

Geometrická optika Tellurium
Obj. číslo 122.2010



OBSAH

Interaktivní učební pomůcka pro astronomii	4
Zoznam optických modulov	5
Zoznam pracovných výkresov	6
Zoznam zdrojov svetla	7
Zoznam tém a počet úloh v téme	7
Príslušenstvo	8

CONATEX – DIDACTIC UČEBNÍ POMŮCKY s.r.o. – Velvarská 31 – 160 00 Praha 6
Tel.: 224 310 671 – Tel./Fax: 224 310 676
Email: conatex@conatex.cz – http: www.conatex.cz

Téma: Pohľad na oblohu	9
Úloha 1: Zdravé oko	9
Téma: Spektrum elektromagnetického žiarenia	12
Úloha 2: Viditeľná časť spektra – rozklad svetla	12
Téma: Fázy Mesiaca	14
Úloha 3a: Deň a noc, poludnie a poľnoc, východ a západ Slnka	14
Téma: Fázy Mesiaca	17
Úloha 3b: Pohyby Mesiaca	17
Téma: Fázy Mesiaca	19
Úloha 3c: Jednotlivé fázy Mesiaca	19
Téma: Fázy Mesiaca	21
Úloha 3d: Pohľady na fázy Mesiaca z rôznych miest na Zemi	21
Téma: Zatmenia	23
Úloha 4a: Úplné zatmenie Slnka	23
Téma: Zatmenia	25
Úloha 4b: Úplné zatmenie Mesiaca	25
Téma: Zatmenia	26
Úloha 4c: Červený Mesiak	26
Téma: Zatmenia	28
Úloha 4d: Čiastočné a polotieňové zatmenie Mesiaca.....	28
Téma: Zatmenia	31
Úloha 4e: Čiastočné zatmenie Slnka.....	31
Téma: Zatmenia	32
Úloha 4f: Mesiak v apogeu a perigeu	32
Téma: Zatmenia	34
Úloha 4g: Prstencové zatmenie Slnka.....	34
Téma: Albedo	36
Úloha 5a: Popolavý svit Mesiaca	36
Téma: Albedo	38
Úloha 5b: Albedo vesmírnych telies	38
Téma: Albedo	41
Úloha 5c: Význam albeda pri pozorovaní asteroidov	41
Téma: Astronomické ďalekohľady	43
Úloha 6: Galileiho ďalekohľad	43
Téma: Astronomické ďalekohľady	45
Úloha 7: Keplerov ďalekohľad	45

Téma: Astronomické ďalekohľady	47
Úloha 8: Sférická aberácia a jej oprava	47
Téma: Astronomické ďalekohľady	50
Úloha 9: Newtonov ďalekohľad	50
Téma: Astronomické ďalekohľady	52
Úloha 10: Cassegrainov ďalekohľad	52
Téma: Astronomické ďalekohľady	54
Úloha 11a: Monolitické primárne zrkadlo vesmírneho teleskopu – Hubblov teleskop	54
Téma: Astronomické ďalekohľady	56
Úloha 11b: Zložené primárne zrkadlo vesmírneho teleskopu – Webbov teleskop	56
Téma: Astronomické ďalekohľady	59
Úloha 12a: Klasický rádioteleskop a komunikácia vo vesmíre	59
Téma: Astronomické ďalekohľady	61
Úloha 12b: Moderný rádioteleskop	61
Téma: Hľadanie exoplanét zákrytovou metódou	63
Úloha 13: Svetelná krivka exoplanéty	63
Téma: Hľadanie exoplanét zákrytovou metódou	65
Úloha 13b: Svetelná krivka planetárnej sústavy	65
Téma: Premenné hviezdy	67
Úloha 14a: Premenná hviezda	67
Téma: Premenné hviezdy	70
Úloha 14b: Pulzar	70
LED zdroj svetla – plošný LED zdroj	72
Technické špecifikácie: plošný LED zdroj	72
Laserový zdroj svetla – 5 lúčový Duo Laser Elektronik s bielou LED	73
Použitie: 5 lúčový Duo Laser Elektronik s bielou LED	73
Technické špecifikácie: 5 lúčový Duo Laser Elektronik s bielou LED	75
Elektrické bezpečnostné opatrenia a záruka	75
Laserové bezpečnostné predpisy – všeobecne	76
Informačné a výstražné nálepky	76
Zoznam použitej literatúry	77
Zoznam autorov fotografií	77

INTERAKTÍVNA UČEBNÁ POMÔCKA PRE ASTRONÓMIU

Učebná pomôcka pre astronómiu je určená pre takmer všetky vekové skupiny – od 8 ročných detí až po dospelých. Jej cieľom je interaktívnou formou si osvojiť základné poznatky a princípy a zároveň popularizovať rôzne javy z tejto neustále sa rozvíjajúcej oblasti. Je ideálna hlavne pre astronomické krúžky a ich lektorov, na vyučovacie hodiny prírodovedy, geografie, fyziky, prírodných vied a takisto pre workshopy a semináre pre učiteľov. Súprava je zároveň vhodná pre rôzne príležitostné podujatia (dni otvorených dverí vo hvezdárňach a planetáriách, výročné podujatia a pod.) ako prezentačný exponát pre návštevníkov. Medzi jej prednosti patrí zrozumiteľné a pochopiteľné vysvetlenie jednotlivých tém a názorné predvedenie takmer 30 základných aj pokročilých úloh z oblasti astronómie.

Pomôcka používa dva rôzne nezávislé zdroje svetla (biele LED a červené aj zelené laserové svetlo), ktoré predstavujú Slnko alebo hviezdu a sú dobre viditeľné aj za bežného denného svetla alebo osvetlenia v interiéri. Sada obsahuje plastové prvky, ktoré prezentujú vesmírne telesá (Zem, Mesiac, exoplanéta) a optické prvky (šošovky, zrkadlá). Na presne vyznačené pozície na pracovných výkresoch sa umiestňujú prvky so zdrojom svetla. Niektoré úlohy majú statickú formu a na iných sa posúvaním prvkov dynamicky prezentujú javy, ktoré vidí pozorovateľ. Navyše, témy s laserovým zdrojom svetla pomôžu názorne pochopiť správanie sa svetelných lúčov prechádzajúcich jedným alebo viacerými optickými prvkami. Laserový zdroj svetla je bezpečný a spĺňa laserovú triedu bezpečnosti 2. Všetky komponenty sú zo spodnej časti magneticky fixované a ľahko sa prikladajú aj na šikmú alebo vertikálnu plochu magnetickej tabule, čo výrazne zlepšuje možnosť prezentácie pred skupinou osôb.

Všetky použité odborné termíny v častiach Terminológia sú čerpané z publikácie **Astronomická terminológia. 2. upravené a rozšírené vydanie**, ktorú vydala Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove.

Podakovanie patrí autorovi publikácie **Astronomické oko. Čo by mal hviezdny tulák vedieť o ľudskom oku, aby sa mohol správne dívať do vesmíru** pre povolenie citácií a parafrázovania jeho textov v úlohe Zdravé oko.

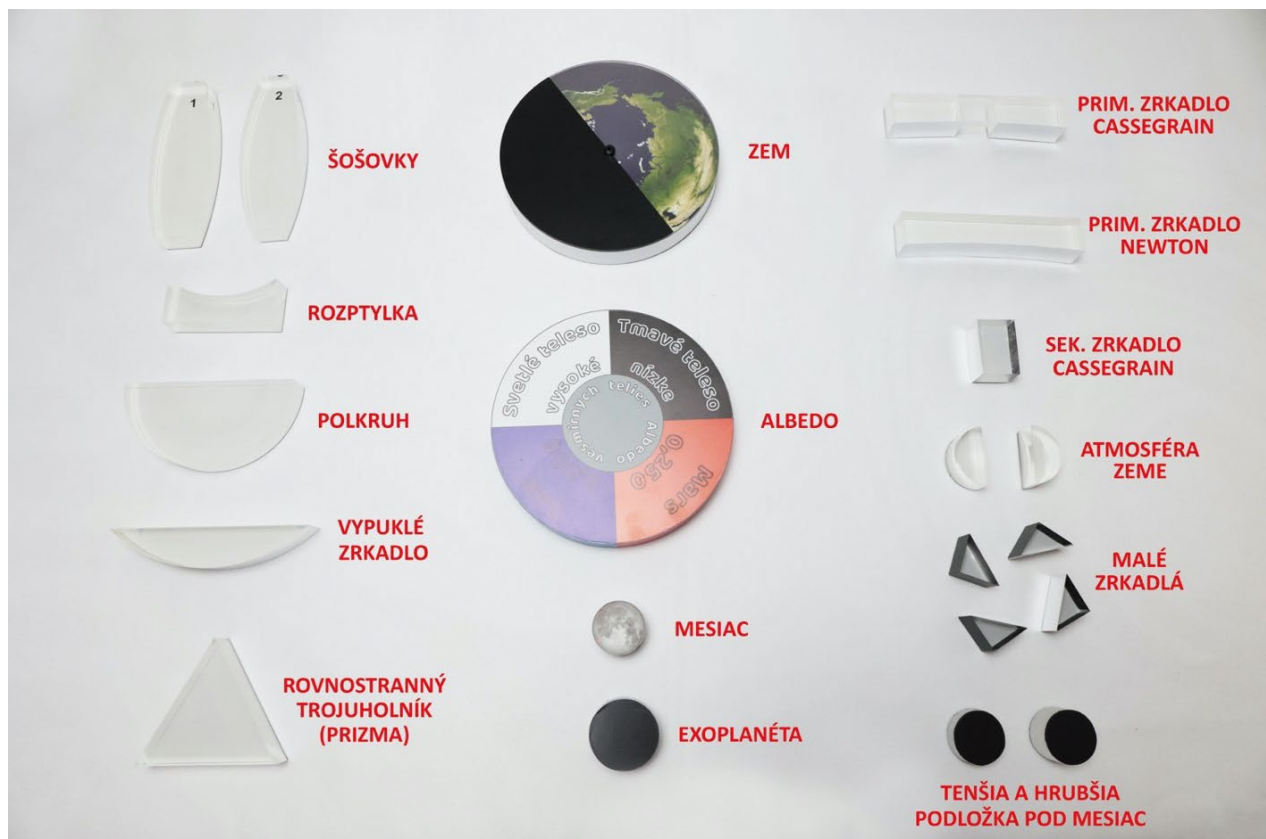
Všetky témy a úlohy sú navrhnuté na základe odborného vzdelania a praxe autorov a boli konzultované s predstaviteľmi slovenskej astronomickej obce.

Základ pomôcky, z ktorej boli použité niektoré experimenty, tvorí súprava Geometrická optika názorne a 5 lúčový Duo Laser Elektronik.

Zostavili: Mgr. Michal Figura (Kúzelná fyzika) a Mgr. Peter Benkovič (KVANT)

ZOZNAM OPTICKÝCH MODULOV

Zem
Mesiac
Albedo
Exoplanéta
Atmosféra Zeme (2 ks)
Hrubšia podložka pod Mesiac
Tenšia podložka pod Mesiac
Šošovka č. 1 (spojná šošovka)
Šošovka č. 2 (spojná šošovka)
Rozptylka (rozptylná šošovka)
Polkruh (spojná šošovka)
Rovnostranný trojuholník (prizma)
Vypuklé zrkadlo
Primárne zrkadlo Newton
Primárne zrkadlo Cassegrain
Sekundárne zrkadlo Cassegrain
Malé zrkadlo (4 ks)
Polarizačný filter



CONATEX – DIDACTIC UČEBNÍ POMŮCKY s.r.o. – Velvarská 31 – 160 00 Praha 6

Tel.: 224 310 671 – Tel./Fax: 224 310 676

Email: conatex@conatex.cz – <http://www.conatex.cz>

ZOZNAM PRACOVNÝCH VÝKRESOV

- 01 - Ľudské oko
- 02 - Spektrum elektromagnetického žiarenia
- 03 - Fázy Mesiaca
- 04 - Zatmenia
- 05 - Albedo
- 06 - Galileov ďalekohľad
- 07 - Keplerov ďalekohľad
- 08 - Sférická aberácia a jej oprava
- 09 - Newtonov ďalekohľad
- 10 - Cassegrainov ďalekohľad
- 11 - Primárne zrkadlá vesmírnych teleskopov
- 12 - Rádiateleskopy
- 13 - Exoplanéty
- 14 - Premenné hviezdy

Poznámka:

Niektoré výkresy sa pri jednotlivých úlohách používajú viackrát.



CONATEX – DIDACTIC UČEBNÍ POMŮCKY s.r.o. – Velvarská 31 – 160 00 Praha 6

Tel.: 224 310 671 – Tel./Fax: 224 310 676

Email: conatex@conatex.cz – <http://www.conatex.cz>

ZOZNAM ZDROJOV SVETLA

Laserový zdroj svetla - viacfarebný lúčový laserový zdroj svetla (5 lúčový Duo Laser Elektronik), v rámci ktorého je integrovaný aj zdroj bieleho svetla (1 ks bielej LED diódy). Stredný (zelený) laserový lúč predstavuje optickú os.

LED zdroj svetla – plošný zdroj bieleho svetla s viac kusmi bielych LED diód.

Napájací zdroj (adaptér) – k obidvom zdrojom svetla je rovnaký a používa sa vždy iba pre napájanie jedného zdroja svetla. Nie je možné zapojiť obidva zdroje svetla súčasne.

Poznámka:

Pri jednotlivých úlohách predstavujú tieto zdroje svetla rôzne pohľady zo Zeme smerom k nim – do vesmíru.

ZOZNAM TÉM A POČET ÚLOH V TÉME

- 1 - Pohľad na oblohu (1 úloha)
- 2 - Spektrum elektromagnetického žiarenia (1 úloha)
- 3 - Fázy Mesiaca (4 úlohy)
- 4 - Zatmenia (7 úloh)
- 5 - Albedo (3 úlohy)
- 6 - Astronomické ďalekohľady (9 úloh)
- 7 - Hľadanie exoplanét zákrytovou metódou (2 úlohy)
- 8 - Premenné hviezdy (2 úlohy)

Poznámka:

Súprava obsahuje celkom 29 úloh. Všetky témy a úlohy môžu byť lektorom alebo učiteľom doplnené o súvisiacu teóriu z oblasti fyziky, optiky, matematiky, geometrie a pod.

PRÍSLUŠENSTVO

Magnetická tabuľa s opierkou na prezentáciu vo zvislej polohe.
Magnetky pre uchytenie výkresov na magnetickú tabuľu (6 ks).
Zbierka úloh a manuál.

Poznámka:

Niektoré moduly sú v rôznych úlohách použité aj ako pomocné moduly, ktoré znázorňujú iné predmety alebo telesá.

Táto súprava je konštrukčne prevedená v 2D, preto sú objekty ako Zem, Mesiac, Exoplanéta a pod. vyhotovené v tvare kruhu a valca, nie v tvare gule.

Z obsahu sady sa dajú použiť niektoré optické moduly (napr. šošovka, rozptylka, polkruh, zrkadlá) na vysvetlenie a znázornenie ďalších optických javov (lom svetla, odraz svetla atď.)

Súvisiace a odporúčané sady:

Kompletní magnetická optická sada bez tabule a laseru (obj.č. 1075203)

Doplňková magnetická optická sada plus (obj.č. 1075205)

TÉMA: POHĽAD NA OBLOHU

ÚLOHA 1: ZDRAVÉ OKO

Číslo úlohy: 1

Pomôcky:

Výkres č. 1, laserový zdroj svetla, šošovka č. 1, šošovka č. 2

Príprava:

Laserový zdroj svetla umiestnite mimo výkres tak, aby bol čo najbližšie k jeho ľavému okraju. Jeho presnú polohu určuje optická os na výkrese, ktorej zodpovedá stredný (zelený) lúč.

Aktivita 1:

Na výkres priložte na vyznačené miesto šošovku č. 1. Laserový zdroj svetla predstavuje pohľad na bod v nekonečne (*hviezda*). Zapnite všetkých 5 lúčov. Nastavte polohu laserového zdroja svetla tak, aby stredný (zelený) lúč svietil v *optickej osi*. Na *sietnici* pozorujte zaostrený bod (*hviezdu*).

Zhrnutie 1:

Zdravé oko zaostruje nekonečný bod priamo na sietnici v optickej osi (nie pred ani za sietnicou). Zdravým okom by ste na nočnej oblohe mali vidieť *dvojhviezdu* Alcor a Mizar. (Alcor je slabá hviezda v blízkosti hviezdy Mizar, ktorá je druhou hviezdou oja Veľkého voza - chvosta *súhvezdia* Veľkej medvedice).

Aktivita 2:

Na výkres doplňte na vyznačené miesto šošovku č. 2. Pozorujte, ako sa zmení *ohnisková vzdialenosť* optickej sústavy (šošovky 1 a 2) a smerovanie lúčov.

Zhrnutie 2:

Ak pred oko vložíme spojnú šošovku (alebo sústavu šošoviek) s ohniskovou vzdialenosťou menšou ako je konvenčná zrková vzdialenosť ($d = \text{cca } 25 \text{ cm}$), vznikne spolu s okom *optická sústava*, ktorá má väčšiu *optickú mohutnosť* ako samotné oko. Keď je pozorovaný predmet s výškou (y) medzi *ohniskom* a šošovkou, oko vidí obraz pod väčším zorným uhlom (\square') ako je pôvodný zorný uhol (\square) (viď: spodný obrázok na výkrese). Pomer týchto uhlov sa nazýva *uhlové zväčšenie*. Obraz je neskutočný, zväčšený a priamy. Takto funguje lupa. Rovnaký princíp sa používa aj v ďalekohľadoch, kde šošovka objektívu sústredí lúče smerujúce od pozorovaného predmetu pred okulár a my sa na tento zmenšený obraz pozeráme okulárovou šošovkou ako cez lupu.

Aktivita 3:

Prstom zakryte vrchný lúč pred miestom, odkiaľ vyžaruje a ktorý prechádza cez „nos“ súhvezdia Veľkej medvedice. Pozorujte, že na sietnici sa zakryje spodný lúč.

Zhrnutie 3:

Hoci je na sietnici obraz prevrátený, mozog si tento obraz prevráti a my ho vnímame ako reálny (priamy).

Pre astronomické pozorovania je veľmi dôležitá *akomodácia* (zaostrovanie).

Pri neakomodovanom oku vzniká ostrý obraz na sietnici pre vzdialené predmety a blízke predmety vytvárajú obraz za sietnicou. Pri akomodovanom oku vzniká ostrý obraz pre blízke predmety a vzdialené sa premietajú pred sietnicou.¹

Ostrosť zraku klesá s intenzitou svetla, preto pri nočných pozorovaniach dochádza k skotopickému (nočnému) videniu.²

Adaptácia na tmu je jednou z najdôležitejších častí prípravy pred začatím nočného pozorovania. K dostatočnej adaptácii dochádza asi po 30 min. pobytu v tme a oko je citlivejšie na svetlo ako za jasného dňa.³

Objekt slabej svetelnej intenzity vidíte lepšie, ak sa na neho nepozeráte priamo. Ide o bočné videnie (pohľad), ktoré je najčastejšou používanou formou astronómov.⁴

Terminológia:

Šošovka – sklo, kremeň alebo iná priehľadná látka ohraničená dvoma guľovými plochami či guľovou plochou a rovinou.

Laser – kvantový generátor a zosilňovač monochromatického žiarenia.

Hviezda – plazmatický objekt sférického tvaru s hmotnosťou väčšou ako 80 hmotností Jupitera, v ktorom prebieha alebo v minulosti prebiehala termojadrová fúzia vodíka alebo ťažších prvkov.

Optická os – priamka spájajúca stredy krivosti lámavých plôch.

Sietnica (retina) – tvorí vnútornú vrstvu oka a zaberá asi dve tretiny vnútorného povrchu očnej gule. Svetlo prechádzajúce optickým systémom oka vytvára na sietnici obraz, kde sa nachádzajú receptory schopné reagovať na svetelné a farebné podnety.⁵

Oko – zmyslový orgán sprostredkujúci svetelné vnemy.

Dvojhviezda – dvojica hviezd na oblohe s malou vzájomnou uhlovou vzdialenosťou.

Súhvezdie – presne ohraničená oblasť na oblohe, v ktorej sa spravidla nachádza výrazná skupina hviezd.

¹ BEGENI, P.: *Astronomické oko. Čo by mal hviezdny tulák vedieť o ľudskom oku, aby sa mohol správne dívať do vesmíru.* Hurbanovo : Slovenská ústredná hviezdáreň, 2015, s. 48.

² BEGENI, P.: *Astronomické oko. Čo by mal hviezdny tulák vedieť o ľudskom oku, aby sa mohol správne dívať do vesmíru.* Hurbanovo : Slovenská ústredná hviezdáreň, 2015, s. 82.

³ BEGENI, P.: *Astronomické oko. Čo by mal hviezdny tulák vedieť o ľudskom oku, aby sa mohol správne dívať do vesmíru.* Hurbanovo : Slovenská ústredná hviezdáreň, 2015, s. 157.

⁴ BEGENI, P.: *Astronomické oko. Čo by mal hviezdny tulák vedieť o ľudskom oku, aby sa mohol správne dívať do vesmíru.* Hurbanovo : Slovenská ústredná hviezdáreň, 2015, s. 161.

⁵ BEGENI, P.: *Astronomické oko. Čo by mal hviezdny tulák vedieť o ľudskom oku, aby sa mohol správne dívať do vesmíru.* Hurbanovo : Slovenská ústredná hviezdáreň, 2015, s. 76.

Ohnisková vzdialenosť – vzdialenosť ohniska od hlavnej roviny optickej sústavy.

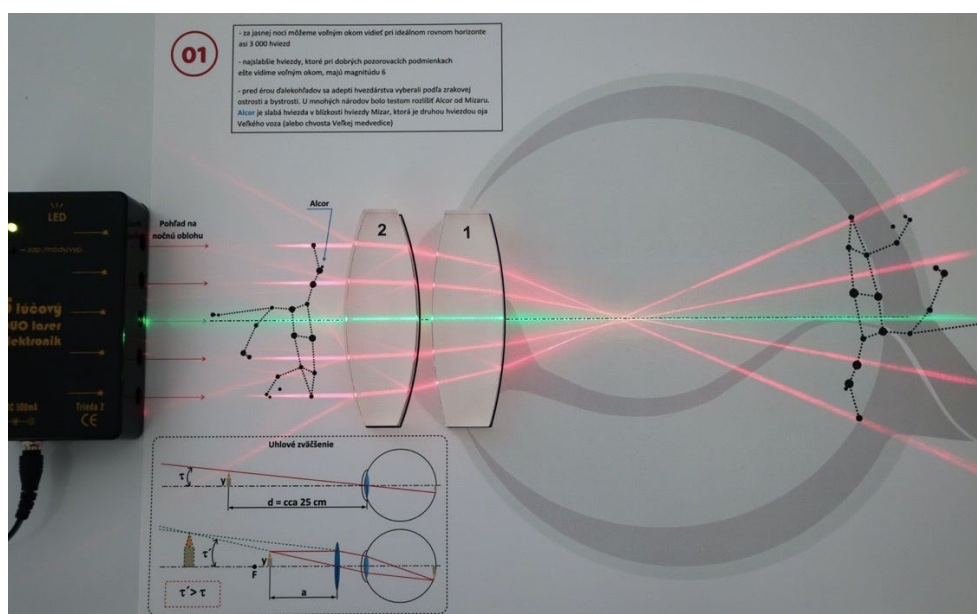
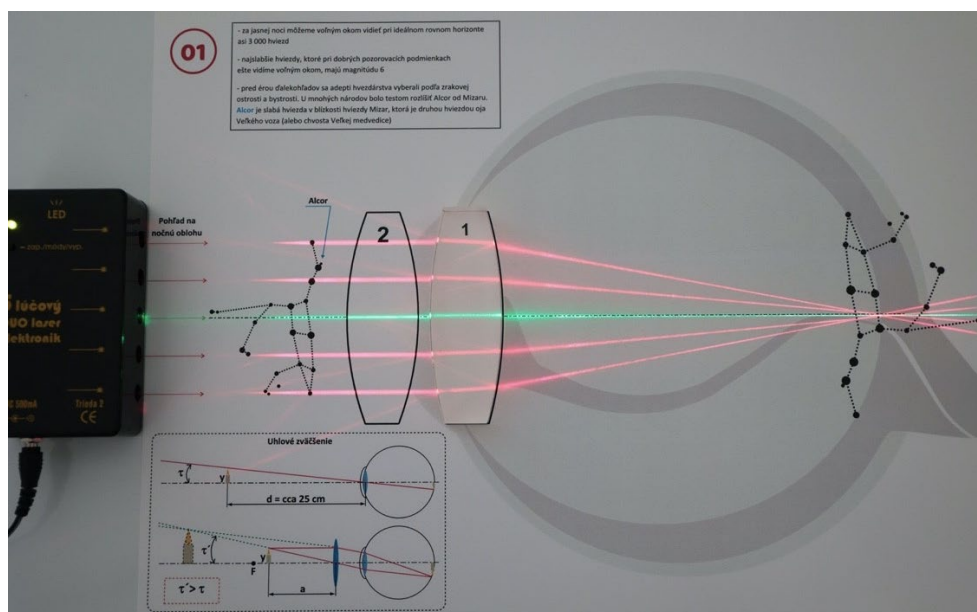
Optická sústava – súhrn lámavých a odrazových plôch, rozhraní optických prostredí a clôn, ktoré ovplyvňujú prechod svetla pri vytváraní obrazu.

Optická mohutnosť – prevrátená hodnota ohniskovej vzdialenosti vyjadrená v dioptriách.

Ohnisko = fokus – bod na optickej osi centrovanej optickej sústavy, v ktorom sa pretínajú paraxiálne lúče dopadajúce alebo vystupujúce rovnobežne s optickou osou.

Akomodácia – zmena optickej mohutnosti očnej šošovky.

Magnitúda = Hviezdna veľkosť = zdanlivá hviezdna veľkosť – relatívna fotometrická jednotka udávajúca jasnosť objektu na oblohe vzhľadom na referenčnú jasnosť.



TÉMA: SPEKTRUM ELEKTROMAGNETICKÉHO ŽIARENIA

ÚLOHA 2: VIDITEĽNÁ ČASŤ SPEKTRA – ROZKLAD SVETLA

Číslo úlohy: 2

Pomôcky:

Výkres č. 2, biela LED dióda v laserovom zdroji svetla, rovnostranný trojuholník (prizma - hranol), šošovka č. 1, vypuklé zrkadlo, primárne zrkadlo Newton – biela plocha

Príprava:

Na výkres priložte na vyznačené miesta všetky moduly a laserový zdroj svetla.

Aktivita:

Na laserovom zdroji svetla zapnite bielu LED diódu, ktorá predstavuje lúč bieleho svetla. Na bielej ploche primárneho zrkadla Newton pozorujte viditeľné spektrum *elektromagnetického žiarenia* - rozklad svetla na jeho farebné zložky (dúhu).

Zhrnutie:

Vesmír pozorujeme v celom *elektromagnetickom spektre*, nielen v jeho viditeľnej časti. Avšak, okom vidíme iba jeho malú časť.

Terminológia:

Hranol – v optike teleso z rovnorodnej priehľadnej látky ohraničené sústavou rovinných plôch.

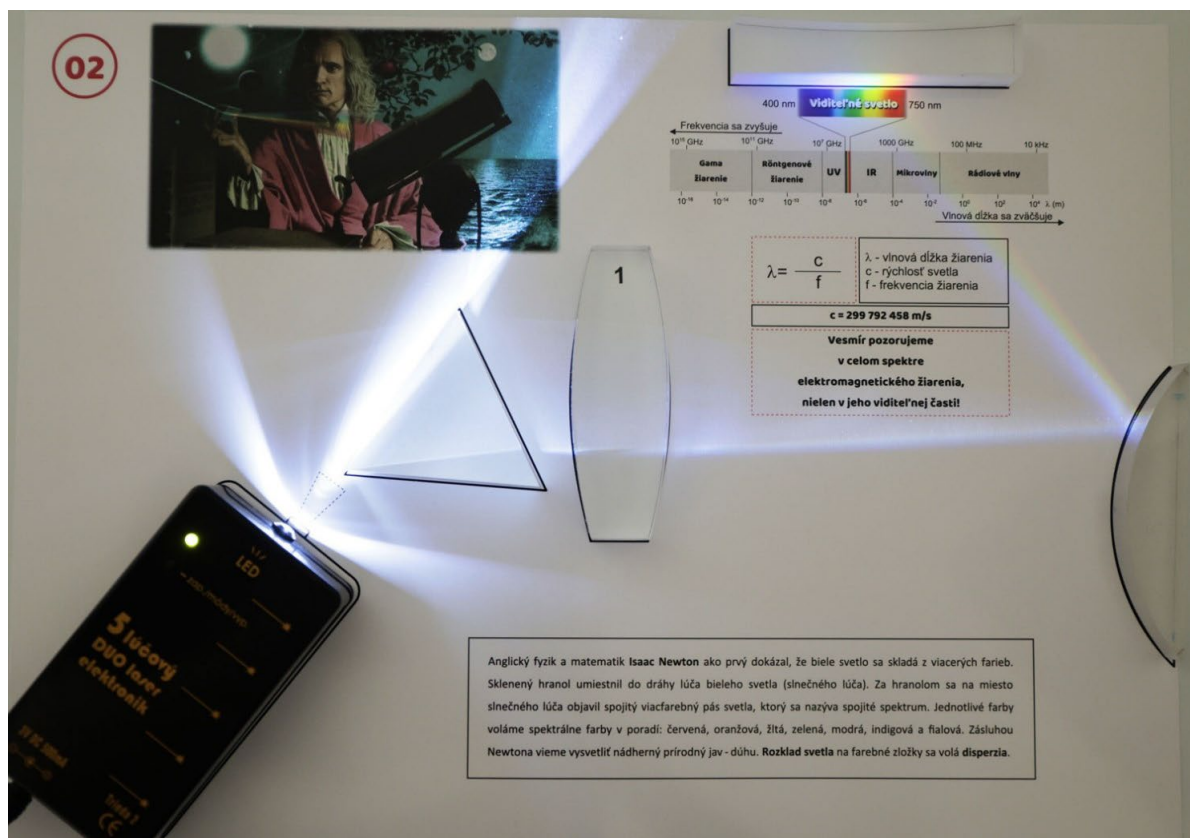
Viditeľné žiarenie = *svetlo* – elektromagnetické žiarenie s vlnovou dĺžkou od 400 do 750 nm, na ktoré je citlivé ľudské oko.

Zrkadlo – plocha odrážajúca žiarenie podľa zákona odrazu.

Elektromagnetické žiarenie – žiarenie emitované elektrickým nábojom pri jeho urýchlení alebo spomalení.

Elektromagnetické spektrum – elektromagnetické vlny v rozsahu vlnových dĺžok pokrývajúcich gama žiarenie, tvrdé a mäkké röntgenové žiarenie, ultrafialové žiarenie, viditeľné svetlo, infračervené žiarenie, milimetrové, centimetrové, krátke, stredné a dlhé rádiové vlny.

Vesmír = *kozmos* – súbor všetkých fyzikálne interagujúcich objektov, ktoré je astronómia a kozmológia schopná obsiahnuť svojou teóriou a experimentálno-observačnou praxou.



TÉMA: FÁZY MESIACA

ÚLOHA 3A: DEŇ A NOC, POLUDNIE A POLNOC, VÝCHOD A ZÁPAD SLNKA

Číslo úlohy: 3

Pomôcky:

Výkres č. 3, ledkový zdroj svetla, Zem

Príprava:

Na výkres priložte na vyznačené miesto ledkový zdroj svetla, ktorý predstavuje Slnko. Priložte modul Zem, pričom čierna časť rotujúceho disku je umiestnená vždy vpravo, čo znázorňuje, kde je tieň (odvrátená strana Zeme od Slnka). Otáčajte vždy iba modulom Zeme a rotujúci disk podržte prstami na mieste alebo otočte celý modul a rotujúci disk dotočte na pôvodnú polohu.

Aktivita 1:

Prvá časť úlohy prezentuje *deň a noc*.

Modul Zem priložte tak, aby vyznačená poloha Slovenska (červená bodka na mape) smerovala k Slnku a opačná strana modulu bola zakrytá čiernou časťou rotujúceho disku. Pozorujte, že na našej pologuli je deň a na opačnej je noc.

Ak je vyznačená poloha Slovenska na module Zeme kdekoľvek pod priesvitnou časťou disku, je na Slovensku deň. Ak je vyznačená poloha Slovenska na module Zeme kdekoľvek pod tmavou časťou disku, je na Slovensku noc.

Aktivita 2:

Druhá časť úlohy prezentuje *poludnie a polnoc*.

Modul Zem priložte tak, aby vyznačená poloha Slovenska (červená bodka na mape) smerovala k Slnku a bola k nemu presne v strede. Keď je Slnko v nadhlavníku (priamo nad hlavou), je poludnie. Otočte Zem v smere jej otáčania o 180 stupňov tak, aby bola poloha Slovenska zakrytá čiernou časťou, a aby bola presne v strede čiernej časti. Keď je Slnko na opačnej strane Zeme, je polnoc.

Pri presnom nastavení vyznačenej polohy Slovenska na module Zeme si pomôžte pootočením vrchného rotujúceho disku a potom ho vždy vráťte do správnej polohy - čierna časť rotujúceho disku je umiestnená vždy vpravo, čo znázorňuje, kde je tieň (odvrátená strana Zeme od Slnka).

Aktivita 3:

Tretia časť úlohy prezentuje *východ a západ Slnka*.

Východ Slnka – Zem otočte v smere jej otáčania tak, aby vyznačená poloha Slovenska bola na prelome dňa a noci a Slnko svietilo z východu (na mape oblasť Ruska). Ráno je Slnko na východe.

Západ Slnka – Zem otočte v smere jej otáčania tak, aby bola vyznačená poloha Slovenska opäť na hranici dňa a noci a Slnko svietilo zo západu (na mape oblasť Ameriky). Večer je Slnko na západe.

Zhrnutie:

Otáčaním Zeme okolo vlastnej osi vzniká zdanlivý pohyb Slnka po oblohe. Ráno je Slnko na východe. Na presné poludnie Slnko smeruje na juh a je najvyššie na oblohe. Postupuje ďalej na západ, kde večer zapadá. V noci Slnko svieti na opačnú stranu zemegule. O polnoci svieti presne na opačnú stranu od pozorovateľa. Ráno opäť vychádza na východe.

Terminológia:

Deň – čas medzi východom a západom Slnka.

Noc – časový interval medzi západom a východom Slnka.

Poludnie – okamih hornej kulminácie Slnka pre daný meridián.

Polnoc – okamih dolnej kulminácie Slnka pre daný meridián.

Východ – okamih prechodu nebeského telesa cez horizont pozorovacieho miesta.

Západ – okamih poklesu nebeského telesa pod horizont pozorovacieho miesta.

Meridián – najväčšia kružnica na nebeskej sfére, ktorá prechádza svetovým pólom a zenitom pozorovacieho miesta; pretína horizont v južnom a severnom bode.

