleso** – tvar, velikost a pohyby Země, střídání dne a noci, střídání ročních období, světový čas, časová pásma, pásmový čas, datová hranice, smluvený čas

Úvahové

- dokázat na jednoduchém příkladu, že je Země kulatá (upřesnění nedokonalosti této koule)

- pojmy siderický a synodický měsíc

- objasnit vznik ročních období

ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Učivo

- **vztah příroda a společnost** – trvale udržitelný život a rozvoj, principy a zásady ochrany přírody a životního prostředí, chráněná území přírody, globální ekologické a environmentální problémy lidstva

Úvahové

- možnosti osídlování planet, technické problémy s takovými výpravami

- znečišťování kosmického prostoru lidským působením

- ohrožení kosmických letů, možná rizika

TERÉNNÍ GEOGRAFICKÁ VÝUKA, PRAXE A APLIKACE

Učivo

- **cvičení a pozorování v terénu místní krajiny, geografické exkurze** – orientační body, jevy, pomůcky a přístroje; určování hlavních a vedlejších světových stran, pohyb podle mapy a azimutu, odhad vzdáleností a výšek objektů v terénu

- **ochrana člověka při ohrožení zdraví a života** – živelní pohromy; opatření, chování a jednání při nebezpečí živelních pohrom v modelových situacích

Početní

- zjištění úhlových vzdáleností kosmických objektů bez pomoci měřicích přístrojů, pouze s využitím rozměrů lidského těla jako je např.: dlaň, jednotlivé prsty a jiné.

2.5 FYZIKA - MATEMATIKA

Jak již bylo řečeno, aplikace matematiky je patrná v každé obsahové části vzdělávacího oboru fyziky. Je pro ni naprosto nepostradatelná. Zejména je to matematický popis geometrických vlastností těles, úlohy rozvíjející abstraktní myšlení, či prosté početní operace v naprostém úvodu studia, které pozvolna doprovázely naše fyzikální poznání tam, kam složitou cestou dospělo.

Rozložení obsahu matematiky do tematických celků:

- ČÍSLO A POČETNÍ OPERACE

- ZÁVISLOSTI, VZTAHY A PRÁCE S DATY

- GEOMETRIE V ROVINĚ A V PROSTORU

- ČÍSLO A PROMĚNNÁ

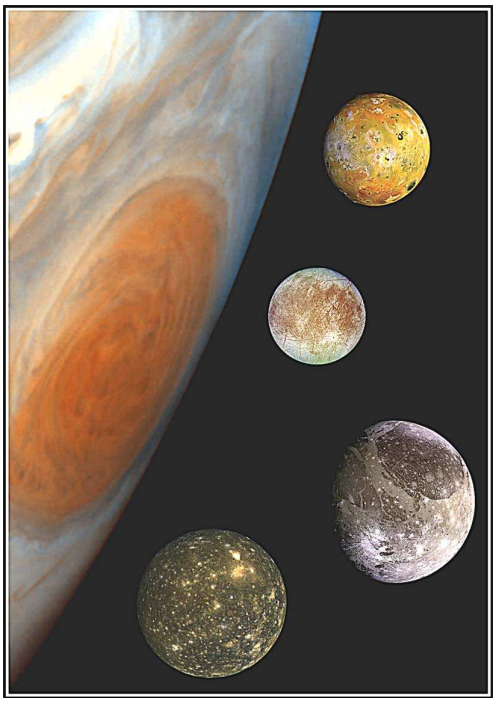
3. SBÍRKA ÚLOH Z ASTRONOMIE NA ZŠ

3.1 ÚLOHY ÚVAHOVÉ

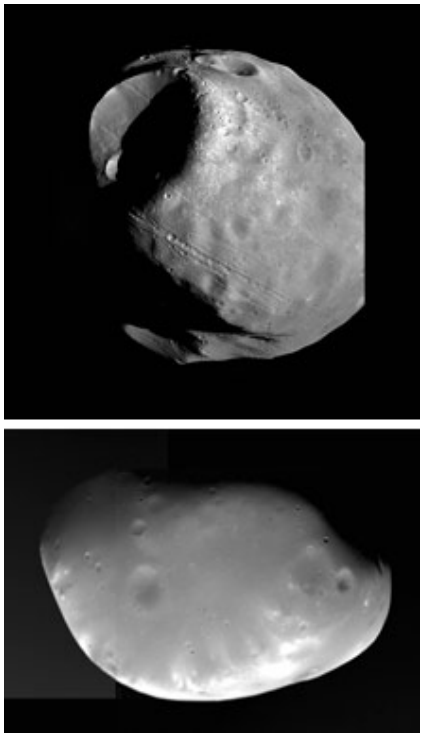
1. **Všichni víme, že Měsíc je kulatý. Znamená to tedy, že všechny měsíce planet jsou kulaté?**

ŘEŠENÍ:

Kosmická tělesa, jejichž poloměr přesahuje velikost asi 500 km, což Měsíc se svým poloměrem přibližně 1738 km jistě splňuje, jsou již ovlivňována gravitační silou natolik, že zaujímají kulový tvar. To je důvod, proč i jiné velké měsíce jako např. [3]***Io, Europa, Ganymed, Callisto*** *obr. 1 nebo* [4]***Titan*** jsou také kulového tvaru, zatímco menší měsíce jako např. [5]***Phobos*** nebo ***Deimos*** *obr.2* mají tvar značně nepravidelný. Kulový tvar je v přírodě velice častý, odpovídá nejmenší gravitační potenciální energii.



Obr. 1



Obr. 2

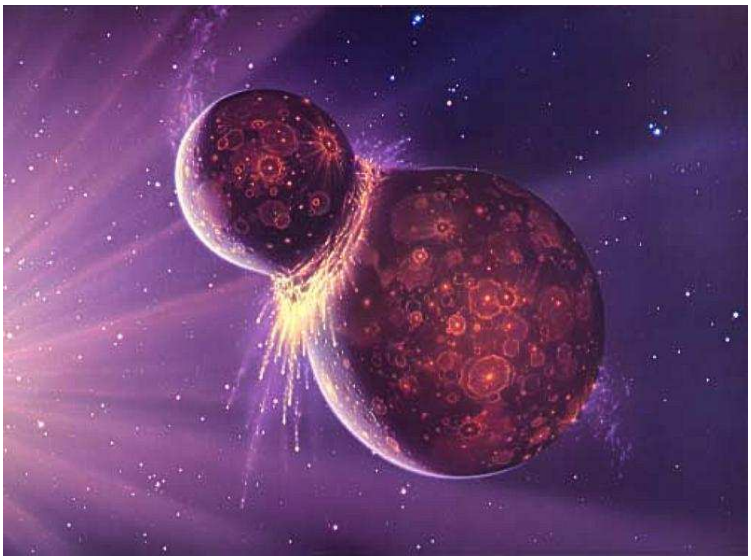
---

[3] ***Io, Europa, Ganymed*** a ***Calisto*** jsou 4 nejznámější jupiterovy měsíce, které svým dalekohledem objevil již na počátku roku 1600 Ital **Galileo Galilei (1564 – 1642)**.
[4] ***Titan*** je největší měsíc planety **Saturn**.
[5] ***Phobos*** a ***Deimos*** jsou měsíce planety **Mars**.

2. **Jaký je původ našeho Měsíce?**

ŘEŠENÍ:

Podle nejpravděpodobnější teorie Měsíc vznikl před zhruba 4,5 miliardami roků, kdy se Země střetla s tělesem o hmotnosti asi $\frac{1}{10}$ hmotnosti Země *obr. 3*. Úhel, pod kterým se obě tělesa srazila, byl malý[6], ale i tak uvolněná energie způsobila roztavení a uvolnění horních vrstev Země. Vyvržená hmota kolem ní vytvořila prstenec, který se při ochlazení začal formovat do malých zrníček prachu. Postupem času se zrníčka slepovala ve větší a větší tělesa, až vznikl Měsíc. Jeho původní vzdálenost od Země byla asi 15 000 km, ale neustále se od ní vzdaloval až na dnešní průměrnou vzdálenost 384 000 km.



Obr. 3

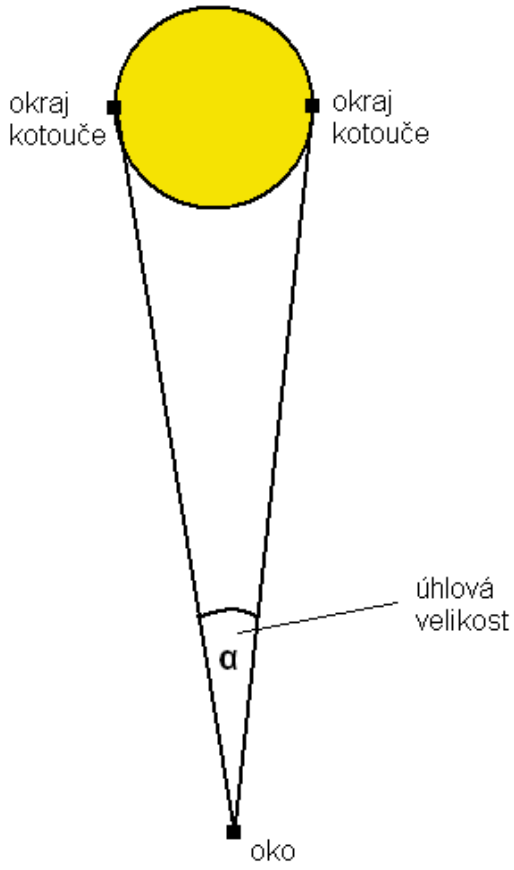
Tuto teorii potvrzují nejen matematické modely srážky ale i shodné chemické složení Měsíce a povrchových vrstev Země.

[6] V tomto případě hovoříme o tzv. ***tečné srážce***.

3. **Zatmění Slunce je jeden z nejkrásnějších astronomických jevů, za který vděčíme přibližně stejné úhlové velikosti Slunce a Měsíce na obloze. Co to však úhlová velikost je?**

ŘEŠENÍ:

Většina kosmických těles se nám na obloze promítá ve tvaru větších nebo menších světelných kotoučků nebo jejich shluků. Abychom mohli tyto velikosti lehce porovnávat, musíme stanovit způsob jejich měření. K vzájemnému srovnání hodnot se užívá tzv. *úhlová velikost*. Určíme ji z trojúhelníku *obr. 4*, jehož jeden vrchol leží v našem oku a zbývající dva leží na okrajích měřeného kotoučku nebo jiného tvaru. Úhlová velikost je tedy úhel, který svírají dvě úsečky s krajními body našeho oka a jednotlivých okrajů měřeného kotouče, potažmo jiného seskupení.

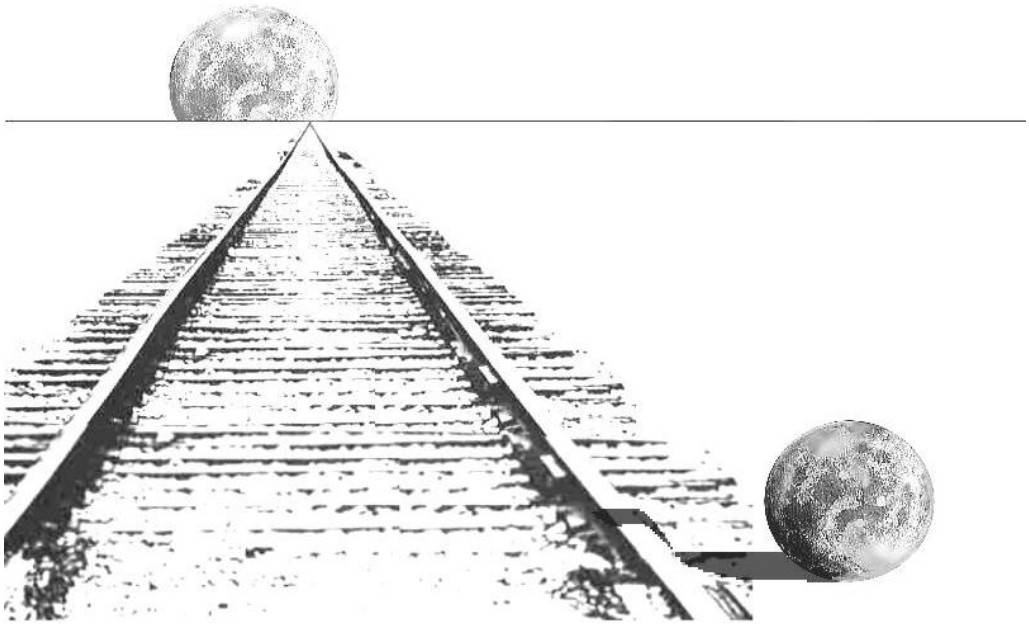


Obr. 4

4. **Jistě jste si všimli, že se nám jeví Měsíc při obzoru mnohem větší, než uprostřed noci, kdy je vysoko na obloze. Čím je to způsobeno?**

ŘEŠENÍ:

Zdánlivé zvětšení objektů na obloze je vyvoláno jejich srovnáním s objekty na povrchu Země, jde tedy o psychologickou záležitost. Tělesa na obloze totiž u obzoru podvědomě srovnáváme s objekty na povrchu Země *obr. 5* (s budovami, stromy apod.), což nemůžeme udělat, jsou-li Slunce či Měsíc v zenitu[7].



Obr. 5

Na zvětšování Měsíce a Slunce se podílí i zvláštní vnímání oblohy nad námi. Tu totiž nechápeme jako polokouli, nýbrž jako zploštělou klenbu. Matematická analýza například ukazuje, že vzdálenost Měsíce u obzoru je pro pozorovatele přibližně 380 000 km, zatímco v zenitu se důsledkem vnímání zploštělé klenby jeho vzdálenost „zmenší“ právě z původních 380 000 km o poloměr Země[8], tedy (380 000 – 6 380) km = 373 620 km. Úhlové rozměry Měsíce tak jsou větší v zenitu, pouze však o 1,7 %. Uvedené výpočty odpovídají situaci v průběhu jednoho dne.

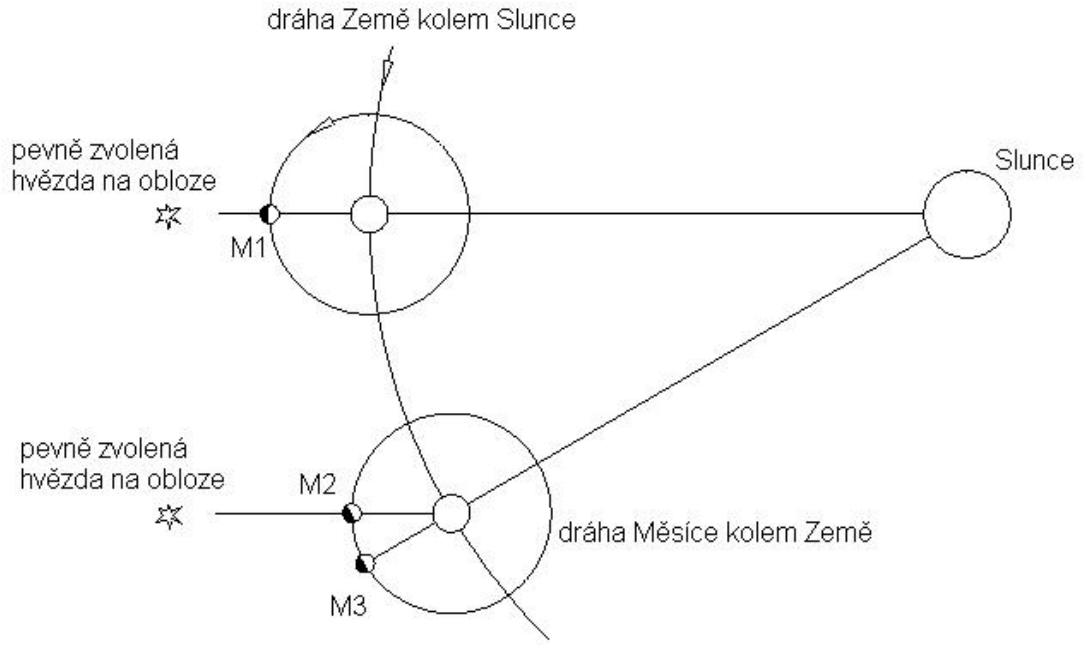
[7] **Zenit** neboli **nadhlavník** označuje bod, který je přímo nad námi.
[8] Poloměr Země značíme $\mathbf{R_Z}$ a jeho velikost je asi **6380 km**.

5. **Petr chce dostávat kapesné začátkem každého synodického měsíce, Honza začátkem každého siderického měsíce. Který z nich bude mít kapesné dříve?**

ŘEŠENÍ:

Synodický měsíc - jde o dobu, během níž se vystřídají všechny fáze Měsíce. Jde o dobu oběhu Měsíce kolem Země vzhledem k Slunci. Určujeme ji jako interval mezi dvěma úplňky, trvá ***29 d 12 h 44 m 2,97 s***, tedy ***29,53059 dne***. Na *obr. 6* doba mezi polohou Měsíce M_1 a M_3.

Siderický měsíc - jde o dobu oběhu Měsíce kolem Země vzhledem ke hvězdám. Je kratší než synodický a trvá ***27 d 7 h 43 m 11,5 s***, tedy ***27,32167 dne***. Siderický měsíc je tedy kratší než měsíc synodický. Na *obr. 6* doba mezi polohou Měsíce M_1 a M_2.



Obr. 6

6. **Měsíc se od Země vzdaluje každý rok o 3,82 cm. Jak můžeme určit rychlost s takovou přesností?**

ŘEŠENÍ:

21. července 1969 umístil Neil Armstrong[9] v Moři klidu[10] první tzv. odražeč laserových[11] paprsků *obr. 7*. Od něj se odráží laserové paprsky vysílané ze Země a vzdálenost Měsíce R_{ZM} je určována měřením času ze vztahu pro dráhu rovnoměrně přímočarého pohybu $R_{ZM} = \frac{1}{2}c.t$ .Tato metoda je natolik přesná, že vzdálenost Měsíce lze stanovit s přesností několika milimetrů a na jejím základě pak určit nesmírně malou rychlost jeho vzdalování, uvedenou v zadání úlohy.

Obr. 7

[9]První člověk, který 21. července 1969 vstoupil na povrch Měsíce.
[10]Podle všech dosavadních poznatků na Měsíci nikdy voda nebyla. Označením moře tedy rozumíme oblast s tmavším povrchem, než okolí (souvisí s jiným materiálem tvořícím povrch jednotlivých oblastí).
[11] **Laser** = zjednodušeně se dá říci, že se jedná o intenzivní úzce směrovaný svazek světla s velikou energií, který se nikde v přírodě nevyskytuje. První laser byl sestrojen v USA roku 1960.

7. **I v chladných dnech cítíme při nastavení tváře ke Slunci příjemné teplo. Zkusíme-li v stejný postup v nočních hodinách při úplňku Měsíce, žádné teplo necítíme. Proč tomu tak je?**

ŘEŠENÍ:

Slunce je zdrojem elektromagnetického záření, které při dopadu na naši pokožku způsobí zvýšení její vnitřní energie a tím i zvýšení její teploty. Měsíc září pouze odraženým světlem, které má oproti slunečnímu světlu energii malou a naši pokožku tak nemůže dostatečně ohřát.

8. **Snímky planety Země** *obr. 8* **jsou z povrchu Měsíce nádherně ostré, nezkreslené atmosférickými jevy. Proč vlastně Měsíc nemá atmosféru?**

ŘEŠENÍ:

Atmosféru tvoří ohromné množství velmi malých částic (molekul, iontů, atomů, elementárních částic), které k tělesům váže gravitační síla. Hmotnost Měsíce je však příliš malá na to, aby udržela gravitační silou částice atmosféry, a proto žádnou atmosféru nemá.

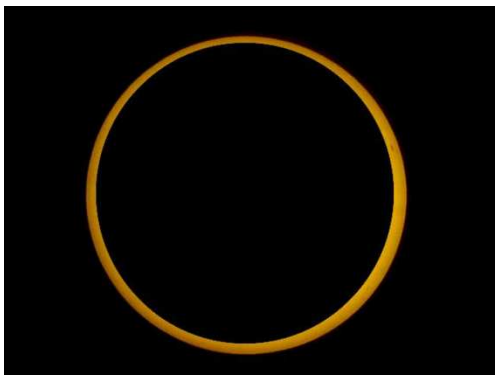
Obr. 8

9. **Objasněte příčinu zatmění Slunce a Měsíce.**

ŘEŠENÍ:

Zatmění Slunce vznikají při dopadu stínu vrženého Měsícem na Zemi. Pro pozorovatele na zemském povrchu je sluneční kotouč zakryt měsíčním diskem buď z části[12] *obr. 9*, nebo úplně[13] *obr. 10*. Tento jev vzniká díky přibližně stejné úhlové velikosti Slunce a Měsíce (*viz Úloha 3*) a to i pře to, že průměr Měsíce je zhruba 400krát menší než průměr Slunce. Může za to fakt, že Měsíc je k Zemi asi 400krát blížeji. Vzhledem k tomu, že se Měsíc okolo Země pohybuje po eliptické trajektorii[14], mění se nepatrně i jeho úhlová velikost. Shoda okolností v uspořádání drah Měsíce a Země potom může vést i k tzv. *prstencovitému zatmění Slunce obr. 11*,

Obr. 9

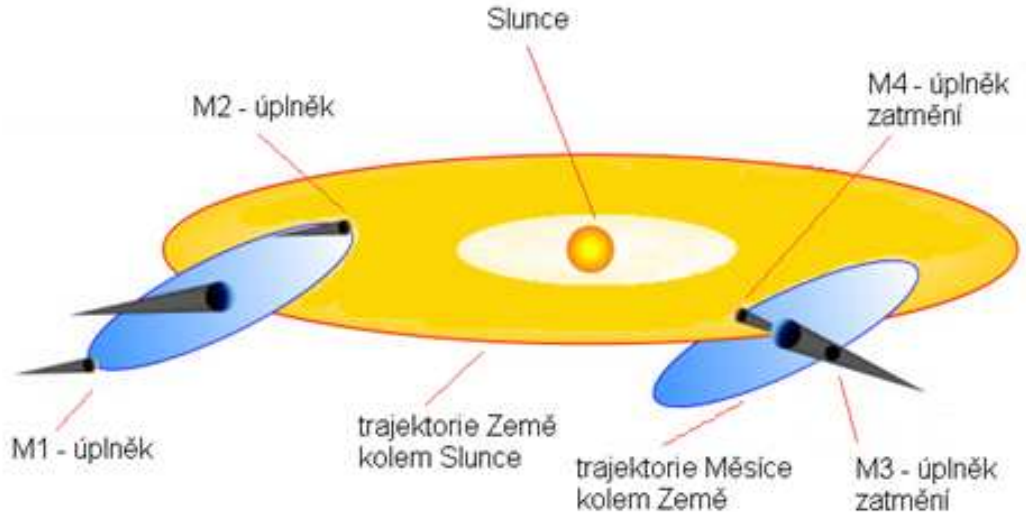


Obr. 11

Obr. 10

[12] Takové **zatmění** nazýváme **částečné**.
[13] Tehdy hovoříme o **úplném zatmění**.
[14] Ve skutečnosti se pohybuje po trajektorii zvané ***elipsa***. Na tuto skutečnost poprvé upozornil německý fyzika a astronom Johannes Kepler (1571 – 1630).

Zatmění Měsíce vzniká tehdy, jestliže se Měsíc v úplňku dostane do zemského stínu. Zatmění lze pak pozorovat z celé zemské polokoule přivrácené k Měsíci. Ne při každém úplňku však dochází k jeho zatmění. Trajektorii, po které Měsíc obíhá kolem Země, znázorňuje *obr. 12*. Jak je z obrázku patrné, trajektorie Měsíce neleží v rovině, ve které leží trajektorie Země obíhající kolem Slunce, ale svírá s ní určitý úhel[15]. To je příčinou omezeného počtu zatmění při měsíčním úplňku.



Obr. 12

[15] Trajektorie Měsíce a Země se v důsledku toho protínají ve dvou bodech, které se nazýváme ***uzly***.

10. **To že má Země kulový tvar již dnes ví snad každý. Dokázali byste však uvést nějaký astronomický jev, který by toto tvrzení potvrdil?**

ŘEŠENÍ:

Za jeden z důkazů kulatosti Země můžeme považovat např. tvar jejího stínu na povrchu Měsíce *obr. 13*, který můžeme pozorovat při jeho zatmění. Kdyby byl totiž tvar Země jiný, ukázal by nám to na Měsíci její stín.

Obr. 13

11. **Co způsobuje na Zemi střídání ročních období?**

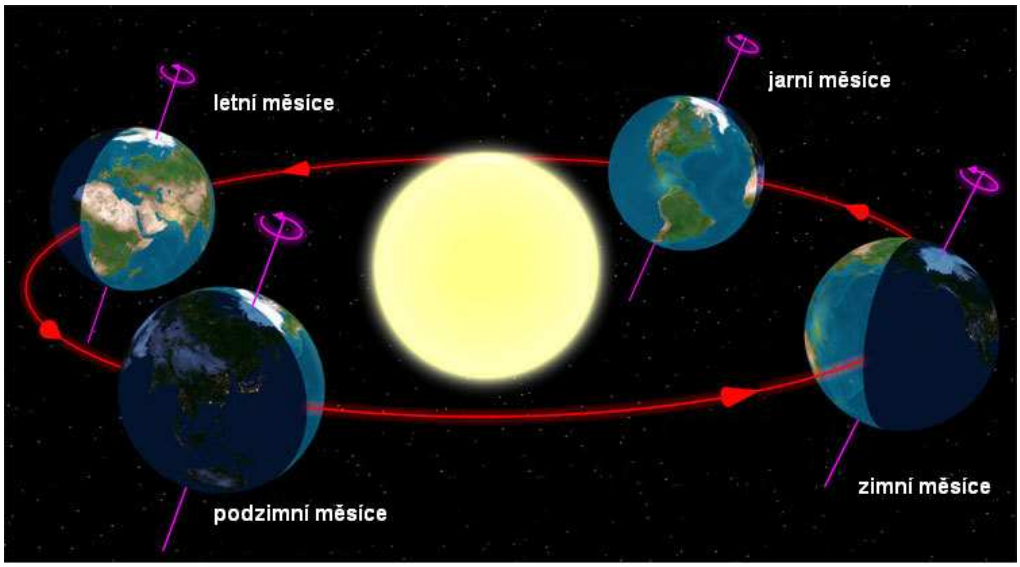
ŘEŠENÍ:

Odpověď na tuto otázku není tak samozřejmá, jak by se na první pohled mohlo zdát. Obecně sice platí, že čím blíže jste zdroji tepla, tím více se zahřejete. Ano i Země je při svém obíhání kolem Slunce v různých vzdálenostech, neboť se pohybuje po trajektorii, jejíž tvar charakterizuje křivka zvaná elipsa[16]. V důsledku změn vzdálenosti od Slunce[17] se však teploty na Zemi změní max. o 4 až 5 °C.

[16] Elipsa je uzavřená křivka v rovině, jejíž všechny body mají stejný součet vzdáleností od dvou pevně zvolených bodů, které nazýváme **ohniska**.

[17] Nejblíže je Země Slunci v místě zvaném ***perihélium (přísluní) - 147,1miliónů km***, nejdále potom v místě zvaném ***afélium (odsluní) - 152,1 miliónů km***.

Z vlastních zkušeností ovšem víme, že velikosti změn teplot v jednotlivých ročních obdobích jsou výrazně vyšší. Klíčovou roli zde tedy hraje jiná skutečnost a tou je sklon zemské osy. Ta není na rovinu, ve které Země obíhá kolem Slunce, kolmá, ale svírá s ní úhel 23,5° *obr. 14*. Z pokusů vyplývá, že tepelné účinky světla jsou tím větší, čím více se úhel dopadu světelného paprsku blíží k hodnotě 90°. Takové podmínky pro dopad slunečních paprsků splňuje na severní polokouli právě období letních měsíců.



Obr. 14

12. **Existují důkazy srážky Země s nějakými kosmickými tělesy, a pokud ano, je naše planeta i nadále v ohrožení?**

ŘEŠENÍ:

Planeta Země, stejně jako všechny planety sluneční soustavy, jsou velice rychle se pohybující terče. Země obíhá kolem Slunce úctyhodnou rychlostí 30 $\frac{km}{s}$. Při srážce se uvolňuje obrovské množství energie, jejíž účinky musí být někde patrné. Takovými památkami na střet s cizími tělesy jsou hlavně krátery, kterými byla Země dříve poseta, avšak působením geologických procesů se nám dochovaly zejména ty největší nebo z časového hlediska jen ty nejmladší. Jsou jimi například Barringerův meteorický kráter v Arizoně *obr. 15*, kráter New Quebec *obr. 16*, kráter Manicouagan v Kanadě *obr. 17*

nebo kráter Lonar v Indii *obr. 18*. Dodnes bylo takových památek na srážku zaznamenáno více než 170. Stáří nalezených kráterů leží na široké časové škále od několika tisíc až po stovky miliónů let. Je tedy zřejmé, že toto nebezpečí hrozí stále a vědecké týmy z celého světa se snaží nalézt způsob, jak takovým událostem předejít.

Obr. 15

Obr. 16

Obr. 17

Obr. 18

13. **Po přečtení dlouhodobých záznamů můžeme zjistit, že na severní polokouli trvá léto 93,6 dne, zatímco zima jen 89,0 dne. Co způsobuje tento rozdíl?**

ŘEŠENÍ:

Jestliže by se tělesa sluneční soustavy pohybovala kolem Slunce po kružnicových trajektoriích, na léto i na zimu by musel připadat stejný podíl dní, po které by toto období trvalo. Avšak připustíme – li, že trajektorie Země není přesnou kružnicí, ale má tvar elipsy (*viz. Úloha 11*), dojdeme k závěru, že je to možné. Země je v období zimy Slunci nejblíže, což způsobuje[18], že se její rychlost oběhu zvětší a zkrátí tak její období trvání o několik dní. V letních měsících je tomu přesně naopak, rychlost oběhu se zmenší a doba trvání tohoto období se prodlouží.

14. **V každé předpovědi počasí se setkáme se stavem tzv. ozónové vrstvy v atmosféře. Co je tím myšleno a k čemu je taková ozónová vrstva dobrá?**

ŘEŠENÍ:

Ikdyž stojí sluneční záření za vznikem života na naší planetě, může mít i negativní účinky. Všechny biologické tkáně reagují především na jeho ultrafialovou oblast[19], která stojí například za opálením kůže, avšak v konečném důsledku může vést k mnoha rakovinovým onemocněním. V průběhu let si planeta Země vybudovala v atmosféře ve výšce mezi (25 – 35) km vrstvu plynu, který měl schopnost toto záření pohlcovat. Jedná se o ozón O_3, tříatomovou molekulu kyslíku. To vedlo k tomu, že se mohl život na Zemi velice rychle vyvíjet. Působení lidské činnosti však dochází na některých místech ke ztenčení nebo dokonce k naprostému zániku této vrstvy[20]. Proto je důležité neustále stav ozónu v atmosféře monitorovat a snažit se, aby k jeho úbytku nedocházelo.

[18] Zvětšení velikosti oběhové rychlosti Země způsobuje gravitační síla, která působí mezi Sluncem a Zemí. Její velikost totiž s klesající vzdáleností roste.
[19] **Ultrafialové záření** – zkráceně ***UV*** – je záření s vlnovou délkou v rozmezí asi ***10 nm – 400 nm***.
[20] Takovému místu říkáme ***ozónová díra***.

15. **Při pozorování planety Venuše ze Země, neuvidíme žádný detail na jejím povrchu. Je to způsobeno hustou atmosférou plnou skleníkových plynů. Co to jsou skleníkové plyny a jak vzniklo jejich pojmenování?**

ŘEŠENÍ:

Mezi tzv. skleníkové plyny patří vodní páry (H_2O), oxid uhličitý (CO_2), metan (CH_4), oxid dusný (N_2O) a ozón (O_3). Hlavní vlastností těchto plynů je skutečnost, že pohlcují infračerveného záření, které vzniká v důsledku zahřívání zemského povrchu[21]. Vyzářená energie zůstává v atmosféře, což vede k postupnému zvýšení teploty celé planety. Podobného jevu se využívá při pěstování rostlin ve sklenících, kde však nedochází k zadržování infračerveného záření, ale skleněná výplň nebo igelitová folie rozprostřená po celé konstrukci skleníku zabraňuje úniku stoupavého teplého vzduchu[22] do okolí a následnému ochlazení uvnitř skleníku.

16. **Kdo by se netěšil na teplé letní dny a nádherně modrou oblohu. Proč má však obloha zrovna tuto barvu?**

ŘEŠENÍ:

To, že se dá bíle světlo rozložit pomocí skleněného hranolu na spektrum barev je nám známo. Podobně se chová i atmosféra Země, která však není tvořena pravidelným uspořádáním molekul vzduchu, ale na kratičké okamžiky v ní existují větší či menší molekulové shluky. Bíle světlo se v ní rozloží na jednotlivé barvy a díky velikostem výše zmíněných shluků, dochází k rozptylu jednotlivých barev. Nejvíce se na těchto seskupeních rozptyluje modrá barva, proto se nám obloha za jasných podmínek jeví jako krásně modré.

---

[21] Všechna tělesa zahřátá nad -273,15 °C (tzv. ***absolutní nula***) vyzařují infračervené záření.
[22] Samovolnému stoupání teplejší látky skrze chladnější látku se říká ***konvekce***.

17. **Pokud si prohlédneme snímky jednotlivých planet, každá z nich se vyznačuje svou typickou barvou. Co je rozhodující pro tuto barvu?**

ŘEŠENÍ:

Pro planety Merkur *obr. 19*, Země *obr. 20* a Mars *obr. 21* je rozhodujícím faktorem tohoto zabarvení vlastní povrch, i když u posledně dvou zmiňovaných hraje svoji roli i atmosféra. I Merkur má vlastní atmosféru, ta je ovšem v porovnání s atmosférami ostatních planet nepatrná.

Obr. 19

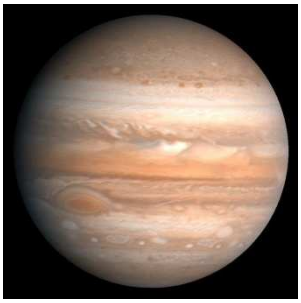
Obr. 21

Obr. 20

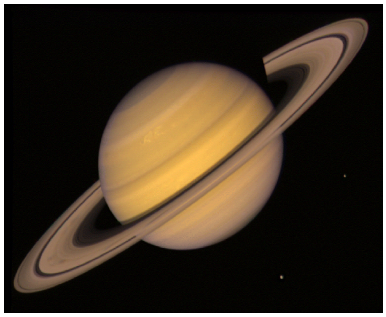
Pro ostatní planety Venuši *obr. 22*, Jupiter *obr. 23*, Saturn *obr. 24*, Uran *obr. 25* a Neptun *obr. 26* je rozhodujícím faktorem složení jejich atmosféry. I když Venuše nepatří do této skupiny tzv. plynných obrů, její povrch není možno ve viditelném světle pozorovat žádným dalekohledem, neboť je zahalen hustou atmosférou převážně složenou ze skleníkových plynů.

Obr. 22

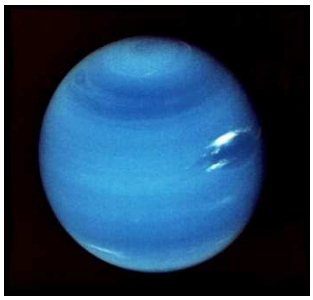
Obr. 23



Obr. 24



Obr. 25

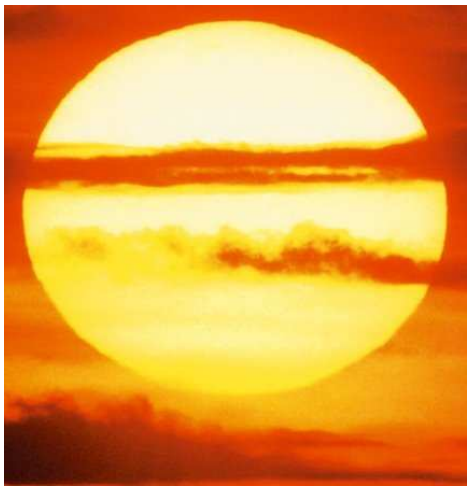


Obr. 26

18. **Jaký způsobem vyzařují hvězdy, planety a jejich měsíce?**

ŘEŠENÍ:

Opravdovými zdroji světla jsou pouze hvězdy. Jsou to plynná tělesa kulovitého tvaru s tak velkou hmotností, že vlivem gravitace panuje v jejich nitru obrovský tlak a teplota. V důsledku toho dochází ke slučování jader atomů – tzv. jaderné syntéze, při které se uvolňuje obrovské množství energie. Ta se pak ve formě záření dále šíří kosmickým prostorem na ostatní tělesa, kterými je v závislosti na povrchu buď pohlceno, nebo odraženo zpět do vesmíru. Sledujeme – li tedy planety nebo jejich měsíce, nejedná se o jejich vlastní světlo, ale pouze o světlo odražené. V naší sluneční soustavě je jediným takovým zdrojem Slunce *obr. 27*, i když nepatrné množství vlastního světla bylo objeveno i v záření planety Jupiter[23].



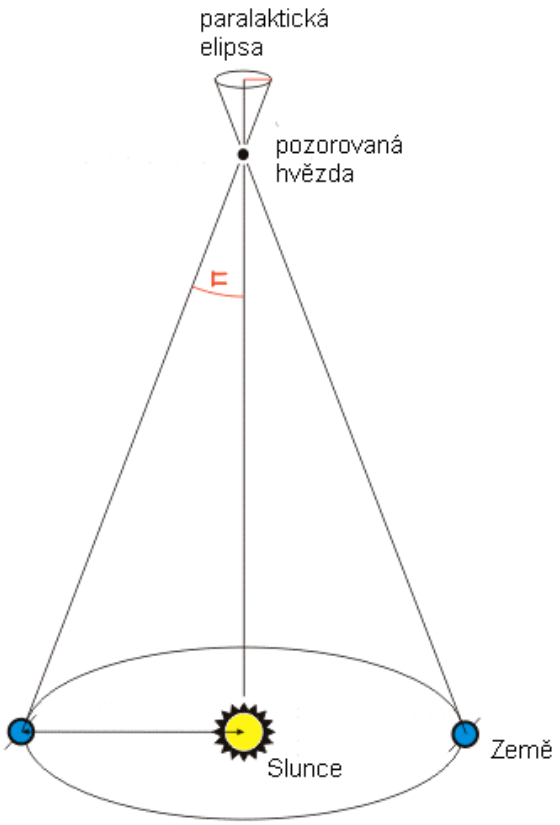
Obr. 27

[23] **Jupiter** je druhé nejhmotnější těleso sluneční soustavy. Jeho hmotnost však nedosahuje hmotnosti hvězd, proto v jeho nitru nemůže docházet jaderným syntézám. Opravdová povaha vlastního záření je doposud tématem mnoha vědeckých diskuzí.

19. **O tom, že Země obíhá kolem Slunce, se v minulosti vedly opravdu vášnivé debaty. Ti co s tímto názorem souhlasili, byli označováni jako příznivci tzv. heliocentrického systému, jejich oponenti pak příznivci tzv. geocentrického systému. Jak bychom mohli dokázat, že tomu tak opravdu je?**

ŘEŠENÍ:

Kromě střídání ročních období jsou názorným důkazem oběhu Země kolem Slunce i roční paralaktického posunutí poloh hvězd. Na *obr. 28* můžeme vidět, jak takové posunutí vzniká. Polohu blízkých hvězdy promítáme na pozadí hvězd vzdálenějších. Při obíhání Země kolem Slunce zdánlivě opíší tyto hvězdy na pozadí malou elipsu[24] (*viz. Úloha 11*). K tomuto jevu by nemohlo dojít, pokud by Země byla středem sluneční soustavy, jak tvrdili právě zastánci geocentrického systému.



Obr. 28

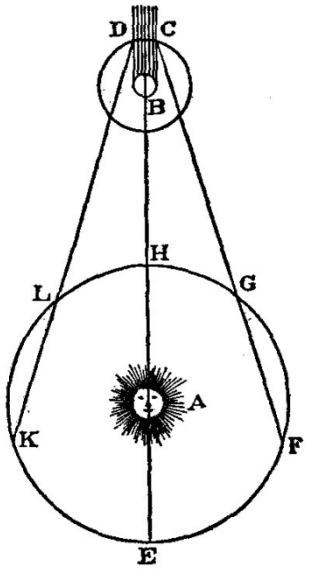
[24] Tato elipsa se nazývá ***paralaktická***.

20. **Údaje k určení přibližné velikosti rychlosti světla jako první na světě získal roku 1676 Ole Christensen Rømer[25] pozorováním jupiterova měsíce Io. Dokážete vyložit, jakým způsobem mohl takto potřebné údaje získat?**

ŘEŠENÍ:

Rømer *obr. 29* využil skutečnosti, že stejně jako Měsíc, který obíhá kolem Země v pravidelných intervalech, tak i měsíc Jupitera Io potřebuje ke svému oběhu určitý čas, který se dá pozorováním změřit. Takto zaznamenal, že když byl Jupiter Zemi nejblíže, byla doba oběhu měsíce Io kolem Jupiteru asi 42,5 h. Při dalších měřeních, kdy vzdálenost mezi Zemí a Jupiterem rostla, pozoroval nárůst této doby *obr. 30*. Stejně jako se v podstatě nemění oběžná doba Měsíce kolem Země[26], tak i Io obíhá kolem Jupitera stále stejně. Jediným vysvětlením tedy bylo, že světlo odražené od tohoto měsíce letí určitou konečnou rychlostí a delší dráhu urazí za delší čas. Na základě těchto pozorování Rømer dokázal, že rychlost světla musí být konečná. Z jeho údajů byla později stanovena i její přibližná velikost[27] na c = 220 000 $\frac{km}{s}$. Celá úvaha je ve skutečnosti složitější, neboť jsme nebrali v úvahu např. pohyb Země.

Obr. 29



Obr. 30

---

[25] **Ole Christensen Rømer** (1644 – 1710) – dánský matematik a astronom

[26] Ve skutečnosti se oběžná doba i vzdálenost Měsíce od Země v průběhu let mění, avšak obě hodnoty jsou natolik malé, že se jejich vliv výrazně projeví až v průběhu stovek milionů let.

[27] **Rømerova metoda** stanovuje rychlost světla jen řádově. Přesně byla velikost rychlosti světla změřena až ve 20. století a dnešní přesná hodnota činí 299 792 $\frac{km}{s}$.

21. **Při pozorování kosmických objektů vlastně neustále hledíme do více či méně vzdálené minulosti. Zdůvodněte příčinu tohoto tvrzení?**

ŘEŠENÍ:

V roce 1676 Ole Christensen Rømer dokázal, že rychlost světla není nekonečná. To znamená, že světlo kosmických objektů, ať už vlastní nebo odražené, musí při své cestě do našeho oka urazit určitou vzdálenost. Čím větší je tato vzdálenost, tím delší čas světlo potřebuje. Tak vzniká mezi jeho vysláním a příjmem časová prodleva. Díky hodnotě rychlosti světla (viz. *Úloha 20*) je však pro nás tato prodleva bez přesných měřících přístrojů v pozemských měřítcích nepozorovatelná. Naopak zcela jasně se projevila např. při uskutečnění projektu Apollo, když v roce 1969 američtí kosmonauti přistáli na Měsíci. I přes to, že na otázky řídícího centra v Houstonu bezprostředně reagovali, jejich odpovědi dorazili k pozemnímu personálu řídícího centra až po zhruba 3s. Můžeme tedy bez nadsázky tvrdit, že pozorování vzdáleného vesmíru nám otevírá „okno do minulosti“, jak ilustruje průběh vývoje vesmíru od tzv. velkého třesku[28] až po současnost na *obr. 31*.

Obr. 31

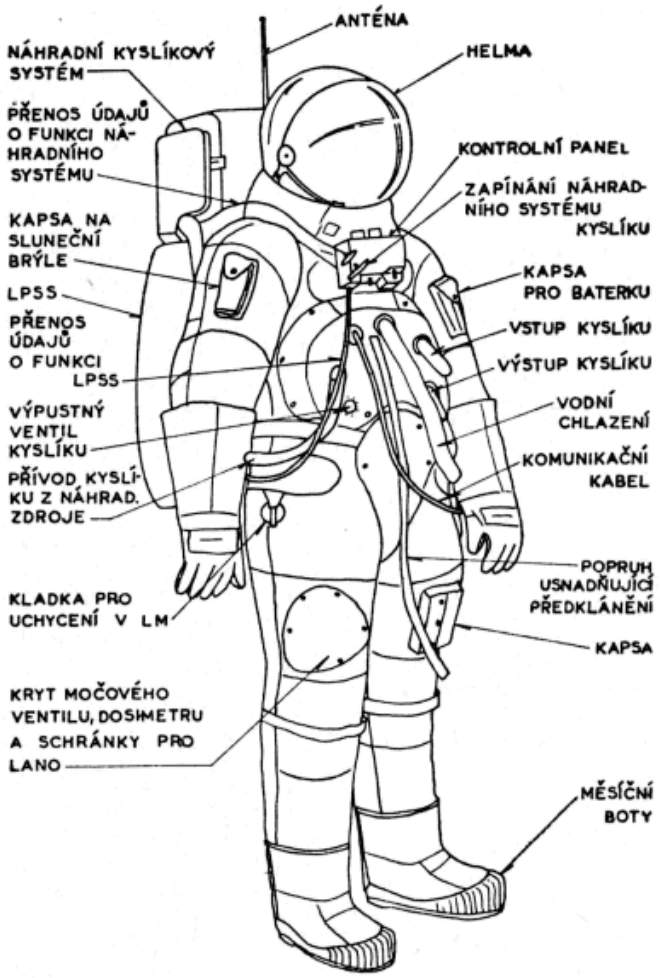
[28] **Velký třesk** – angl. Big Bang – jedna z možných teorií vzniku vesmíru, která tvrdí, že na počátku byla veškerá hmota a prostor soustředěny v jednom bodě. Ten poté explodoval a vznikl tak samotný vesmír.

22. **Při poruše komunikačního zařízení mezi kosmonauty lze užít pro rozhovor pouze neverbální techniku komunikace. Proč je zbytečné, aby na sebe přes ochranné sklo své přilby křičeli?**

ŘEŠENÍ:

Komunikaci mezi jednotlivými členy kosmické výpravy zprostředkovává anténa na jejich skafandrech, která vysílá elektromagnetické vlny. Ty vznikají převodem slov kosmonauta – akustické vlny – za pomoci dalších částí komunikačního zařízení na elektromagnetické vlny. Zatímco akustické vlnění patří do skupiny mechanických vlnění, které ke svému přenosu potřebují látkové prostředí jako např. vzduch, vodu nebo pevnou látku, elektromagnetické vlnění se šíří prostorem bez této potřeby. Jelikož na Měsíci není atmosféra (viz. *Úloha 8*), nemohou se akustické vlny prostorem mezi kosmonauty šířit, proto je neverbální komunikace jedinou možností. Na *obr. 32* je popis jednotlivých částí skafandru použitý členy posádky mise Apollo pro přistání a pohyb na Měsíci.

Obr. 32



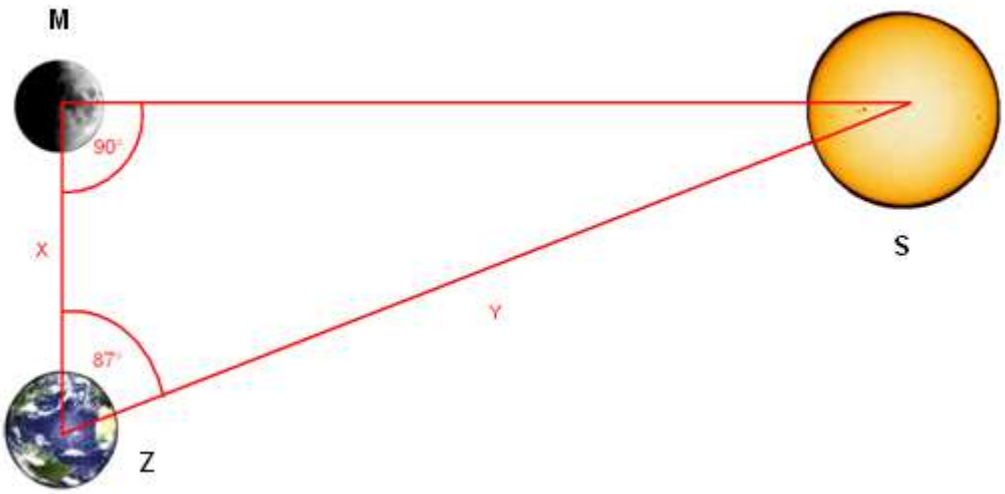
23. **Přibližně roku 265 př. n. l. sepsal známý učenec Aristarchos ze Samu[29] svůj spis s názvem *O velikostech a vzdálenostech Slunce a Měsíce*. Z pozorování Měsíce určil, že Slunce je asi 19krát vzdálenější a 19krát větší než Měsíc samotný. Zkuste přijít na to, jak mohla jeho metoda vypadat.**

ŘEŠENÍ:

Ke svým výsledkům došel Aristarchos pozorováním Měsíce v jeho první čtvrti. tzv. dichotomii. V tomto postavení tvoří Slunce (S), Země (Z) a Měsíc (M) pravoúhlý trojúhelník, jak je patrné na *obr. 33*. Proměřením úhlu MZS stanovil jeho hodnotu[30] na 87° . Na základě tohoto údaje již nebylo obtížné stanovit výše zmíněný poměr vzdáleností, neboť v pravoúhlém trojúhelníku platí:

$$\boxed{1 / \cos 87° = y / x}$$

K poměru velikostí dospěl Aristarchos z úvahy, že úhlová velikost Měsíce i Slunce na obloze je přibližně stejná, tudíž aby Slunce mohlo mít tuto velikost, musí být y / x – krát větší.



Obr. 33

---

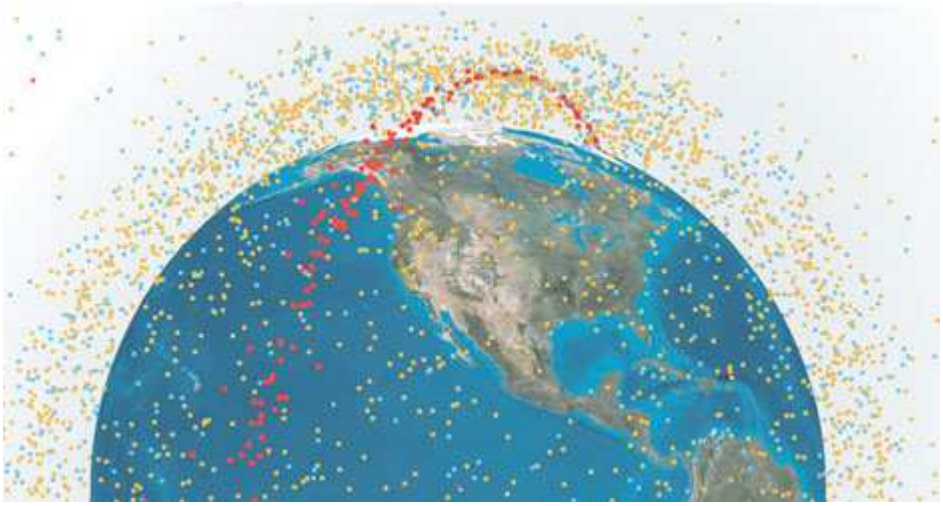
[29] **Aristarchos ze Samu** (asi 320 – 250 př. n. l.) byl řecký matematik a astronom, tvůrce heliocentrické myšlenky ve sluneční soustavě.

[30] Výsledná hodnota byla zatížena mnoha chybami, vyplývající jednak z konstrukce užitých měřicích přístrojů, nesnadného sledování Slunce pouhým okem a také obtížností stanovení přesného času, kdy se Měsíc dostal do své 1. čtvrti. Skutečná hodnota je 89°51´.

24. **I přes to, jak rychle se rozvíjejí nové technologie a zvyšuje se důraz na bezpečnost kosmických letů, může být v budoucnu cestování do vesmíru obtížnější a hlavně nebezpečnější, než je tomu nyní. Dokážete toto tvrzení zdůvodnit?**

ŘEŠENÍ:

Od časů prvních letů umělých družic, se nahromadilo kolem naší planety obrovské množství odpadu *obr. 34*. Jedná se především o odhozené části raket, vysloužilé mrtvé satelity, nářadí, které kosmonautům vyklouzlo při různých opravách a montážích, nebo dokonce odpad z vesmírných toalet. Všechna tato tělesa krouží na různých oběžných drahách a svojí vysokou rychlostí ohrožují vše, co se jim připlete do cesty. Obrovské riziko přitom představují již tělesa, jejichž velikost přesahuje 10 cm. Takových je podle radarových snímků z roku 2006 kolem planety již více než 11000. Odborníci různých států vypracovávají metody, jak zabránit dalšímu zvyšování hustoty kosmického smetí v blízkosti Země. Lze toho dosáhnout například omezením počtu startů raket, využíváním mnohonásobně použitelných dopravních prostředků, vypouštěním družic na méně "znečištěné" dráhy nebo naváděním nefunkčních družic do zemské atmosféry, kde shoří.



Obr. 34

25. **Planety sluneční soustavy se někdy rozdělují na terestrické, což je odborné označení pro Zemi podobné planety, a plynné obry. Jaké jsou jejich charakteristické rysy a v čem se tyto dvě skupiny liší?**

ŘEŠENÍ:

Charakteristické rysy terestrických planet

Zejména je to téměř stejné složení: železo, kyslík, křemík, hořčík a uhlík s různě bohatou příměsí dalších těžkých prvků. Také mají větší hustotu a menší rozměr, než zbytek planet tvořící sluneční soustavu. Obíhají v její vnitřní části, což je zhruba interval vzdáleností mezi (0,3 – 1,6) AU[31], a na rozdíl od velkých plynných obrů nemají prstence ani početné soustavy měsíců.

Charakteristické rysy plynných obrů

Všichni mají atmosféru složenou převážně z vodíku a helia, které za obrovských tlaků uvnitř planety přecházejí do kapalného stavu, takže mezi vlastním tělesem planety a její atmosférou není žádná zřetelná hranice. Vnitřek planety je velmi horký, jádro Neptunu má teplotu kolem 4500 °C, jádro Jupiteru pak dokonce přes 19500 °C. Všechny čtyři planety se otáčejí poměrně rychle[32], což ovlivňuje proudění v jejich atmosférách, takže větry vytvářejí pásovitou strukturu oblačnosti, což je obzvláště dobře patrné na Jupiteru již dalekohledem s malým zvětšením.

Příčina rozdílných vlastností

Všechny planety se zformovaly z tzv. protostelárního mračna[33]. Rodící se Slunce před 4,5 miliardami let obklopoval disk materiálu, který byl pomalu naší hvězdou zahříván. Mikroskopické částice prachu a molekuly plynu do sebe vzájemně narážely, až se nakonec vytvořila tělesa velikosti planetek[34], které se nazývají planetisimály. Z jejich dalších srážek, které neskončily rozmetáním celého útvaru, se vytvořila tělesa větší a nakonec planety. Sluneční vítr[35] potom vedl k „vyčištění“ sluneční soustavy od zbylého

---

[31] **AU** (Astronomical Unit) - astronomická jednotka, která odpovídá průměrné vzdálenosti Země od Slunce **1AU = 149,6 mil km**

[32] Doba, za kterou se jednotlivé planety otočí kolem své osy: Jupiter (***9h 55min***), Saturn (***10h 32min***), Neptun (***16h 6min***) a Uran (***17h 14min***).

[33] **Protostelární mračno** je mlhovina, v níž se začínají rodit hvězdy nebo hvězda a její systém.

[34] Planetky jsou tělesa o velikosti max. několika stovek km, které se pohybují po samostatné trajektorii kolem Slunce.

[35] **Sluneční vítr** je označení pro proudy nabitých částic, vyvrhovaných ze Slunce.

prachu a plynů. Vnitřní planety se tak zformovaly především z těžších prvků jako je železo a křemík. Zatímco v této oblasti byl patrný nedostatek plynů, jako je kyslík, čpavek, metan nebo vodík a helium, ve vzdálenějších částech sluneční soustavy byl podíl těchto plynů a dalších lehkých prvků velice výrazný. Obří planety tak vznikaly za mnohem chladnějších podmínek, což zejména u prvních dvou (Jupiter a Saturn) vedlo ke kumulaci ohromného množství materiálu, že svojí gravitací dokázaly navázat i značné množství vodíku a helia. Uran a Neptun již takové podmínky neměly, takže velikosti obou zmiňovaných nedosahují.

26. **Již v roce 1968 popsal Arthur C. Clark v povídce Vesmírná Odysea 2001 možnosti osidlování planet a způsob cestování vesmírem. Avšak ani 40 let po vydání této publikace se žádné kolonizování nekoná. Kde je tedy problém?**

ŘEŠENÍ:

Před vypuštěním kosmonautů na takto náročnou výpravu musí vědci vyřešit spoustu problémů, které s touto akcí souvisí. Největším z nich zůstávají ohromné vzdálenosti, které nás od okolních planet oddělují. Ty jsou v porovnání s pozemskými rozměry naprosto nepředstavitelné. Například planeta Mars je od nás vzdálena v průměru 0,5 AU, což odpovídá vzdálenosti asi 75 mil km. Urazit takovou dráhu by znamenalo obejít asi 1875krát Zemi po jejím rovníku. Avšak již planeta Jupiter je ve vzdálenosti 8krát větší, což činí v přepočtu asi 15 000 zemských obvodů. Pokud bychom se tuto vzdálenost rozhodli překonat v běžném dopravním letadle, pohybující se rychlostí 800 $\frac{km}{h}$, trvala by nám cesta celých 80 let. Ihned tu máme další problém, kde vzít palivo na tak dlouhou cestu, kde uchovávat a pěstovat jídlo, jaký vymyslet program pro kosmonauty, kteří se budou mise účastnit a kteří by de facto v kosmické lodi dožili svůj život, jak zabránit nežádoucím účinkům nulové gravitace na lidský organismus aj. Tato všechny kritéria musí být zohledněna a proto je nemyslitelné, aby se kolonizování vesmíru mohlo uskutečnit bez jejich řádného zhodnocení.

27. **Koho by nenadchly záběry kosmonautů, kteří v beztížném stavu provádí nespočet veselých kousků. Byli jste i vy někdy ve stavu bez tíže?**

ŘEŠENÍ:

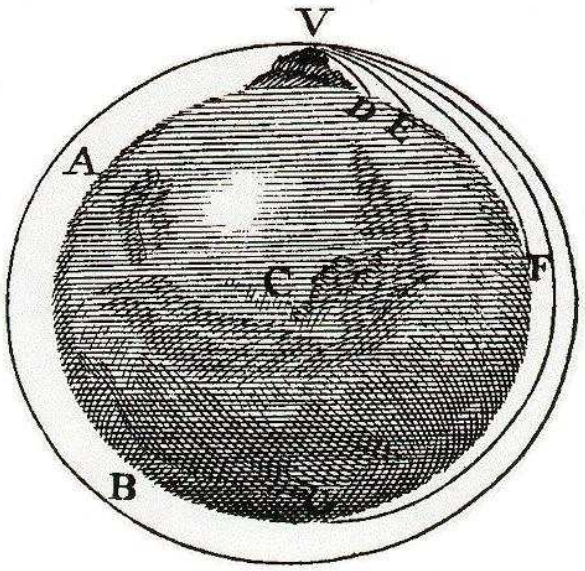
I přes počáteční odmítnutí takové možnosti si musíme celou situaci promyslet trochu důkladněji. Beztížný stav vlastně znamená, že si neuvědomujeme svoji tíhu, neboli že nelze pozorovat žádné její účinky. Za běžných podmínek můžeme existenci naší tíhy pozorovat třeba na váze, nebo na měkké matraci, která se pod námi prohne. Ale představte si situaci, kdy padáte *obr. 35* ze střechy garáže, která je ve výšce 1,5 m nad zemí, do připravených papírových krabic stejně, jak to dělají kaskadéři. Při vlastním letu neexistuje možnost, jak detekovat svoji tíhu. Žádný takový účinek se vám ani nemůže podařit pozorovat, protože se právě nacházíte v beztížném stavu, který je sice z časového hlediska zanedbatelný, ale je opravdu skutečný.

Obr. 35

28. **Při pohledu na noční oblohu již asi nikoho nepřekvapí, že se po ní pohybuje svítící Měsíc. Co jej však drží na jeho dráze a jak to, že vlivem gravitačního pole Země nespadne na její povrch?**

ŘEŠENÍ:

Měsíc, stejně jako všechna hmotná tělesa jsou přitahována zemskou gravitací. Avšak již v roce 1686 objasnil Isaac Newton[36] ve svém díle *Principia* způsob, jakým bychom mohli toto gravitační působení překonat. Sledováním trajektorie dělové koule zjistil, že čím větší rychlost kouli dodáme, tím dále od místa výstřelu dopadne. Tak došel k závěru, že musí existovat taková rychlost[37], při které by již těleso nedopadlo na zemský povrch, ale v určité výšce by nad ním kroužilo stálou rychlostí *obr. 36*. Z výpočtů plyne, že je tato rychlost při povrchu Země rovna přibližně 7,9 $\frac{km}{s}$. Podobným způsobem na Zemi neustále „padá“ i Měsíc, ale díky své rychlosti *1* $\frac{km}{s}$ na ni nikdy nedopadne.



Obr. 36

---

[36] Angličan **Isaac Newton** (1642 – 1727) - fyzik, matematik, astronom je považován za jednoho z nejvýznamnějších vědců všech dob.

[37] Tato rychlost se nazývá ***1. kosmická*** a s rostoucí výškou nad povrchem Země její velikost v důsledku menší intenzity gravitačního pole klesá.

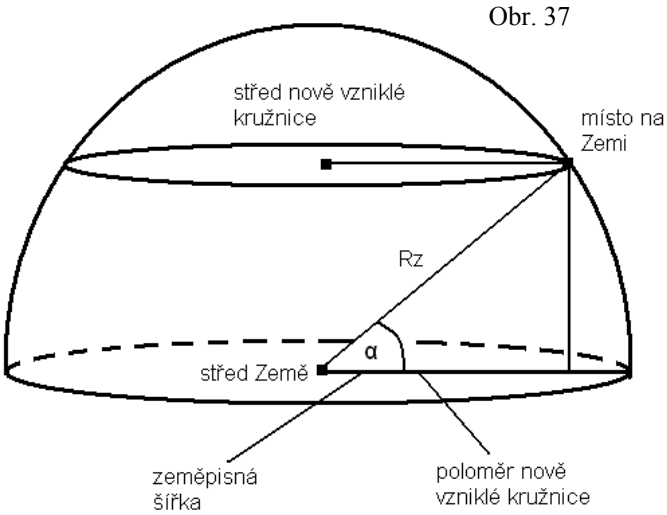
3.2 ÚLOHY POČETNÍ

1. **Aniž bychom pociťovali účinky samotného otáčení Země, neustále se na různých místech povrchu pohybujeme po kružnici tzv. obvodovou rychlostí. Pro tuto rychlost platí, že čím větší je poloměr této kružnice, tím větší je i její velikost. Matematicky lze tuto skutečnost zapsat ve tvaru[38]** $v = \frac{2\pi R}{T}$. **Vypočtěte, na kterém z těchto míst se lidé pohybují nejrychleji: Athény, Paříž, Stockholm nebo Praha?**

ŘEŠENÍ:

Poloměr kružnice od osy otáčení, po které se lidé v jednotlivých místech na Zemi pohybují, závisí na jejich zeměpisné šířce, jak ukazuje *obr. 37*. Z atlasu potom můžeme získat tyto údaje: **Athény** 37° 58´ s.š., **Paříž** 48° 52´ s.š., **Praha** 50° 05´ s.š., **Stockholm** 59° 21´ s.š.

Obr. 37



Z obrázku je patrné, že pro velikost poloměru R jednotlivých kružnic plyne z pravoúhlého trojúhelníku vztah

$$R = Rz.\cos\alpha$$

Jednotlivé poloměry míst a k nim dané rychlosti zaznamenáme do tabulky:

město	**Athény**	**Paříž**	**Praha**	**Stockholm**
poloměr (km)	***6031***	***5807***	***5779***	***5542***
rychlost (m/s)	***438***	***422***	***420***	***403***

Z tabulky je patrné, že čím blíže jsme rovníku, tím větší je obvodová rychlost.

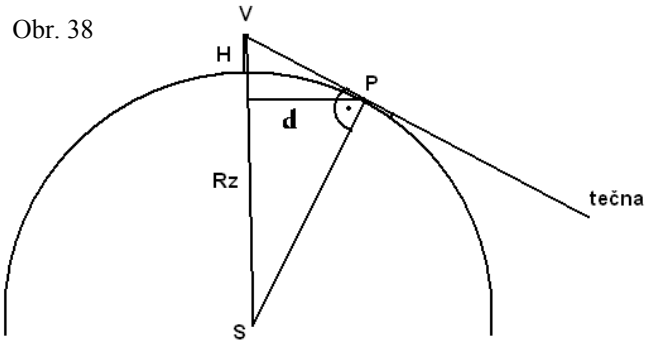
[38] V tomto vztahu představuje výraz **2πR** dráhu, kterou bod na povrchu Země opíše za jednu periodu **T**, což je doba jednoho otočení Země kolem své osy – přibližná velikost je přibližně **86 400 s**.

2. **Za pomoci Pythagorovy věty odvoďte vztah pro pozorovatelnou vzdálenost v závislosti na výšce pozorovatele, která platí pro kulová tělesa.**

ŘEŠENÍ:

Vzniklou situaci znázorníme na *obr. 38*, kde ***V*** je místo pozorovatele, ***H*** je výška pozorovatelny, ***P*** je maximální možný bod dohledu, ***S*** je střed Země, ***d*** je hledaná pozorovatelná vzdálenost a ***Rz*** je poloměr Země.

Obr. 38



K použití Pythagorovy věty nás opravňuje fakt, že výška pozorovatelny je v porovnání s poloměrem Země, který je pro zakřivení určující, natolik nepatrná, že kružnicový oblouk od majáku k bodu **P** můžeme nahradit úsečkou o velikosti **d**.

Je li výška majáku **H** a poloměr Země **R**, potom druhá mocnina vzdálenosti špičky majáku **V** od bodu **P** bude $|VP|^2 = H^2 + d^2$.

Uvědomíme li si, že tečna vedená z bodu **V** ke kružnici má tu vlastnost, že úsečka **SP** je na ni kolmá, můžeme využít Pythagorovu větu k určení dohledu **d** :

$$(H + R)^2 = |VP|^2 + R^2$$

$$H^2 + 2HR + R^2 = H^2 + d^2 + R^2$$

$$\boxed{\mathbf{d} = \sqrt{\mathbf{2HR}}}$$

3. **Za pomoci vztahu z *Úlohy 2* vypočtěte, jak se za ideálních podmínek liší dohledná vzdálenost 3 lidí stojících na vodorovném povrchu terestrických planet. Předpokládejte, že výšky pozorovatelů jsou podle velkosti 1,6m; 1,8m a 2m.**

ŘEŠENÍ:

Terestrické neboli Zemi podobné planety jsou Merkur, Venuše, Země, Mars. Pro výpočet dohledné vzdálenosti budeme potřebovat najít v tabulkách poloměry jednotlivých planet. Dosazením do vzorce z *Úlohy 2* potom dostaneme hodnoty dohlednosti jednotlivých pozorovatelů (p), které zpracujeme do tabulky:

planeta	Merkur	Mars	Venuše	Země
poloměr (km)	**2440**	**3396**	**6060**	**6378**

dohlednost 1. p (km)	**2,8**	**3,3**	**4,4**	**4,5**
dohlednost 2. p (km)	**3,0**	**3,5**	**4,7**	**4,8**
dohlednost 3. p (km)	**3,1**	**3,7**	**4,9**	**5,1**

4. **Představme si světelný maják na trajektorii kolem planety Neptun (N), který by sloužil k ohlašování Zemi (Z) ohrožujících asteroidů, jejichž povrch absorbuje tolik slunečního světla, že jsou pro naše dalekohledy neviditelné. Proletí li takové těleso kolem majáku, vyšle jeho zařízení k Zemi světelný signál. Odvoďte vztah pro přibližnou vzdálenost asteroidu s_a, který již proletěl kolem majáku rychlostí v_a.**

ŘEŠENÍ:

K určení vzdálenosti asteroidu budeme potřebovat vzájemnou polohu obou planet a přesný čas registrace světelného impulsu. Vzdálenost Z od N si označíme s_n a čas přijmu impulsu t_n. Situaci si znázorníme na *obr. 39*. Světlo z majáku se šíří kosmickým prostorem rychlostí c = 300 000 $\frac{km}{s}$, takže vzhledem k vzdálenosti od Země vzniká mezi jeho vysláním a příjmem časová prodleva, kterou lze matematicky vyjádřit ze vztahu pro čas rovnoměrně přímočarého pohybu:

$$t_n = \frac{s_n}{c}$$

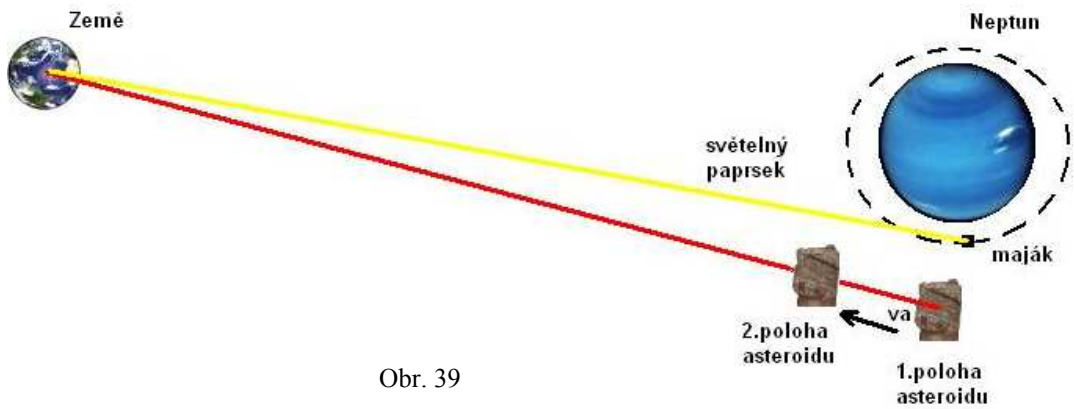
Po tuto dobu se asteroid stále pohybuje po své kolizní trajektorii. Ze vztahu pro dráhu přímočarého pohybu potom plyne, že za tento čas urazí dráhu:

$$s = v_a \,.\, t_n$$

Ze známé vzdálenosti Neptunu potom pro vzdálenost asteroidu od Země platí:

$$s_a = s_n - s$$

$$\boxed{\mathbf{s_a = s_n - v_a.t_n}}$$



Obr. 39

5. **Před více než 2000 lety stanovil Eratosthenes z Kyrené přibližnou velikost poloměru Země. Jeho metoda vycházela z porovnání úhlů dopadu poledních slunečních paprsků při slunovratu ve městě Alexandrii a ve městě Syéné[39], kde bylo v tento moment Slunce přímo v nadhlavníku, zatímco v Alexandrii svíralo s vodorovnou rovinou úhel *α*. Odvoďte vztah pro výpočet poloměru Země touto metodou.**

<u>ŘEŠENÍ:</u>

Vzdálenost obou měst si označíme jako $\mathbf{s_{AS}}$, poloměr Země potom $\mathbf{R_z}$. Z *obr. 40* je patrné, že pro úhel, který svírá spojnice středu Země s Alexandrií a se Syénou platí vztah :

[39] **Syéné** dnes nazýváno Asuán je město na jihu Egypta.

$$\beta = 90° - \alpha \qquad *$$

Známe – li vzdálenost těchto dvou míst, potom můžeme délku považovat za část kružnicového oblouku, kterému odpovídá úhel β.

Pro celou kružnici potom plyne:

$$o = \frac{360°}{\beta} \cdot s_{AS}$$

dosazením * dostaneme

$$o = \frac{360°}{90° - \alpha} \cdot s_{AS} \qquad **$$

Pro obvod Země platí:

$$o = 2.\pi.R_z$$

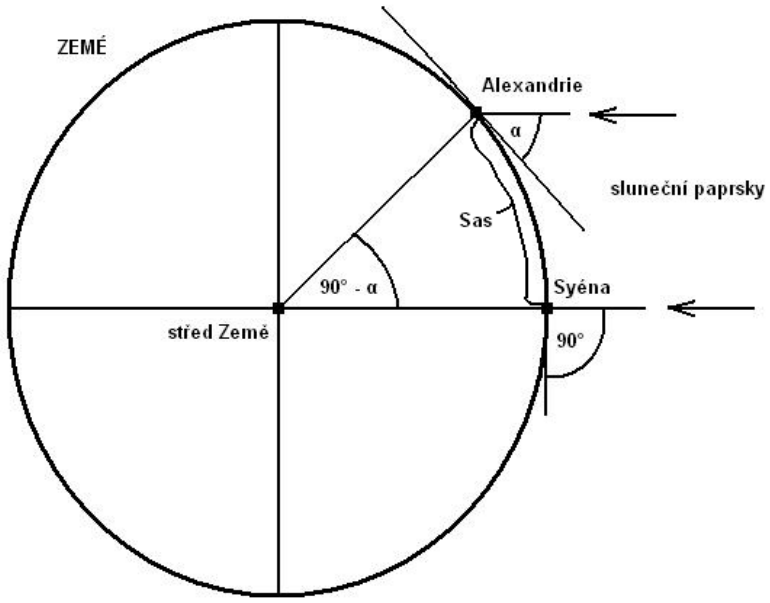
dosazením ** dostaneme

$$2.\pi.R_z = \frac{360°}{90° - \alpha} \cdot s_{AS}$$

odkud odvodíme poloměr Země

$$\boxed{R_z = \frac{360°}{(90° - \alpha) \cdot 2\pi} \cdot s_{AS}}$$

Obr. 40



Jak je z obrázku patrné, danou metodu lze užít jen pro místa, která leží na stejném poledníku!

6. **Jak by se lišila práce, kterou vykoná účastník silového trojboje – tzv. lifter, při zvedání 250 kg těžké činky v lehu nad hlavu, kdyby stejný výkon předvedl na Měsíci? Jak těžkou činku by byl tamtéž schopný při srovnatelném výkonu zvednout nad hlavu?**

ŘEŠENÍ:

Zvednout činku nad hlavu znamená působit na ni silou, alespoň stejně tak velikou, jako je velikost na ni působící gravitační síly. Práce, kterou při tom vykonáme, závisí nejen na hmotnosti tělesa a na výšce, do které jej zvedáme, ale také na intenzitě gravitačního pole. Předpokládáme li, že sportovec při zvednutí činky propne obě paže, můžeme za výšku zdvihu považovat délku jeho paží. Tedy pro činku o hmotnosti **m = 250 kg**, přibližnou délku paže **h = 1 m** a **g = 9,81** $\frac{N}{kg}$ platí:

$$W = mgh$$

$$W = 250kg.9{,}81\frac{N}{kg}.1m$$

$$\boldsymbol{W \doteq 2453\,J}$$

Na Měsíci je hmotnost činky také **250 kg**, ale gravitační koeficient charakterizující jeho gravitační pole je přibližně **6krát** menší, než na Zemi. Proto platí:

$$W' = m.\frac{g}{6}.h$$

$$W' = \frac{W}{6}$$

$$\boldsymbol{W' \doteq 409\,J}$$

Hledaný rozdíl práce je:

$$\Delta W - W - W'$$

$$\boldsymbol{\Delta W = 2044\,J}$$

Vzhledem k těmto skutečnostem by byl sportovec schopen při zvedání činky vykonat práci šestkrát větší, než W´. To znamená, že na Měsíci by zvedl do stejné výšky činku **6krát** těžší než na Zemi. Tedy:

$$\boxed{\boldsymbol{m' = 1500kg}}$$

7. **V důsledku rotace kolem osy nemá Země přesně kulový tvar, ale je na pólech mírně zploštělá. Geometricky ji nazýváme tzv. geoidem. Víme- li, že zploštění Země mezi rovníkem a poledníkem činí asi 0,33%, vypočtěte rozdíl mezi rovníkovým a poledníkovým průměrem.**

ŘEŠENÍ:

Rovníkový poloměr Země si označíme $\mathbf{R_z}$ a poledníkový $\mathbf{R_{pz}}$. Zploštění Země *obr. 41* způsobilo, že velikosti $\mathbf{R_{pz}}$ je **0,33%** menší, než $\mathbf{R_z}$. Můžeme tedy psát:

$$100\% - 0{,}33\% = 99{,}67\ \% = 0{,}9967$$

$$\frac{R_{pz}}{R_z} = 0{,}9967$$

Ze známé hodnoty $\mathbf{R_z}$ = **6378 km** vypočítáme poledníkový poloměr $\mathbf{R_{pz}}$:

$$R_{pz} = R_z . 0{,}9967$$

$$R_{pz} = 6378km . 0{,}9967$$

$$R_{pz} \doteq 6357\,km$$

Z geometrie víme, že průměr je 2krát větší než poloměr. Rozdíl mezi rovníkovým a poledníkovým průměrem tedy činí:

$$2R_z - 2R_{pz} = 2 . 6378km - 2 . 6357km$$

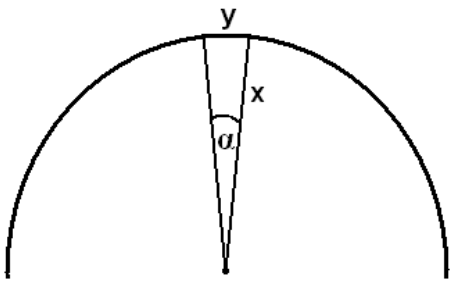
$$\boxed{2R_z - 2R_{pz} = 42\,km}$$

Obr. 41

8. **Odvoďte obecný vztah k určení, jakým úhlovým vzdálenostem na obloze odpovídají jednotlivé části ruky (palec, sevřená pěst, vzdálenost mezi palcem a ukazováčkem, atd.) při natažené paži.**

ŘEŠENÍ:

Nataženou paži (její délku označíme např. ***x***) si můžeme představit jako poloměr kružnice a délky jednotlivých částí ruky (označíme např. jako ***y***) jako části kružnicového oblouku. Díváme-li se kolmo na tuto délku *obr. 42* a *obr. 43*, můžeme pro úhel **α**, pod kterým tuto úsečku vidíme, odvodit vztah:



Obr. 42

$$\frac{y}{2.\pi.x} = \frac{\alpha}{360°}$$

$$y.180° = \alpha.\pi.x$$

$$\boxed{\alpha = \frac{y}{x} \cdot \frac{180°}{\pi}}$$

Obr. 43

3.3 ÚLOHY PRAKTICKÉ

1. Délka stínu, který vrhá předmět ozářený Sluncem, se v průběhu dne mění. Na tomto principu fungují i tzv. sluneční hodiny, kde stín skloněného ukazovátka ukazuje jednotlivé hodiny. Pokuste se takové hodiny s kamarády sestrojit. Návod na výrobu lze najít v literatuře nebo na internetu, např. na stránkách ***http://slunecnihodiny.wz.cz***.

2. Pokuste se za pomoci svého učitele fyziky sestrojit jednoduchý dalekohled, použijte tzv. Galileiho nebo Keplerovu konstrukci. Jejich popis najdete např. zde ***http://posec.astro.cz***.

3. Pro výukové účely sestrojte na školním pozemku jednoduchý model sluneční soustavy. Vhodně zvolte jednotlivé vzdálenosti planet od Slunce tak, aby byl model přehledný a alespoň přibližně odpovídal skutečnosti. Rozdělte si s ostatními spolužáky práci tak, že jedni budou navrhovat technické řešení tohoto projektu a druzí budou pracovat na modelech planet a Slunce.

4. Pozorovat útvary na povrchu Měsíci lze již dalekohledem s malým zvětšením. Většina z nich je natolik krásná, že stojí za to si je zapamatovat a umět je kdykoliv znovu nalézt. Pokuste se vyrobit velkou mapu Měsíce, kterou byste vyzdobili učebnu fyziky. Detailní pohled i s popisem jednotlivých útvarů našeho nejbližšího vesmírného souseda naleznete např. zde ***http://www.lunarrepublic.com/atlas/index.shtml*** nebo na adrese ***http://ralphaeschliman.com/luna/lnslamasm.jpg***.

5. Pozorujte několik dní za sebou planetu Jupiter i s jejími čtyřmi největšími měsíci. Jednotlivé polohy zaznamenejte a podle hvězdářské ročenky přiřaďte k měsícům jejich jména.

ZÁVĚR

Hlavním cílem mé diplomové práce bylo zpracovat sbírku astronomických fyzikálních úloh tak, aby byla svou obtížností přiměřená a využitelná jako studijní materiál pro žáky základních škol a nižších ročníků víceletých gymnázií.

Jak je z jednotlivých úloh sbírky patrné, k jejich řešení není zapotřebí obtížného matematického aparátu nebo výjimečných znalostí z jiných oborů. Na druhou stranu v sobě zahrnují řadu drobných poznatků z běžného života, při jejichž spojení a analýze prostřednictvím astronomie, fyziky a matematiky dospíváme k jejich správné interpretaci.

Zadání vybraných úloh je vzhledem ke všeobecnému povědomí o daných tématech srozumitelné všem žákům. Znalost popisovaných jevů a zdůvodnění jejich příčiny by podle mého názoru mělo patřit k základům všeobecného vzdělání celé lidské společnosti.

Ve sbírce je celkem 41 úloh, z nichž 28 je úvahových, 8 úloh je početních a 5 z nich tvoří praktické náměty na samostatnou či skupinovou práci žáků spolu s jejich učiteli.

S přihlédnutím na tyto skutečnosti si myslím, že se mi stanoveného cíle podařilo dosáhnout. Přál bych si, aby se tato práce stala možnou inspirací pro tvůrce fyzikálních sbírek pro ZŠ a aby tématu astronomie na tomto stupni vzdělání učitelé věnovali větší pozornost, než tomu dosud je.

SEZNAM LITERATURY

[1] Janás J.: *Kapitoly z didaktiky fyziky.* Brno: Masarykova univerzita v Brně, 1996. ISBN 80–210–1334-6

[2] Janás J., Trna J.: *Konkrétní didaktika fyziky II.* Brno: Masarykova univerzita v Brně, 2005. ISBN 80-210-3624-9

[3] Kolářová R., Bohuněk J.: *Fyzika pro 7. ročník základní školy*. Prometheus, Praha 2005. ISBN 80-7196-265-1

[4] Kolářová R., Bohuněk J.: *Fyzika pro 8. ročník základní školy*. Prometheus, Praha 2005. ISBN 80-7196-149-3

[5] Kolářová R., Bohuněk J.: *Fyzika pro 9. ročník základní školy*. Prometheus, Praha 2003. ISBN 80-7196-193-0

[6] Macháček M.: *Fyzika 9. r. pro základní školy a víceletá gymnázia.* Prometheus, Praha 2000.

[7] Maršák M., Paková D., Purkar J., Veselík P.: *Fyzika v sešitě pro devátý ročník základní školy.* FORTUNA, Praha 1991. ISBN 80-7168-321-3

[8] Bohuněk J., Kolářová R., Štoll I.: *Fyzika pro 9. ročník základní školy*. Prometheus, Praha 1996. ISBN 80-7196-032-2

[9] Nahodil J.: *Fyzika v běžném životě.* Prometheus, Praha 2004. ISBN 80-7196-278-3

[10] Rada J.: *My a hvězdy.* PROFESS, Praha 1995. ISBN 80-85235-31-5

[11] Horský Z., Mikulášek Z., Pokorný Z. : *Sto astronomických omylů uvedených na pravou míru.* PNS, Praha 1988.

[12] Sagan C.: *Kosmos*. Eminent, Praha 1998. ISBN 80-85876-54-X

[13] Štefl V., Trna J.: *Země v otázkách a odpovědích.* http://svp.muni.cz/ukazat.php?docId=584

[14] Štefl V., Trna J.: *Měsíc v otázkách a odpovědích.* http://svp.muni.cz/ukazat.php?docId=585

[15] http://www.aldebaran.cz

[16] http://www.astronomie.cz

[17] http://www.oknavesmiru.cz

[18] http://mfweb.wz.cz/astronomie/index.htm

http://mesic.astronomie.cz

[19] http://www.osel.cz

[20] http://www.astro.pef.zcu.cz

[21] http://mek.kosmo.cz/index.htm

[22] http://www.msmt.cz/vzdelavani/rvp-zv