PRACOVNÍ LIST

Vytvořený v rámci přeshraničního projektu: **„Zvyšovanie exaktných, prírodovedných a technických kompetencií študentov stredných a vysokých škôl na slovensko- českom pomedzí“**

Európsky fond regionálneho rozvoja/ ERDF

„SPOLOČNE BEZ HRANÍC“

TÉMA:

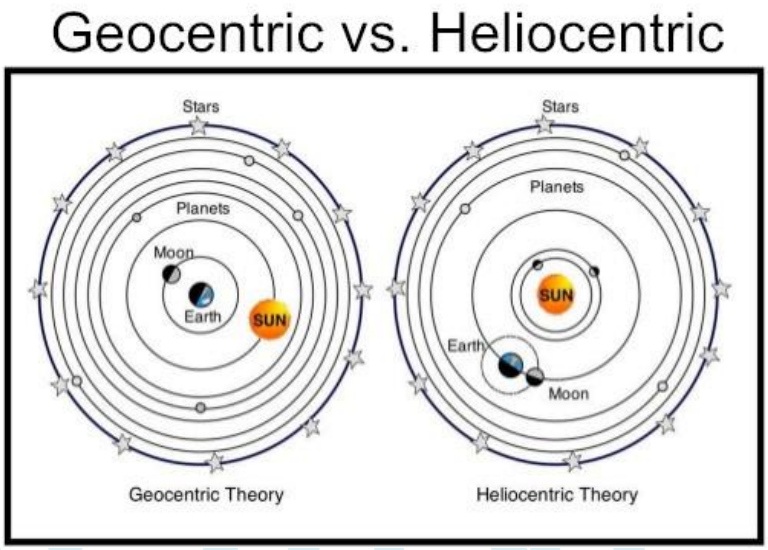
Geocentrismus vs. heliocentrismus

SCINET

Zpracoval: Mgr. Jaroslav ŠŮSTEK

TEORETICKÝ ZÁKLAD :

Myšlenkou nad tím, zda má naše planeta významnou polohu ve vesmíru, se lidé zabývali již ve 4 stol. př. Kr. Nejznámějšími názory jsou geocentrismus (Země je středem vesmíru, kolem které se ve vesmíru vše otáčí, včetně Slunce) a heliocentrismus (Slunce je středem vesmíru, kolem kterého vše obíhá).



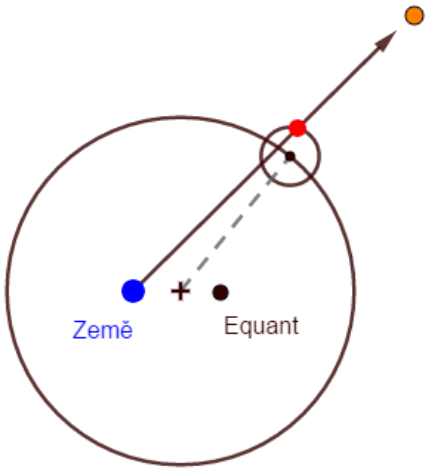
Obr. 1: Geocentrismus vs. heliocentrismus http://www.actforlibraries.org/difference-between-heliocentric-and-geocentric-models-of-the-universe/

Geocentrický pohled se začal utvářet postupně již v období starověkého Řecka. Z nejznámějších osobností, které se touto problematikou zabývaly jsou:

- Aristoteles ze Stageiry (384 př. Kr. – 322 př. Kr.) ve svém díle *O Nebi*, ze kterého se čerpalo až do objevů Koperníka a Galilea. je zde zmíněno např., že pohyb není výsledkem působení jednoho tělesa na druhé. Některá tělesa přirozeně se pohubují podél přímek, jiné zůstávají stát. Ale existuje ještě kruhový pohyb. Musí existovat věci, které se přirozeně pohybují v kruzích a jsou nebeské objekty, které se skládají z nadřazené a dokonalejší substance, než veškeré pozemské objekty.
- Klaudios Ptolemaios (asi 85 – 165) *Almagest* – shrnutí veškerého antického vědění v oboru astronomie (jako jsou např. polohy hvězd, planet, souhvězdí a další), které až do novověku bylo v arabském i evropském světě autoritativním dílem založeným na geocentrismu.

  Aby teorie geocentrismu byla v souladu s pozorováním, zavádí Ptolemaios pojmy jako:

- epicykl - planeta sama obíhá rovnoměrným kruhovým pohybem kolem pomyslného středu svého pohybu po kruhové dráze kolem země. Prostě, představme si malé kolečko, které letí po kruhu kolem Země a přitom se samo otáčí. Na obvodu tohoto kolečka je poté umístěna planeta. (Klaudios Ptolemaios: I omyl může být podnětný - 3. kapitola - VTM.cz)
- deferent - vlastní kruhová dráha planety kolem Země, střed této dráhy pro každou planetu určil někde jinde mimo plantu Zemi
- ekvant – řeší nerovnoměrný pohyb planet kolem Země. Je to pomyslný bod, ze kterého vidíme pohyb planet, jako rovnoměrný.



S myšlenkou heliocentrismu se můžeme potkat již ve 4 stol. př. Kr. ve starověkém Řecku, kdy v díle O nebesích Aristoteles napsal: „Jak tvrdí pythagorejci, v centru je oheň a země je jen jedna z hvězd, vytvářející noc a den krouživým pohybem kolem centra.“ (Heliocentrismu - wikipedie, 2019). S návrhy ohledně heliocentrismu se můžeme v průběhu staletí setkat např.:

- kolem roku 270 př. Kr. - Aristarchos ze Samu jeho model dobře vysvětloval pohyby 5 známých planet (kdy na obloze couvaly, či stály. Díky tomu nepotřeboval zavádět složitý systém ekvantů aj.). Dále prohlašoval, že vesmír je nekonečný a hvězdy jsou dalšími slunci na nebeské obloze, ale jeho návrhy byly považovány za protináboženské.
- 5. stol. - Árjabhata, indický matematik a astronom. Ve své době správně odhadoval, že svit Měsíce je pouze odrazem Slunečních paprsků, je po něm pojmenován jeden z měsíčních lávou zatopených kráterů o průměru 22 km.
- 10. – 11. stol. - Muhammad Abú ar Rajhán al-Birúní (Aliboron), perský astronom, filozof, matematik, lékař, historik.
- 14. stol. – Mikuláš Oresme – zastával názor, že heliocentrický systém je stejně oprávněný, jako geocentrický.
- 16. stol. – Mikuláš Koperník (1473 – 1543), polský duchovní, matematik, lékař, astronom, vydává v roce 1543 dílo De revolutionibus orbium coelestium (Šest knih o obězích nebeských sfér), kde heliocentrismus z obav popsal jako další

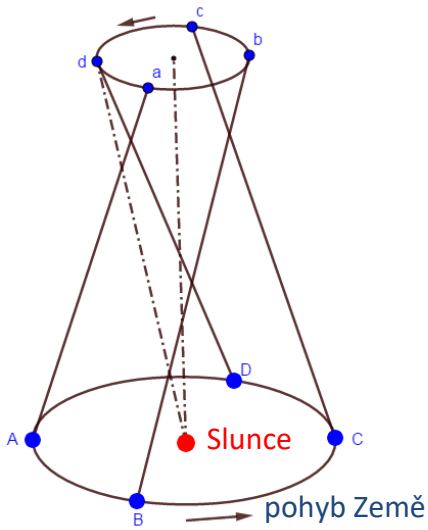
matematický model, popisující pohyb nebeských těles. Dílo se zařadilo na katolický index zakázané literatury od 5. března 1616 až do roku 1835.

- 16. – 17. stol.
    - Galileo Galilei (1564 – 1642), podporoval Koperníkovy myšlenky, které se snažil podložit svými pozorování pomocí dalekohledů, které dokázali zvětšovat až 22krát. Z pozorování jasnosti planety Venuše usoudil, že tato planeta nemůže kroužit kolem Země, ale kolem Slunce. V roce 1610 objevil čtyři Jupiterovi satelity Io, Europa, Ganymed a Callisto.
    - Tycho Brahe (1546 – 1601) – za vlády Rudolfa II. působil v Praze jako císařský astronom. Navrhl tzv. kosmologický model, ve kterém sice byla ve středu vesmíru Země, kolem které obíhal pouze Měsíc a Slunce, všechny ostatní planety pak obíhali kolem Slunce. Jeho jméno můžeme nalézt na jednom z dvaasedmdesáti fasádních štítků pod okny národního muzea v Praze.
    - Johannes Kepler (1571 – 1630) – začátkem roku 1600 začíná spolupracovat s Brahem. Už v prosinci 1601 zjistil, že rychlost Marsu se mění tak, že úsečka spojující Slunce a planetu pokrývá za stejný čas stejnou plochu. (Štoll, 2015). O čtyři roky později na základě Brahových měření přiřadil dráze Marsu tvar elipsy, v jejímž jednom ohnisku je Slunce. Třetí zákon vydává až po odchodu z Prahy v roce 1619. Pro pozorování oblohy navrhoval dalekohled se dvěma spojnými čočkami, které vytváří lepší obraz (byť převrácený), navíc tato konstrukce umožňuje vložit do ohniskové roviny nitkovitý kříž k přesnému zaměření.

SCINET

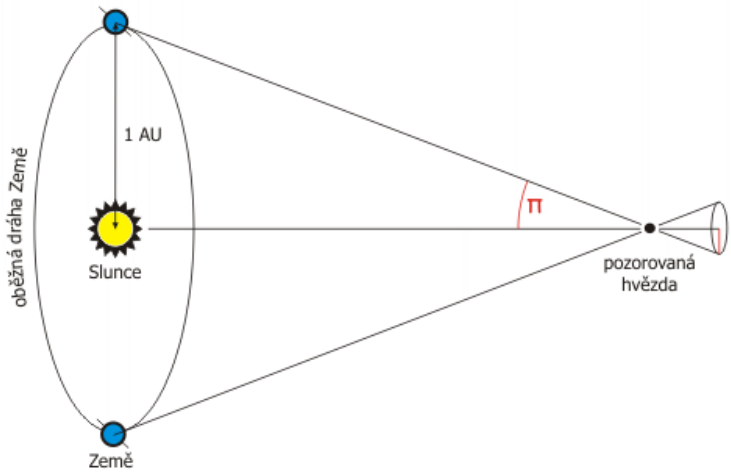
- objevem gravitačního zákona I. Newtonem byl vyřešen spor, zda je správný heliocentrický, nebo geocentrický pohled.

- 1725 Bradley ukázal na existenci aberace světla u hvězdy γ Draconis. (Astronomie). Tím postupně zjistil, že stálice při pozorování během roku opisují na obloze malé elipsy, jejichž velká poloosa odpovídá vždy úhlovému rozměru 20,5 úhlových vteřin (aberační konstanta) (Štoll, 2015). Tato dráha je dána pohybem Země kolem Slunce a konečnou rychlostí světla. Něco podobného můžeme pozorovat na oknech jedoucího vlaku, kdy se nám zdá, že kapky dopadají šikměji, čím je rychlost vlaku větší.



Obr. 3: Aberace

- 1838 – Fridrich Wilhelm Bessel změřil první hodnověrnou paralaxu (0,314´´) hvězdy (61 Cygni). Paralaxa v astronomii je úhel, o který se na obloze nebeské těleso posune, je-li pozorováno z krajních bodů vhodně zvolené základny. (Kraus, 2007)

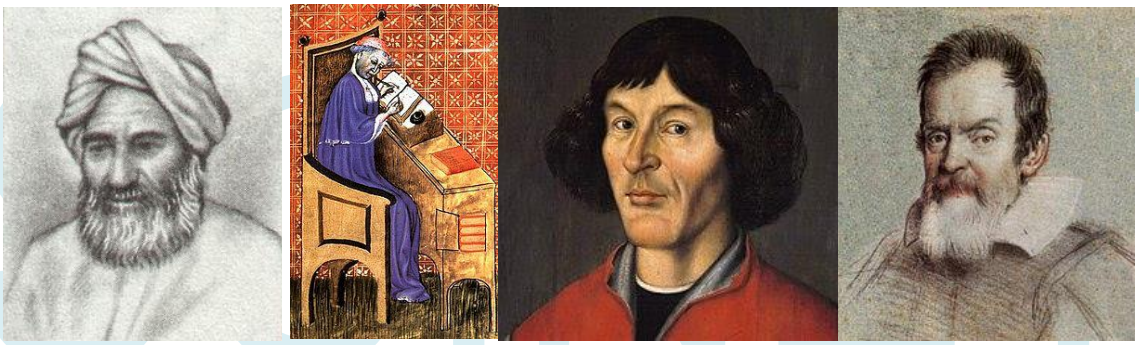


Obr. 4: Roční paralaxa
https://cs.wikipedia.org/wiki/Paralaxa_(astronomie)#/media/Soubor:Rocni_paralaxa.png

Jednotliví představitelé geocentrismu a heliocentrismu:

Obr. 5: Aristotelés Ptolemaios Aristarchos ze Samu Árjabhata

https://cs.wikipedia.org/wiki/Aristotel%C3%A9s
https://cs.wikipedia.org/wiki/Klaudios_Ptolemaios
https://cs.wikipedia.org/wiki/Aristarchos_ze_Samu
https://cs.wikipedia.org/wiki/%C3%81rjabhata



Obr. 6: Aliboron M. Oresme M. Koperník Galileo Galilei

https://cs.wikipedia.org/wiki/Aliboron
https://cs.wikipedia.org/wiki/Mikul%C3%A1%C5%A1_Oresme
https://cs.wikipedia.org/wiki/Mikul%C3%A1%C5%A1_Kopern%C3%ADk
https://cs.wikipedia.org/wiki/Galileo_Galilei

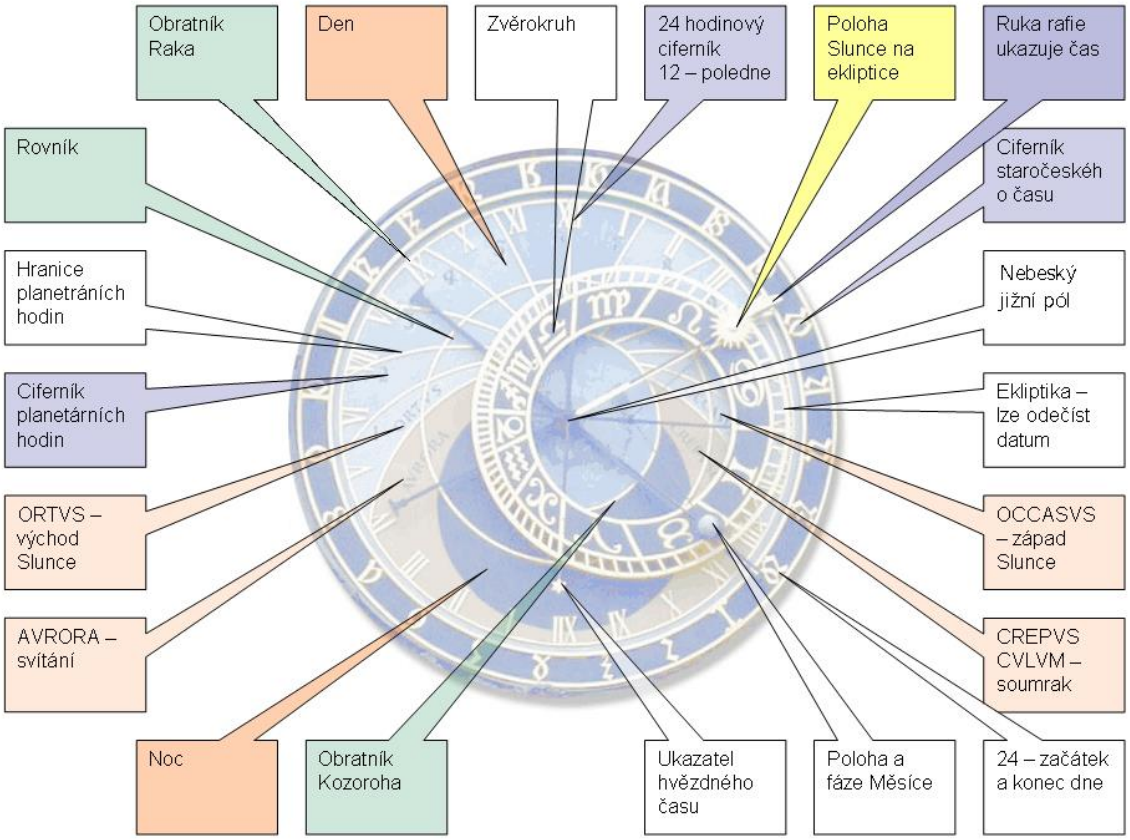
Obr. 7: Tycho de Brahe J. Kepler J. Bradley F. Bressel

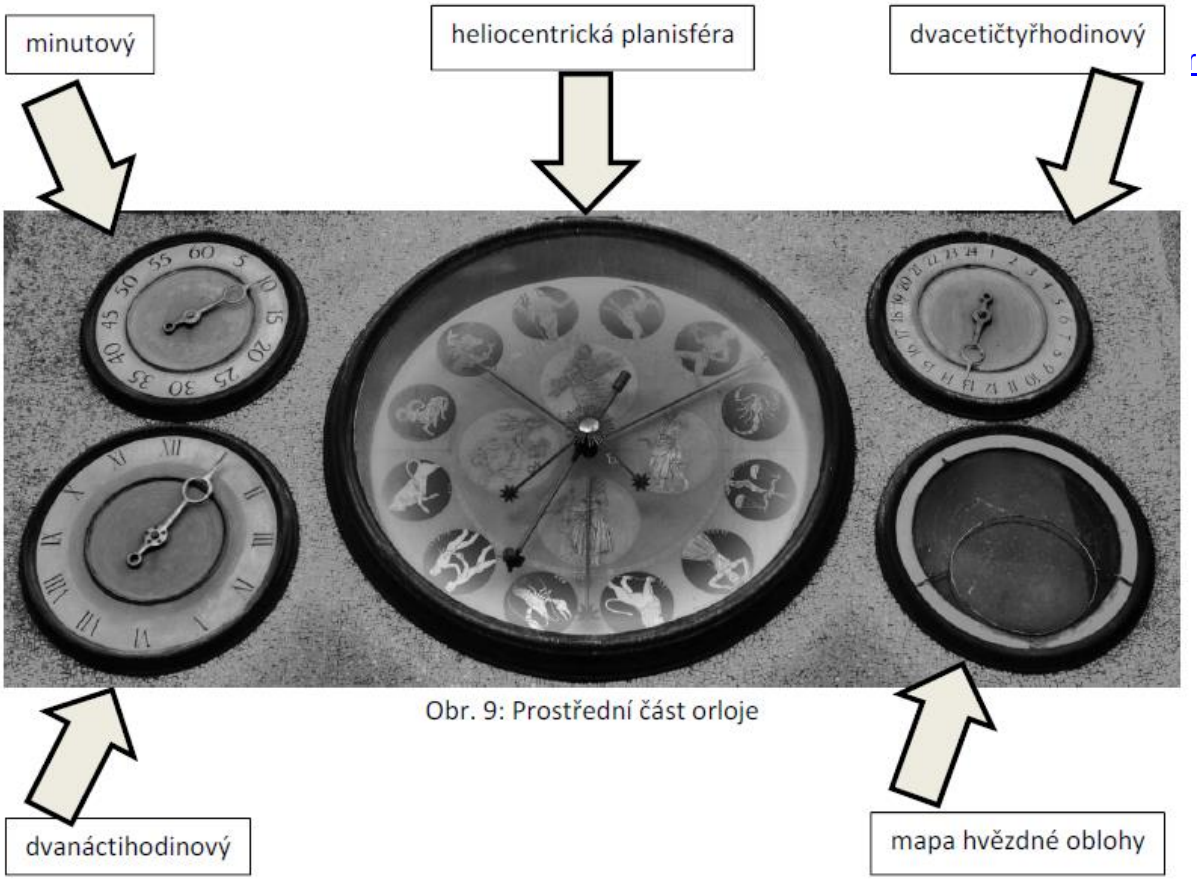
https://cs.wikipedia.org/wiki/Tycho_Brahe
https://cs.wikipedia.org/wiki/Johannes_Kepler
https://en.wikipedia.org/wiki/James_Bradley
https://cs.wikipedia.org/wiki/Friedrich_Wilhelm_Bessel

Dle těchto názorů se konstruovaly i jednotlivé orloje. Například orloj v Praze je geocentrický a orloj v Olomouci je heliocentrický. Ve středu jednotlivých částí orloje, které ukazují pohyby planet, se nachází buď Slunce, nebo Země. Na těchto orlojích můžeme pozorovat nejenom polohy planet vůči různým souhvězdím, ale i různé časové údaje, např. na orloji v Praze můžeme zjišťovat 4 různé časové údaje, na obou orlojích leze určovat fáze Měsíce, středoevropský čas na 24 hodinovém, ale i 12 hodinovém ciferníku. Oba orloje můžeme díky svému třípatrovému uspořádání (kalendář, astronomický ciferník, výtvarně/umělecké zpracování) považovat za orloje Štrasburského typu.

Kalendář i umělecké zpracování jednotlivých orlojů je na jednotlivých orlojích intuitivní. Prostřední části jsou pro většinu pozorovatelů nesrozumitelné. Na schématu astronomického ciferníku pražského orloje jsou vyznačena všechna důležitá místa, ze kterých můžeme určit nejenom různé časové údaje (čas babylonský, hvězdný, středoevropský a občanský, dříve označován za německý), ale i polohu Slunce vůči souhvězdím zvěrokruhu, polohu Měsíce vůči Slunci, včetně jeho fází aj. Více se dá o orloji dočíst např.:

- https://cs.wikipedia.org/wiki/Starom%C4%9Bstsk%C3%BD_orloj





Obr. 9: Prostřední část orloje

Obr. 9: prostřední část Olomouckého Orloje (diplomová práce Mgr. Jaroslava Šůstka)

V prostřední části vyčteme ze tří číselníků, kolik je právě hodin a minut. Jedná se o minutový ciferník vlevo nahoře, pod ním se nachází dvanáctihodinový a vpravo nahoře dvacetičtyřhodinový ciferník. Konkrétně z obrázku č. 9 vidíme, že je 1 hodina, 10 minut odpoledne. Vpravo dole se nachází mapa hvězdné oblohy. Před mapou je drátěný kruh, který vymezuje viditelné hvězdy na noční obloze. Uprostřed se nachází heliocentrická planisféra, na které je znázorněno 12 zvířetníkových souhvězdí. Ztvárněna jsou pomocí obrázků v zeleném kruhu a českými popisky a názvy měsíců. Dále se na planisféře nachází obrázky ztvárňující 4 roční období. Z tohoto centrálního ciferníku můžeme vyčíst nejenom, jaké máme roční období, či měsíc v roce, ale i jakém zvířetníkové souhvězdí se nachází prvních šest planet naší Sluneční soustavy. Planety představuje šest ručiček různé délky (podle vzdálenosti od Slunce), zakončené až na jednu, hvězdou; jediná Země je zakončena globusem. Ze spodní části olomouckého orloje večer můžeme vyčíst fázi měsíce, určit dnešní datum i rok, včetně toho, kdo má svátek. (Šůstek, 2016)

ÚLOHA Č. 1:

Pod jméno vědce napiš, zda byl zastáncem heliocentrického názoru (H), geocentrického (G). Dále k jednotlivým osobnostem přiřaď správné tvrzení.

1. J. Kepler	a) deferent - vlastní kruhová dráha planety kolem Země, střed této dráhy pro každou planetu určil někde jinde mimo plantu Zemi
2. J. Bradley	b) perský astronom, filozof, matematik, lékař, historik.
3. M. Oresme	c) Navrhl hvězdářský dalekohled, který vytváří převrácený obraz.
4. Aliboron	d) Napsal dílo s názvem O nebi, ze kterého čerpal např. koperník
5. Aristotelés	e) zastával názor, že heliocentrický systém je stejně oprávněný, jako geocentrický.
6. M. Koperník	f) V roce 1610 objevil čtyři Jupiterovi satelity Io, Europa, Ganymed a Callisto.
7. Galileo Galilei	g) heliocentrismus z obav popsal jako další matematický model, popisující pohyb nebeských těles.
8. Árjabhata	h) aberace světla u hvězdy γ Draconis.
9. Aristarchos ze Samu	i) změřil první hodnověrnou paralaxu
10. F. Bressel	j) vesmír je nekonečný a hvězdy jsou dalšími slunci na nebeské obloze, ale jeho návrhy byly považovány za protináboženské.
11. Tycho de Brahe	k) Ve své době správně odhadoval, že svit Měsíce je pouze odrazem Slunečních paprsků
12. Ptolemaios	l) Za vlády Rudolfa II. byl císařským astronomem. Jedním z jeho pomocníkem byl J. Kepler

SCINET

ÚLOHA Č. 2:

- Z obrázku Olomouckého orloje urči:
  - kolik planet je na astronomickém ciferníku znázorněno
  - vyjmenuj jednotlivé planety + v jakém souhvězdí se nacházejí
  - urči roční období
  - v kolik hodina byla fotografie pořízena

Obr. 10: astronomický číselník (diplomová práce Mgr. J. Šůstka

- Pomocí různých internetových zdrojů se pokus najít nějaké zajímavosti k jednotlivým planetám.

ÚLOHA Č. 3:

pomůcky: PC s přístupem na internet, tiskárnu
Vytvoř si vlastní sluneční hodiny. Pro tvorbu slunečních hodiny využij webové stránky:

- https://www.sundialzone.com/cs/

VÝSLEDKY:

- ÚLOHA Č. 1: 1c, 2h, 3e, 4b, 5d, 6g, 7f, 8k, 9j, 10i, 11l, 12a
- ÚLOHA Č. 2:
  - počet planet 6
  - jednotlivé planety + souhvězdí
    - Merkur – Panny
    - Venuše – Blíženci
    - Země – vstupuje do Raka
    - Mars – Ryby
    - Jupiter – na rozhraní Raka a Lva
    - Saturn – na pomezí Štíra a Střelce
  - 13:10
  - můžeme využít internetový zdroj:
    - https://www.astro.cz/clanky/slunecni-soustava/kazda-planeta-nasi-slunecni-soustavy-je-necim-vyjimecna.html
- ÚLOHA Č. 3: individuální

Závěr:

V pracovním listu jsou shrnuty základní poznatky z geocentrismu a heliocentrismu. Případné nové pojmy jako např. ekvant, deferent, aberace jsou vysvětleny a obohaceny o jednotlivé obrázky. Některé z obrázků, které nemají uvedený zdroj, byly vytvořeny pomocí programu GeoGebra, nebo byly převzaty z mé diplomové práce. Ostatní použité obrázky jsou z wikipedie a jsou pod licencí Creative Commons.

Jako praktické použití jednotlivých názorů jsou v práci zmíněny konstrukce dvou českých orlojů, které zohledňují jednotlivé pohledy na uspořádání planet. Zaměřil jsem se především na astronomický číselník, ze kterého lidé málokdy dokáží něco určit. Olomouckému orloji jsem se věnoval ve své diplomové práce, proto je také více popsán. Než něco vysvětlovat na obrázcích, bylo by samozřejmě lepší jednotlivé orloje shlédnout a pokusit se z číselníků alespoň něco vyčíst. Většina lidí určí jenom kolik je hodin a nic víc.

SCINET

Třetí úloha slouží jako samostatná práce a s výsledky jednotlivých slunečních hodiny bývají studenti spokojeni.

Použité zdroje:

Heliocentrismu - wikipedie. (22. 10 2019). Načteno z wikipedie: https://cs.wikipedia.org/wiki/Heliocentrismus

Astronomie. (nedatováno). Získáno 29. říjen 2019, z https://www.physics.muni.cz/astrohistorie/node18.html

Klaudios Ptolemaios: I omyl může být podnětný - 3. kapitola - VTM.cz. (nedatováno). Získáno 29.. říjen 2019, z https://vtm.zive.cz/clanky/klaudios-ptolemaios-i-omyl-muze-byt-podnetny/epicykly-deferenty-a-ekvanty/sc-870-a-192690-ch-112676/default.aspx#articleStart

Kraus, I. (2007). *Fyzika v kulturních dějinách Evropy od Leonarda ke Goethovi.* Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT.

Štoll, I. (2015). *Dějiny Fyziky.* Praha: Prometheus.

Šůstek, J. (2016). *Fyzikální procházky po Olomouci; diplomová práce.*

SCINET