

ASTRO LASERSET

TAAKVERZAMELING EN HANDLEIDING



INHOUD

Lijst van optische modules	4
Lijst van werkbladen	5
Lijst van lichtbronnen	6
Lijst van onderwerpen en aantal taken in het onderwerp	6
Accessoires	7
Onderwerp: Uitzicht op de hemel.....	8
<i>Opdracht 1: Gezond oog.....</i>	<i>8</i>
Onderwerp: Elektromagnetisch stralingsspectrum	10
<i>Opdracht 2: Zichtbaar deel van het spectrum - dispersie van licht.....</i>	<i>10</i>
Onderwerp: Maanfasen	11
<i>Opdracht 3a: Dag en nacht, middag en middernacht, zonsopgang en zonsondergang</i>	<i>11</i>
Onderwerp: Maanfasen	14
<i>Opdracht 3b: Bewegingen van de maan</i>	<i>14</i>
Onderwerp: Maanfasen	16
<i>Opdracht 3c: Individuele fasen van de maan</i>	<i>16</i>
Onderwerp: Maanfasen	18
<i>Opdracht 3d: Maanfasen bekijken vanaf verschillende plaatsen op aarde.....</i>	<i>18</i>
Onderwerp: Verduisteringen	20
<i>Opdracht 4a: Totale zonsverduistering.....</i>	<i>20</i>
Onderwerp: Verduisteringen	22
<i>Opdracht 4b: Totale maansverduistering</i>	<i>22</i>
Onderwerp: Verduisteringen	23
<i>Opdracht 4c: Bloed Maan</i>	<i>23</i>
Onderwerp: Verduisteringen	25
<i>Opdracht 4d: Partiële en penumbrale maansverduistering</i>	<i>25</i>
Onderwerp: Verduisteringen	28
<i>Opdracht 4e: Gedeeltelijke zonsverduistering.....</i>	<i>28</i>
Onderwerp: Verduisteringen	29
<i>Opdracht 4f: Maan in apogeum en perigeum.....</i>	<i>29</i>
Onderwerp: Verduisteringen	31

<i>Opdracht 4g: Ringvormige zonsverduistering</i>	31
Onderwerp: Albedo	33
<i>Opdracht 5a: Zonneschijn van de maan</i>	33
Onderwerp: Albedo	35
<i>Opdracht 5b: Albedo van hemellichamen</i>	35
Onderwerp: Albedo	38
<i>Opdracht 5c: De betekenis van albedo bij asteroïde-observatie</i>	38
Onderwerp: Astronomische telescopen	40
<i>Opdracht 6: Galilei-telescoop</i>	40
Onderwerp: Astronomische telescopen	42
<i>Opdracht 7: Kepler-telescoop</i>	42
Onderwerp: Astronomische telescopen	44
<i>Opdracht 8: Sferische aberratie en de correctie ervan</i>	44
Onderwerp: Astronomische telescopen	47
<i>Opdracht 9: Newtontelescoop</i>	47
Onderwerp: Astronomische telescopen	49
<i>Opdracht 10: Cassegrain telescoop</i>	49
Onderwerp: Astronomische telescopen	51
<i>Opdracht 11a: Monolithische hoofdspiegel van de ruimtetelescoop - Hubble ruimtetelescoop</i>	51
Onderwerp: Astronomische telescopen	53
<i>Opdracht 11b: Samengestelde primaire spiegel van de ruimtetelescoop - James Webb ruimtetelescoop</i>	53
Onderwerp: Astronomische telescopen	56
<i>Opdracht 12a: Klassieke radiotelescoop en communicatie in de ruimte</i>	56
Onderwerp: Astronomische telescopen	58
<i>Taak 12b: Geavanceerde radiotelescoop</i>	58
Onderwerp: Zoeken naar exoplaneten met eclipsmethode	60
<i>Opdracht 13: Lichtkromme van exoplaneet</i>	60
Onderwerp: Zoeken naar exoplaneten met eclipsmethode	62
<i>Opdracht 13b: Lichtkromme van het planetenstelsel</i>	62
Onderwerp: Veranderlijke sterren	64
<i>Opdracht 14a: Veranderlijke ster</i>	64
Onderwerp: Veranderlijke sterren	67
<i>Opdracht 14b: Pulsar</i>	67

LED-lichtbron	69
Technische specificaties: LED-lichtbron	69
Laserlichtbron - 5 bundels DUO laser ray box electronic met witte LED.....	70
Toepassing: 5 straal DUO laser ray box elektronische met witte LED	70
Technische specificaties: 5 bundels DUO laser ray box elektronisch met witte LED.....	72
Elektrische veiligheidsmaatregelen en garantie	72
Instructies laserveiligheid - algemeen	73
Informatie- en waarschuwingsetiketten	73
Lijst van auteurs van foto's.....	74

LIJST VAN OPTISCHE MODULES

Aarde

Maan

Albedo

Exoplaneet

Aardatmosfeer (2 stuks)

Dikkere mat onder de Maan

Dunnere mat onder de Maan

Lens nr. 1 (convergerende biconvexe lens) Lens nr. 2 (convergerende biconvexe lens) Plano-concaaf lens

Halve cirkel (convergerende planoconvexe lens)

Gelijkzijdige driehoek (prisma)

Convexe spiegel

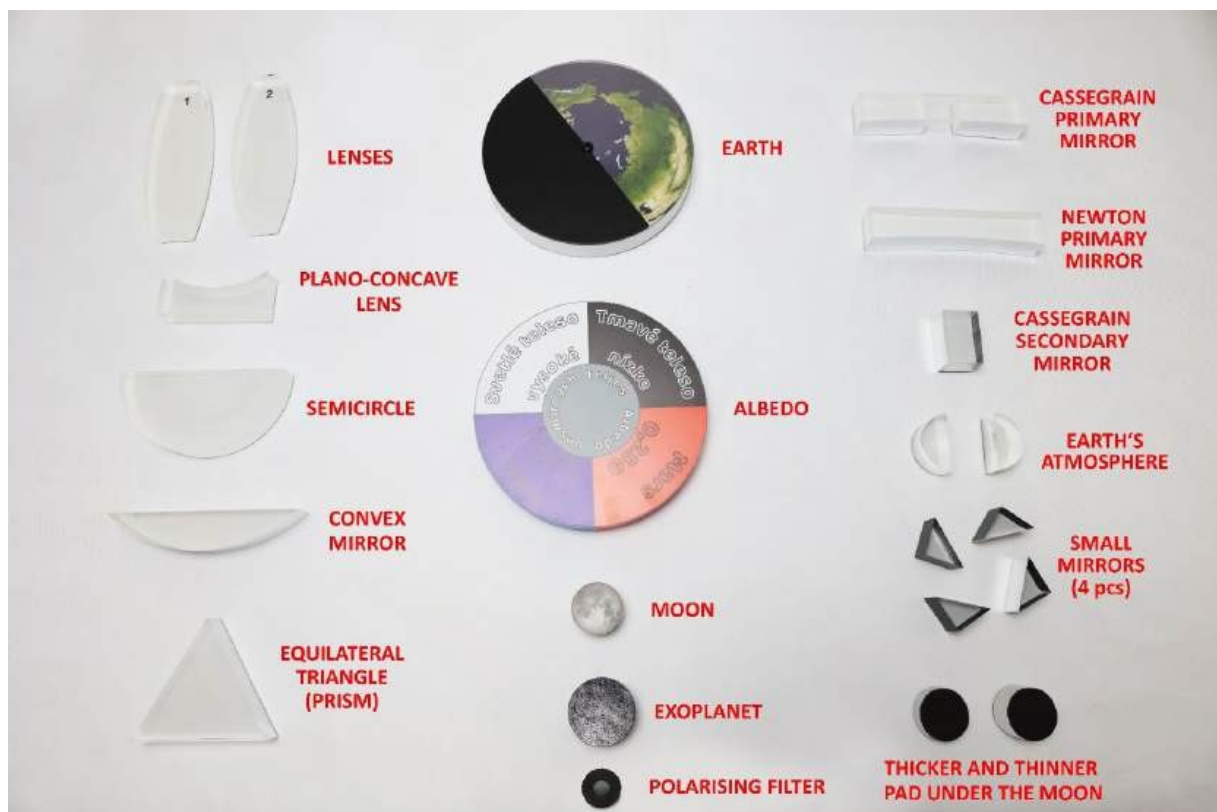
Newton primaire spiegel (holle spiegel)

Cassegrain primaire spiegel (holle spiegel)

Cassegrain secundaire spiegel

Kleine spiegel (4 stuks)

Polarisatiefilter



LIJST VAN WERKBLADEN

- 01 - Het menselijk oog
- 02 - Elektromagnetisch stralingsspectrum
- 03 - Fasen van de maan
- 04 - Verduisteringen
- 05 - Albedo
- 06 - Galilei telescoop
- 07 - Kepler telescoop
- 08 - Sferische aberratie en de correctie ervan
- 09 - Newtontelecoop
- 10 - Cassegrain telescoop
- 11 - Primaire spiegels van ruimtetelescopen
- 12 - Radiotelescopen
- 13 - Exoplaneten
- 14 - Veranderlijke sterren

Opmerking:

Sommige bladen worden meerdere keren gebruikt voor elke taak.



LIJST VAN LICHTBRONNEN

Laserlichtbron - meerkleurige laserlichtbron (5 bundels DUO laser ray box electronic), waarin ook een witte lichtbron (1 witte LED) is geïntegreerd. Elke taak waarbij een laserlichtbron wordt gebruikt, is ontworpen met alle 5 bundels vertegenwoordigd. De middelste (groene) laserstraal vertegenwoordigt de optische as.

LED lichtbron - een platte witte lichtbron met meerdere stukken witte LED diodes.

Voeding (adapter) - Deze is hetzelfde voor beide lichtbronnen en wordt altijd alleen gebruikt om één lichtbron te voeden. Het is niet mogelijk om beide lichtbronnen tegelijkertijd aan te sluiten.

Opmerking:

In elke taak vertegenwoordigen deze lichtbronnen verschillende aanzichten vanaf de aarde naar hen toe - de ruimte in.

LIJST MET ONDERWERPEN EN AANTAL TAKEN IN HET ONDERWERP

- 1 - Uitzicht op de hemel (1 opdracht)
- 2 - Elektromagnetisch stralingsspectrum (1 opdracht)
- 3 - Fasen van de maan (4 taken)
- 4 - Eclipsen (7 taken)
- 5 - Albedo (3 taken)
- 6 - Astronomische telescopen (9 taken)
- 7 - Zoeken naar exoplaneten met eclipsmethode (2 taken)
- 8 - Veranderlijke sterren (2 taken)

Opmerking:

De set bevat in totaal 29 opgaven. Alle onderwerpen en taken kunnen door de docent worden aangevuld met gerelateerde theorie op het gebied van natuurkunde, optica, wiskunde, meetkunde, enz.

ACCESSOIRES

- magneetbord met draagstaaf voor verticale presentatie
- magneten om werkbladen aan een magneetbord te bevestigen (6 stuks)
- taakverzameling en handleiding

Opmerking:

Sommige modules worden ook gebruikt in verschillende taken als hulpmodules die andere objecten of lichamen voorstellen. Deze set is structureel ontworpen in 2D, dus er zijn objecten zoals Aarde, Maan, Exoplaneet, etc. gemaakt in de vorm van een cirkel en een cilinder, niet in de vorm van een bol.

Sommige optische modules (bv. lens, holle lens, halve cirkel, spiegels) kunnen worden gebruikt om andere optische verschijnselen (lichtbreking, lichtweerskaatsing enz.) uit te leggen en te illustreren.

Verwante en aanbevolen kits:

Ray optics demonstratieset

Straaloptiek demonstratieset PLUS



TOPIC: ZICHT OP DE HEMEL

TAAK 1: GEZOND OOG

Taaknummer: 1

Uitrusting:

Blad nr. 1, laserlichtbron, lens nr. 1, lens nr. 2

Vorbereiding:

Plaats de laserlichtbron buiten het blad, zo dicht mogelijk bij de linkerrand. De exacte positie wordt bepaald door de optische as in het blad, die overeenkomt met de middelste (groene) straal.

Activiteit 1:

Bevestig lens nr. 1 op de gemarkeerde plaats op het blad. De laserlichtbron is een beeld van een punt op oneindig (ster). Zet alle 5 stralen aan. Stel de positie van de laserlichtbron zo in dat de middelste (groene) straal in de optische as schijnt. Observeer het focuspunt (ster) op het netvlies.

Samenvatting 1:

Het gezonde oog richt een oneindig punt direct op het netvlies in de optische as (niet voor of achter het netvlies). Met een gezond oog zou je de dubbelsterren Alcor en Mizar aan de nachtelijke hemel moeten zien. (Alcor is een zwakke ster in de buurt van de ster Mizar, die de tweede ster is van de draagbalk van de Grote Beer - de staart van het sterrenbeeld Ursa Major).

Activiteit 2:

Voeg lens nr. 2 toe op de gemarkeerde plaats. Kijk hoe de brandpuntsafstand van het optische systeem (lenzen 1 en 2) en de richting van de stralen veranderen.

Samenvatting 2:

Als we een contactlens (of lensstelsel) voor het oog plaatsen met een brandpuntsafstand die kleiner is dan de conventionele visuele afstand ($d =$ ongeveer 25 cm), ontstaat er samen met het oog een optisch systeem dat een groter optisch vermogen heeft dan het oog zelf. Wanneer een object met een hoogte (y) tussen het brandpunt en de lens wordt waargenomen, ziet het oog het beeld onder een grotere gezichtshoek (τ') dan de oorspronkelijke gezichtshoek (τ) (zie: onderste afbeelding in de tekening). De verhouding van deze hoeken wordt hoekvergroting genoemd. Het beeld is onecht, vergroot en rechte lijnig. Zo werkt het vergrootglas.

Hetzelfde principe wordt gebruikt in verrekijkers, waarbij de lens van het objectglas de stralen van het waargenomen object voor het oculair scherpstelt en we door de oculairlens naar dit verkleinde beeld kijken als door een vergrootglas.

Activiteit 3:

Gebruik je vinger om de bovenste straal af te dekken vanaf de plaats waar hij straalt en die door de "neus" van het sterrenbeeld Ursa Major gaat. Merk op dat de onderste straal op het netvlies verborgen blijft.

Samenvatting 3:

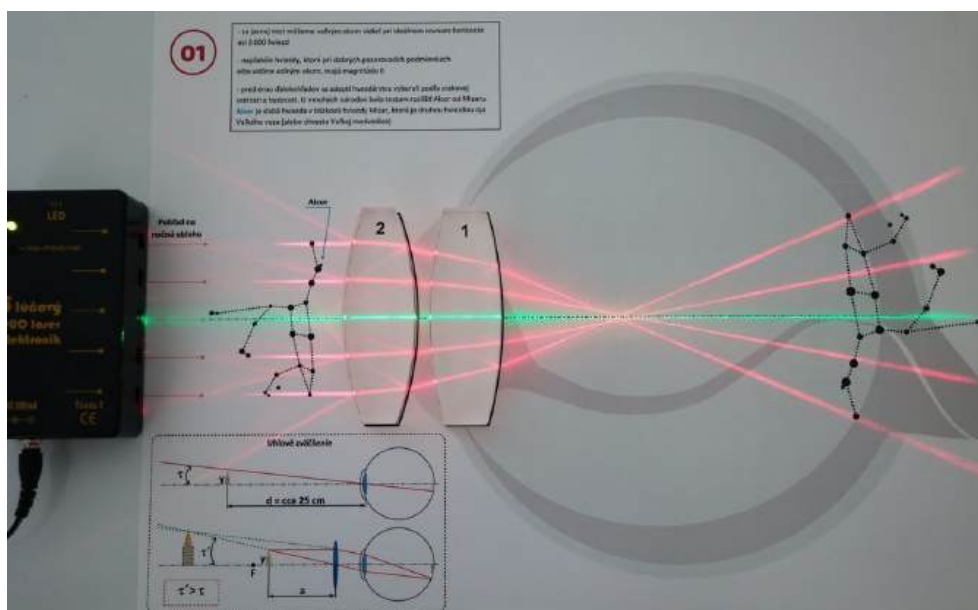
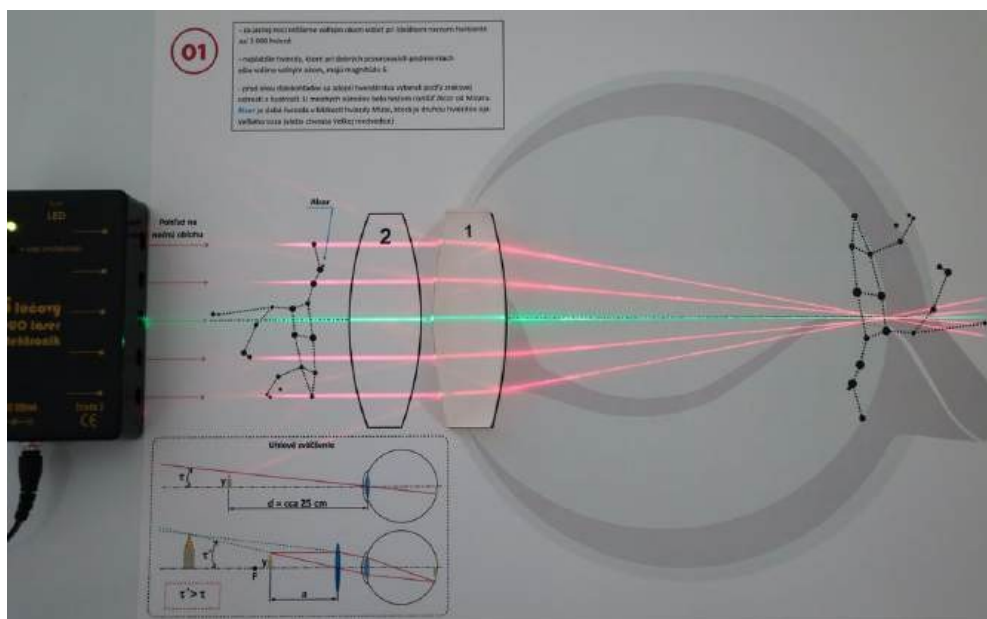
Hoewel het beeld op het netvlies omgekeerd is, keren de hersenen het beeld om en nemen we het als echt (direct) waar. Accommodatie (scherpstellen) is heel belangrijk voor astronomische waarnemingen.

Met het niet-geaccommodeerde oog wordt een scherp beeld gecreëerd op het netvlies voor objecten die ver weg zijn en vormen objecten die dichtbij zijn een beeld achter het netvlies. Met het geaccommodeerde oog wordt een scherp beeld gecreëerd voor objecten dichtbij en worden de objecten veraf voor het netvlies geprojecteerd.

De gezichtsscherpte neemt af met de intensiteit van het licht, daarom treedt scotopisch (nacht) zicht op tijdens nachtwaarnemingen.

Aanpassing aan de duisternis is een van de belangrijkste onderdelen van de voorbereiding op nachtwaarnemingen. Na ongeveer 30 minuten verblijf in het donker treedt voldoende aanpassing op en is het oog gevoeliger voor licht dan op een heldere dag.

Je kunt een object met weinig licht beter zien als je er niet direct naar kijkt. Dit is laterale visie, de meest gebruikte vorm voor astronomen.



TOPIC: ELEKTROMAGNETISCH STRALINGSSPECTRUM

OPDRACHT 2: ZICHTBAAR DEEL VAN HET SPECTRUM - VERSPREIDING VAN LICHT

Taaknummer: 2

Uitrusting:

Blad nr. 2, witte LED in laserlichtbron, gelijkzijdige driehoek (prisma), lens nr. 1, convexe spiegel, Newton primaire spiegel - wit oppervlak

Voorbereiding:

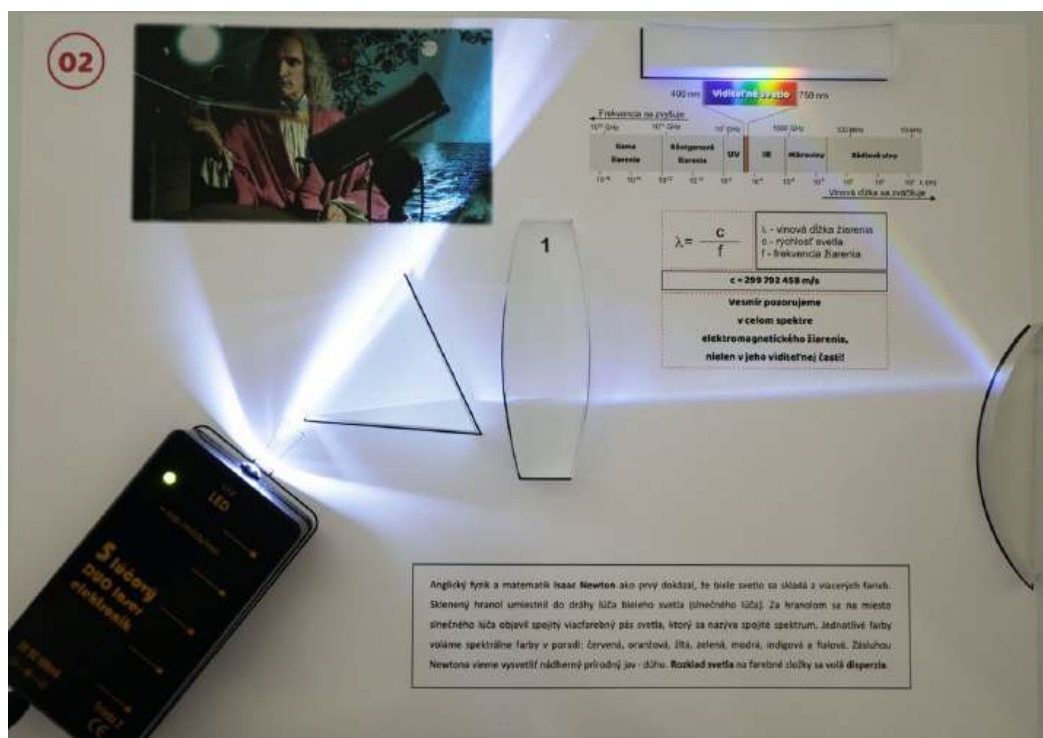
Bevestig alle modules en de laserlichtbron op de gemarkeerde plaatsen op het blad.

Activiteit:

Zet op de laserlichtbron de witte LED aan, die een bundel wit licht vormt. Observeer op het witte oppervlak van de Newton primaire spiegel het zichtbare spectrum van elektromagnetische straling - de dispersie van licht in zijn gekleurde componenten (regenboog).

Samenvatting:

We observeren het universum in het hele elektromagnetische spectrum, niet alleen in het zichtbare deel. Met het oog zien we echter maar een klein deel ervan.



TOPIC: FASEN VAN DE MAAN

OPDRACHT 3A: DAG EN NACHT, MIDDAG EN MIDDERNACHT, ZONSOPGANG EN ZONSONDERGANG

Taaknummer: 3

Uitrusting:

Blad nr. 3, LED lichtbron, Aarde

Voorbereiding:

Bevestig de LED-lichtbron, die de zon voorstelt, op de gemarkeerde plaats op het blad. Bevestig de Aardemodule, met het zwarte deel van de draaiende schijf altijd aan de rechterkant, die aangeeft waar de schaduw is (de andere kant van de Aarde dan de Zon). Draai altijd alleen de Aardemodule en houd de draaiende schijf op zijn plaats met je vingers, of draai de hele module en draai de draaiende schijf in zijn oorspronkelijke positie.

Activiteit 1:

Het eerste deel van de taak stelt dag en nacht voor.

Plaats de aardmodule zo dat de gemarkeerde positie van Oost-Europa (rode stip op de kaart) naar de zon is gericht en de andere kant van de module wordt bedekt door het zwarte deel van de draaiende schijf. Merk op dat het op ons halfrond dag is en omgekeerd nacht.

Als de positie van Oost-Europa op de aardmodule ergens onder het doorschijnende deel van de schijf staat, is het dag in Oost-Europa. Als de positie van Oost-Europa op de aardmodule ergens onder het donkere deel van de schijf staat, is het nacht in Oost-Europa.

Activiteit 2:

Het tweede deel van de opdracht stelt de middag en middernacht voor.

Bevestig de aardmodule zo dat de gemarkeerde positie van Oost-Europa (rode stip op de kaart) naar de zon wijst en precies in midden staat. Als de zon in het zenit staat (recht boven je hoofd), het middag. Draai de Aarde 180 graden in de draairichting zodat de positie van Oost-Europa bedekt wordt door het zwarte gedeelte en zodat het precies in het midden van het zwarte gedeelte is. Als de zon aan de andere kant van de aarde staat, is het middernacht.

Helpt je om de gemarkeerde positie van Oost-Europa op de aardmodule nauwkeurig in te stellen door aan de bovenste draaischijf te draaien en deze vervolgens altijd terug te brengen naar de juiste positie - het zwarte deel van de draaischijf bevindt zich altijd aan de rechterkant, wat aangeeft waar de schaduw is (de andere kant van de aarde dan de zon).

Activiteit 3:

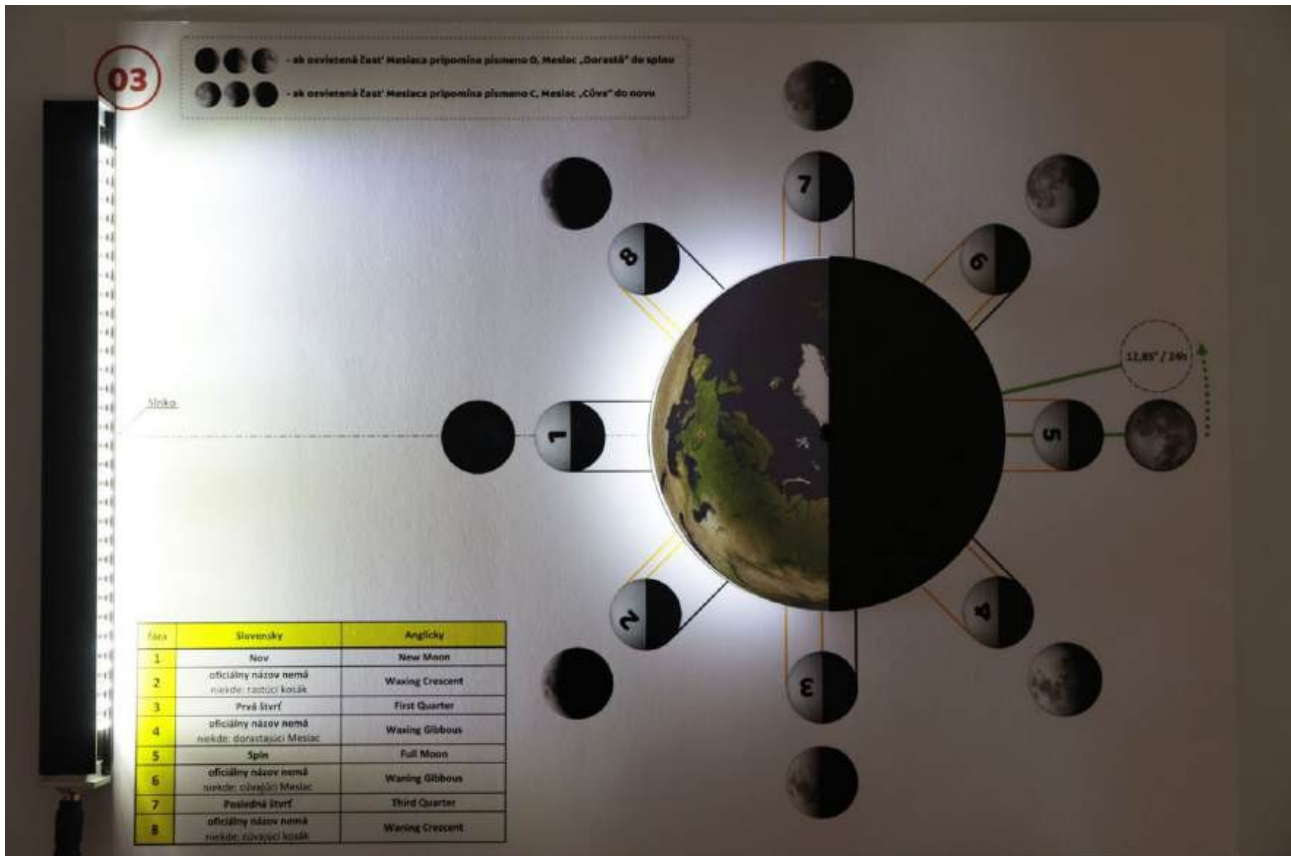
Het derde deel van de opdracht presenteert de zonsopgang en zonsondergang.

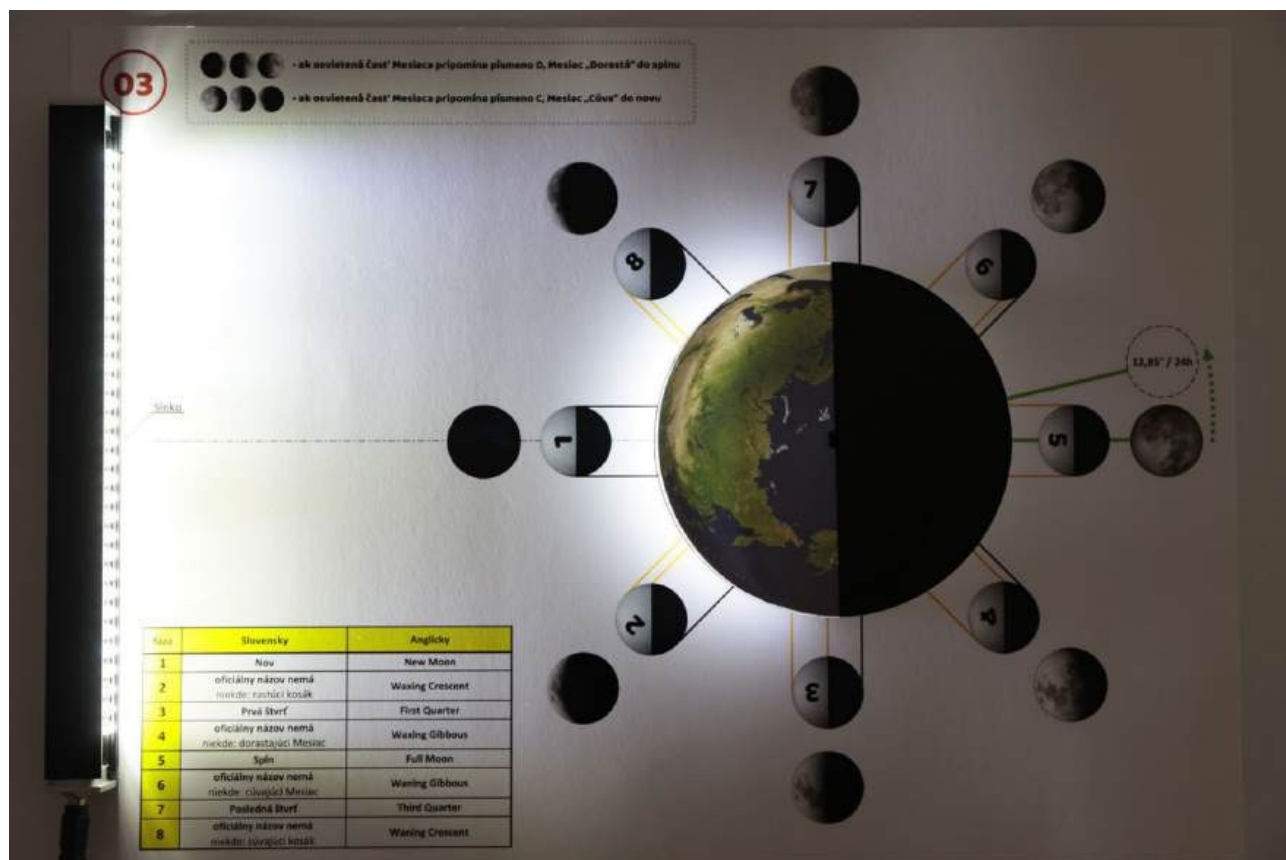
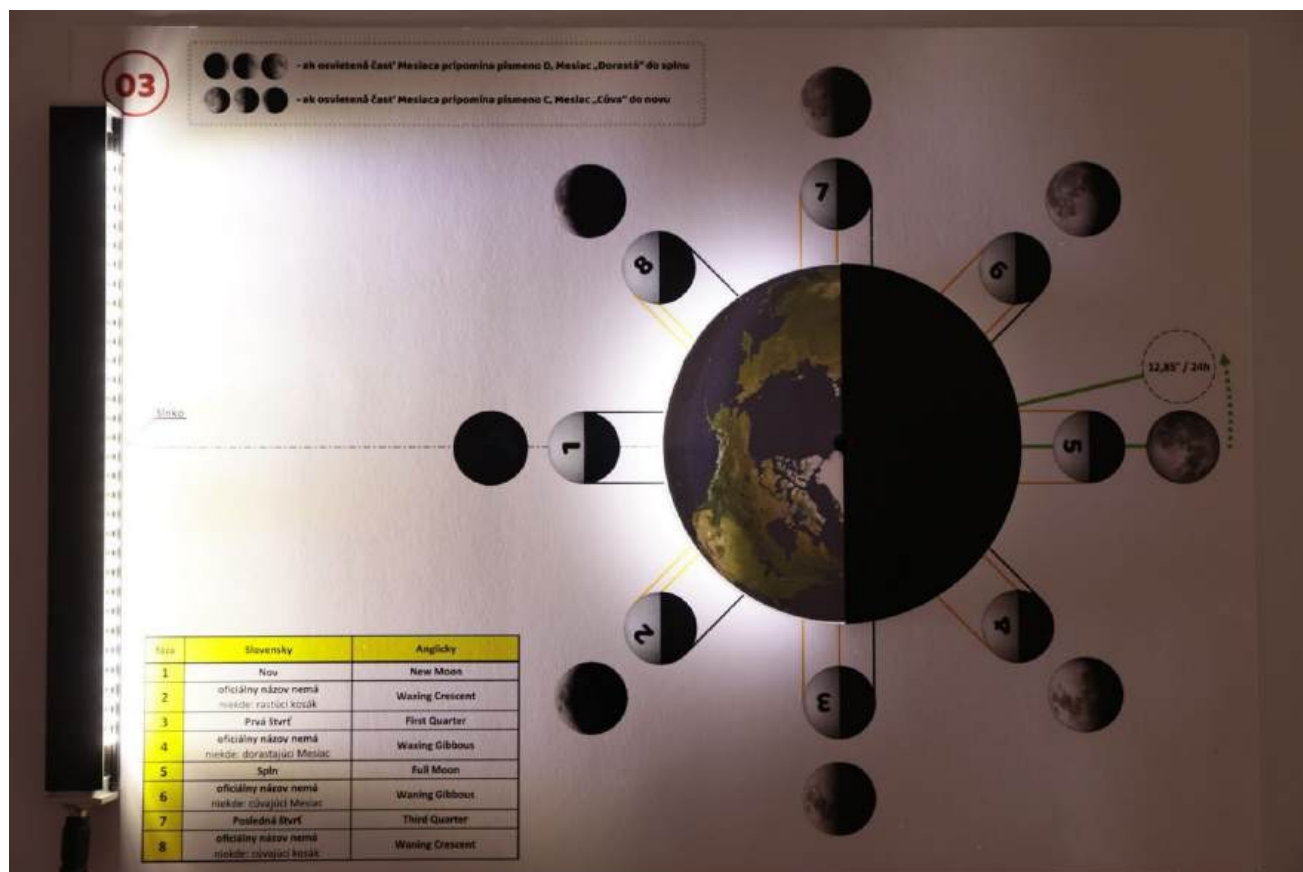
Zonsopgang - draai de Aarde in de richting van haar rotatie zodat de gemarkeerde positie van Oost-Europa zich op het keerpunt van dag en nacht bevindt en de Zon vanuit het oosten schijnt (op het kaartgebied van Rusland). In de ochtend komt de zon op.

Zonsondergang - draai de Aarde in de draairichting zodat de positie van Oost-Europa weer op de grens van dag en nacht ligt en de Zon vanuit het westen schijnt (op het kaartgebied van Amerika). s Avonds staat de Zon in het westen.

Samenvatting:

Doordat de aarde om haar eigen as draait, lijkt het alsof de zon langs de hemel beweegt. s Ochtends komt de Zon op in het oosten. Om precies twaalf uur 's middags gaat de Zon naar het zuiden en staat het hoogst aan de hemel. Hij gaat verder naar het westen, waar hij 's avonds ondergaat. s Nachts schijnt de Zon aan de andere kant van de aardbol. Om middernacht schijnt hij precies aan de andere kant dan de waarnemer. s Ochtends komt hij weer op in het oosten.





TOPIC: FASEN VAN DE MAAN

OPDRACHT 3B: BEWEGINGEN VAN DE MAAN

Taaknummer: 4

Uitrusting:

Blad nr. 3, LED lichtbron, Maan

Voorbereiding:

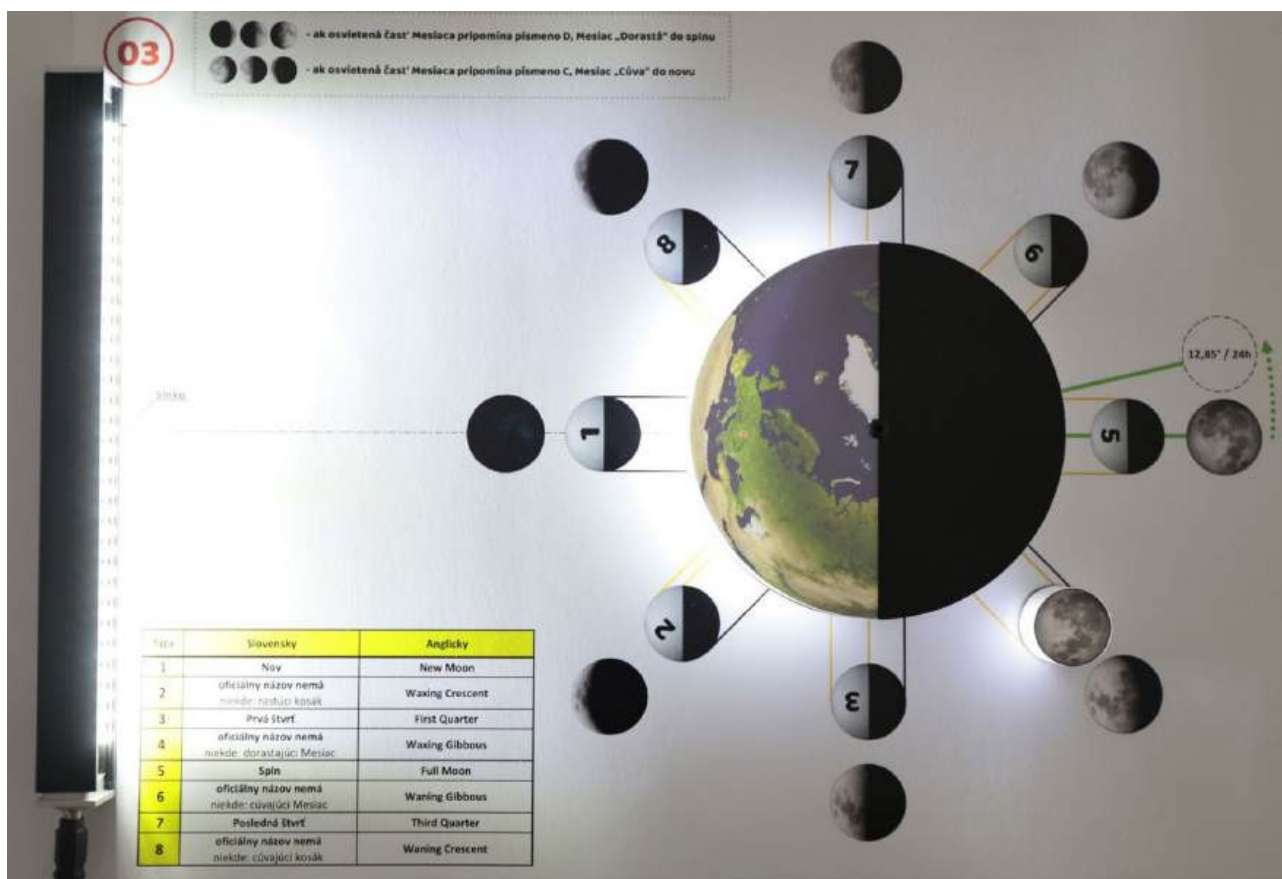
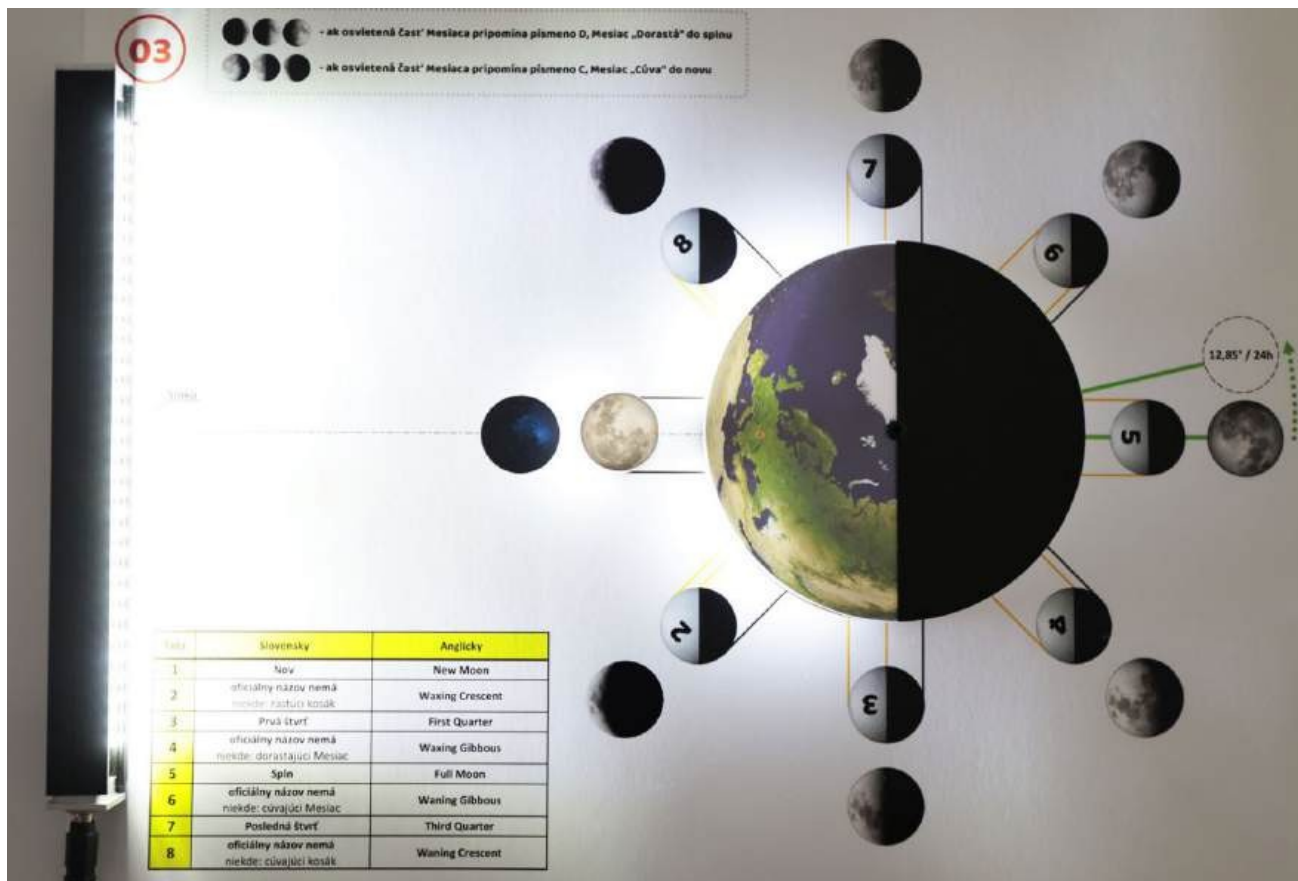
Bevestig de LED-lichtbron, die de Zon voorstelt, op de gemarkeerde plaats op het blad. Plaats de Maan op positie 1 zodat de rode lijn op zijn oppervlak naar de getekende Aarde op het blad wijst (de Aardmodule wordt in deze opdracht niet gebruikt).

Activiteit:

Verplaats de Maan geleidelijk in alle posities van 1 tot 8 zodat de rode lijn altijd naar de getekende Aarde op het blad wijst.

Samenvatting:

De Maan maakt twee bewegingen - hij draait om zijn as en om de Aarde. Hij draait om de Aarde door gebonden rotatie en daarom is alleen zijn tegengestelde kant nog zichtbaar, die de positie van de rode lijn weergeeft. De Maan keert gemiddeld 29,530588 dagen terug naar dezelfde positie ten opzichte van de Zon - de synodische Maan.



TOPIC: FASEN VAN DE MAAN

OPDRACHT 3c: INDIVIDUELE FASEN VAN DE MAAN

Taaknummer: 5

Uitrusting:

Blad nr. 3, LED lichtbron, Maan

Vorbereiding:

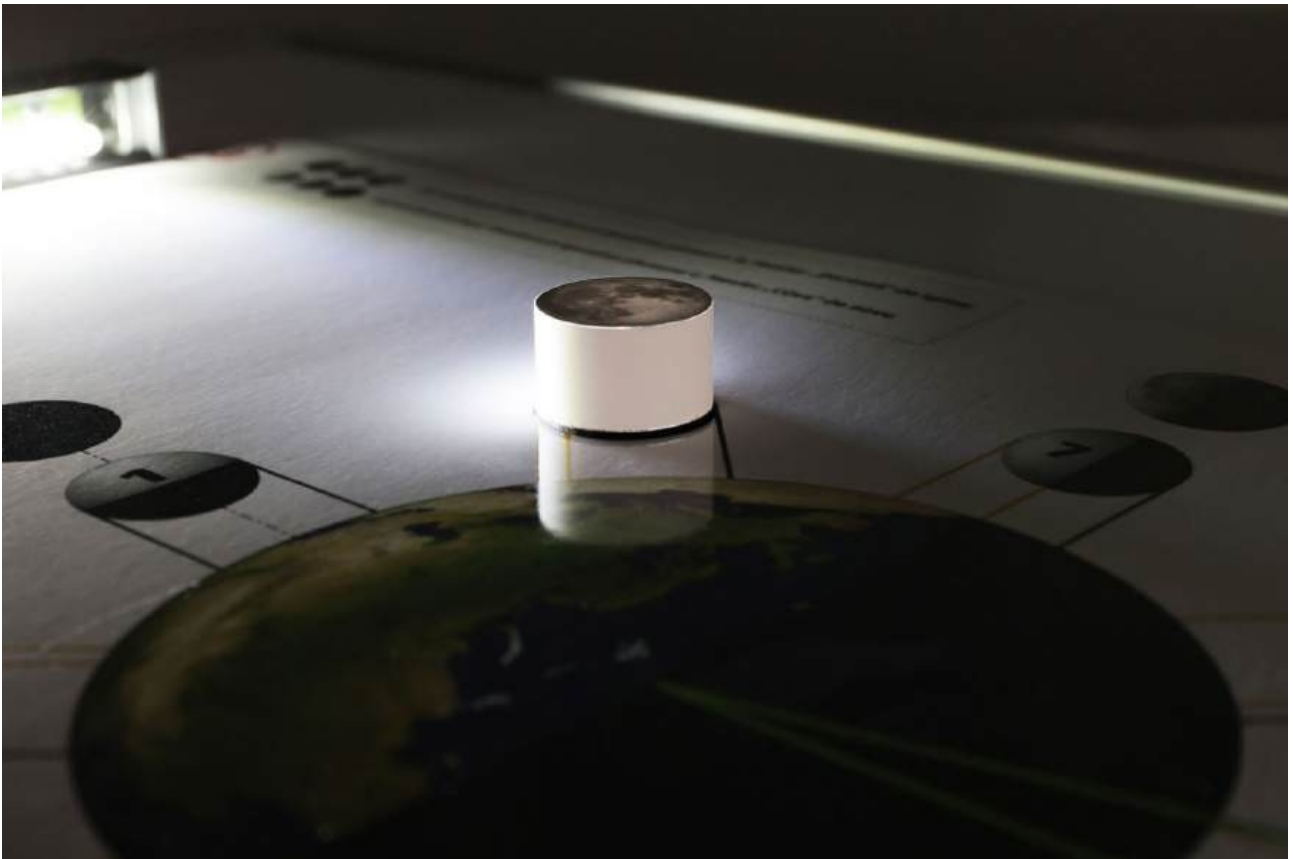
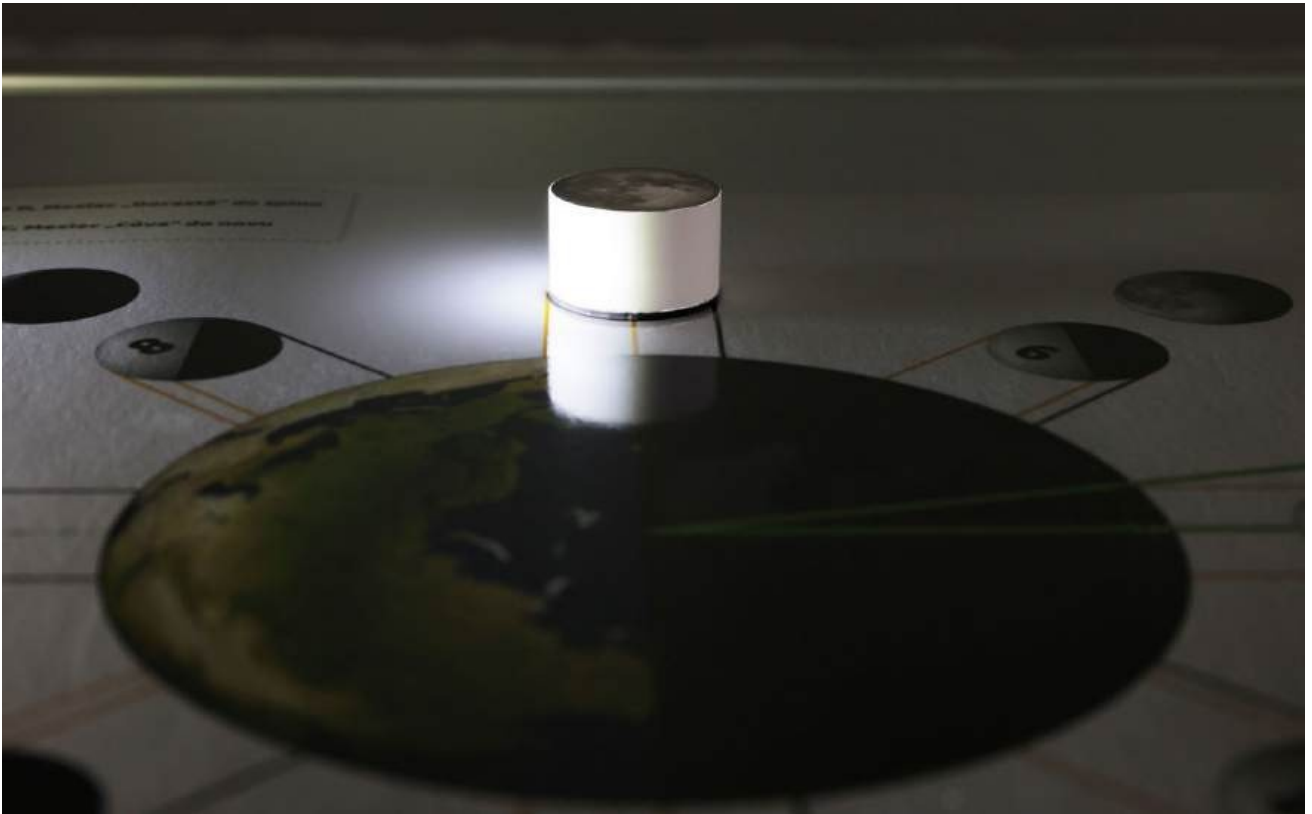
Bevestig de LED-lichtbron, die de Zon voorstelt, op de gemarkeerde plaats op het blad. Plaats de Maan op positie 1 zodat de rode lijn op zijn oppervlak naar de getekende Aarde op het blad wijst (de Aardmodule wordt in deze opdracht niet gebruikt).

Activiteit:

Voeg geleidelijk de Maan toe aan de individuele posities van de maanfasen van 1 tot 8. Kijk altijd vanuit het middelpunt van de Aarde naar de Maan. Kijk geleidelijk naar verlichte deel dat de gegeven maanstand laat zien.

Samenvatting:

De gele lijnen in het blad geven aan in welk deel de Maan wordt verlicht door de Zon. De plaatjes boven de nummers van de individuele posities laten het echte uiterlijk zien, gezien aan de hemel. De tabel in het blad toont de namen van de afzonderlijke fasen.



TOPIC: FASEN VAN DE MAAN

OPDRACHT 3D: MAANFASEN BEKIJKEN VANAF VERSCHILLENDE PLAATSEN OP DE AARDE

Taaknummer: 6

Uitrusting:

Blad nr. 3, LED lichtbron, Maan, Aarde, dikkere pad onder de Maan, dunnere pad onder de Maan

Voorbereiding:

Bevestig de LED-lichtbron, die de zon voorstelt, op de gemarkeerde plaats op het blad. Bevestig de Aarde zo dat de gemarkeerde positie van Oost-Europa (rode stip op de kaart) naar de volle maan wijst, terwijl de positie van Oost-Europa wordt bedekt door het zwarte deel van de draaiende schijf. Help om de exacte positie van Oost-Europa op de aardmodule in te stellen door aan de bovenste draaiende schijf te draaien, en zet hem dan altijd terug op de juiste positie - het zwarte deel van de draaiende schijf bevindt zich altijd aan de rechterkant, wat aangeeft waar de schaduw is (de andere kant van de aarde dan de zon). Plaats eerst een dikkere onderlegger onder de Maan in positie nr. 5 (volle maan), plaats dan een dunnere onderlegger onder de Maan erop en plaats tenslotte de Maan erop. Vanaf de positie van Oost-Europa kun je de volle maan zien.

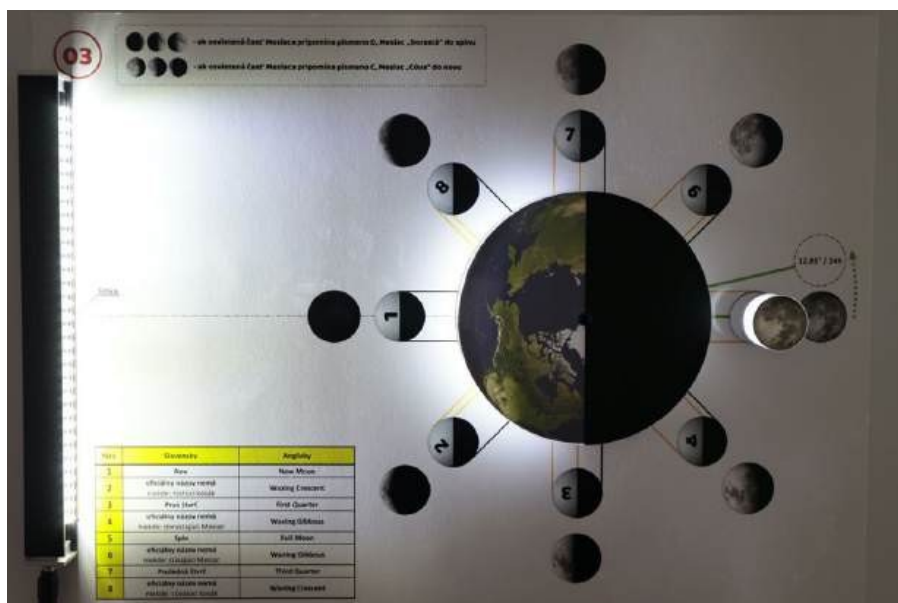
Activiteit:

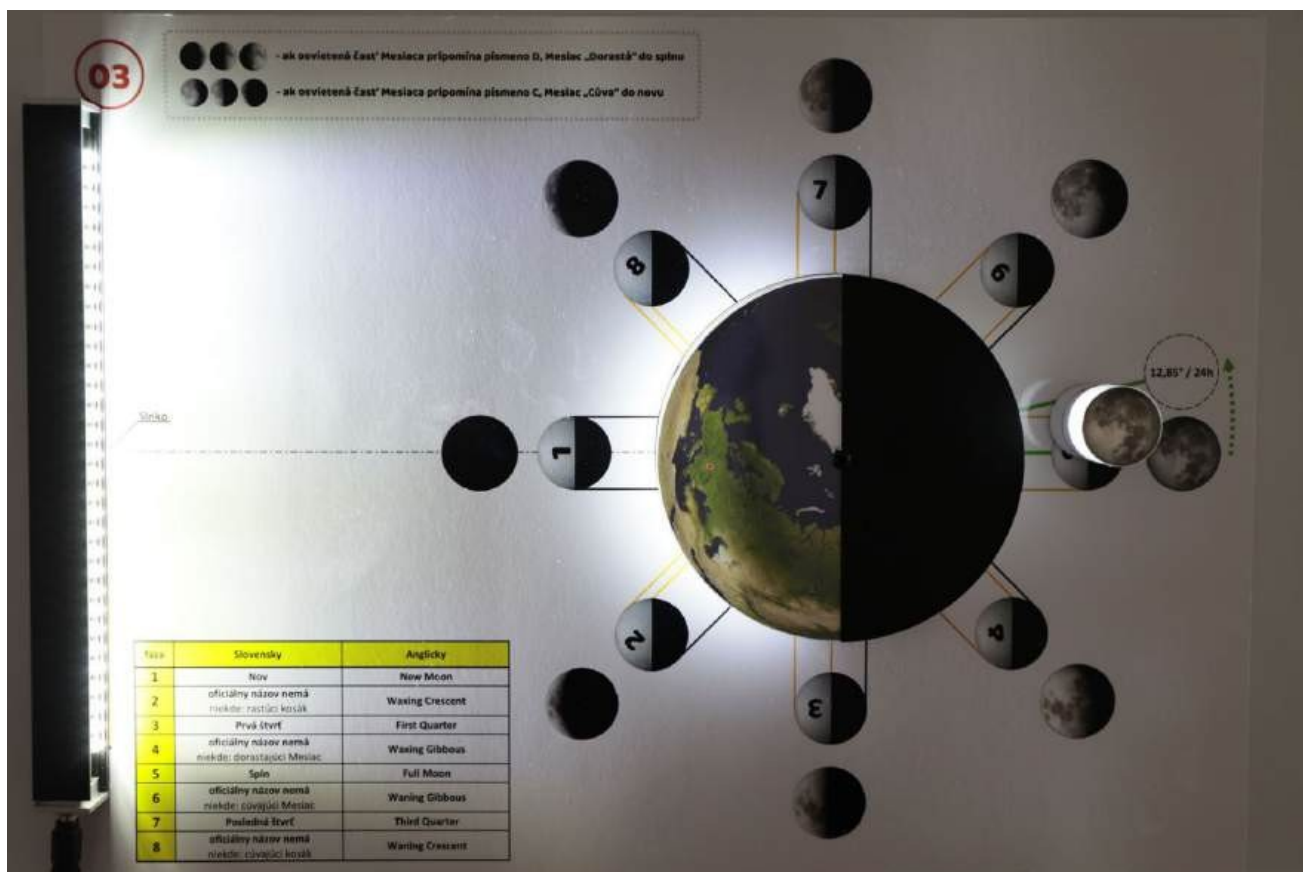
Volgens opgave nr. 3 weten we al dat de positie van de modules in het blad betekent dat het in Oost-Europa nacht is, om precies te zijn middernacht en dat de maan in volle maanfase is. Draai de aarde 180 graden, wat staat voor 12 uur. Het is middag in Oost-Europa. Gedurende die tijd beweegt de Maan slechts 6,42 graden van zijn oorspronkelijke positie.

Merk op dat mensen aan de andere kant van de wereldbol ook ongeveer dezelfde maanstand zien (in dit geval volle maan), maar alleen een beetje verschoven.

Samenvatting:

De groene lijnen in het blad tonen de beweging van de Maan tegen de sterrenachtergrond (12,85 graden in 24 uur).





ONDERWERP: ECLIPSEN

OPDRACHT 4A: TOTALE ZONSVERDUISTERING

Taaknummer: 7

Uitrusting:

Blad nr. 4, LED lichtbron, Maan, Aarde

Voorbereiding:

Bevestig de LED-lichtbron, die de zon voorstelt, op de gemarkeerde plaats op het blad. Bevestig de Aarde op de gemarkeerde plaats.

Activiteit:

Plaats de Maan in de positie van de afbeelding van de Maan - tussen de Zon en de Aarde. Kijk hoe de Maan een schaduw op de Aarde maakt. Kijk naar de Aarde vanaf de kant van de Zon.

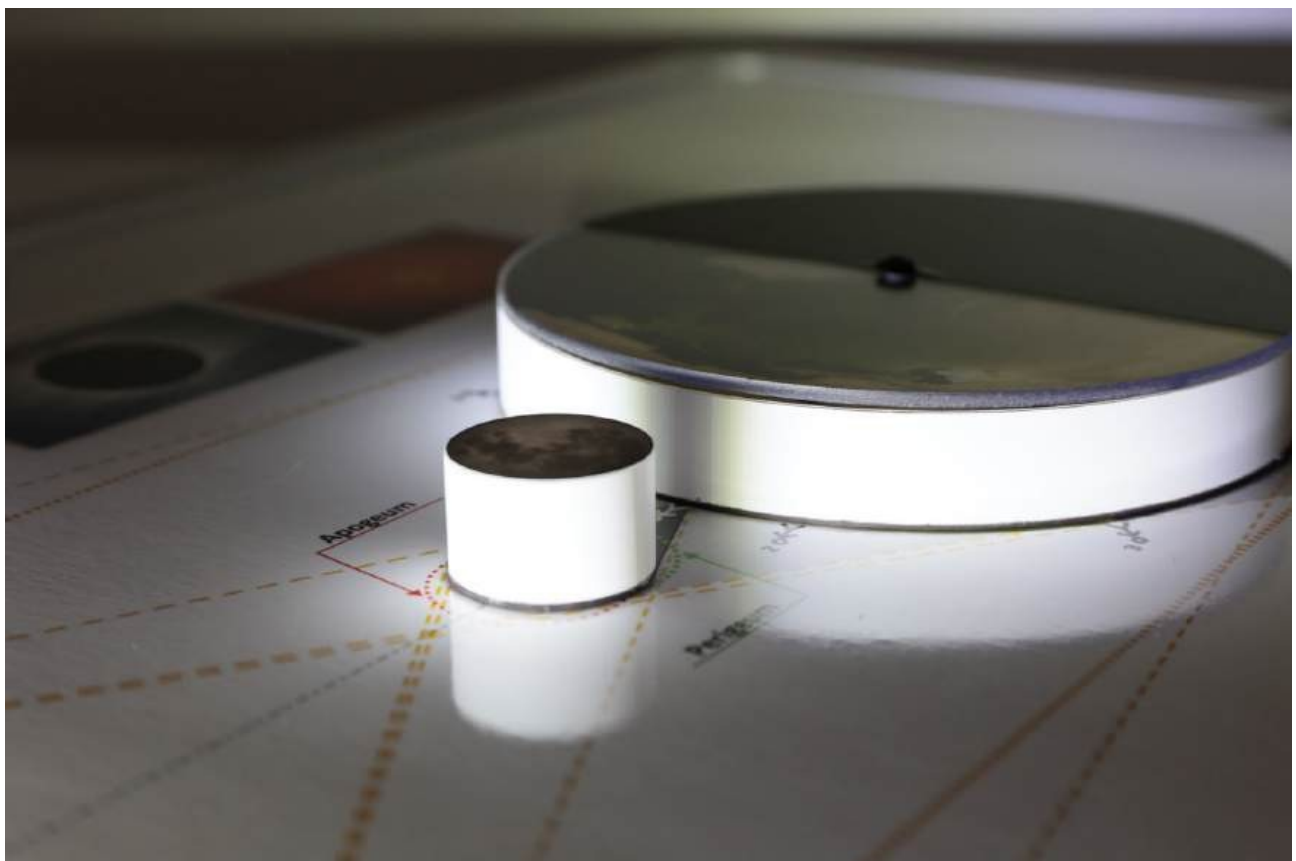
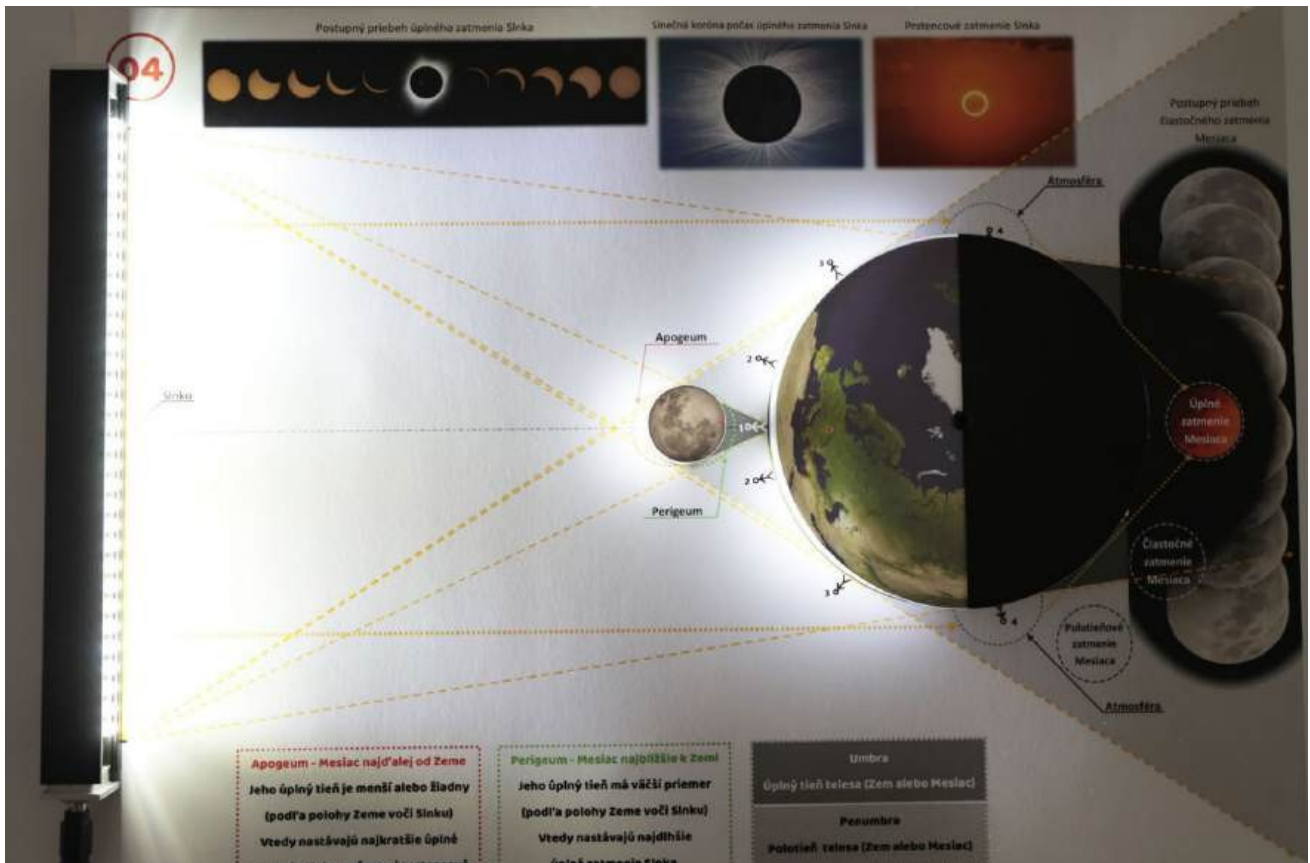
Samenvatting:

Een totale zonsverduistering treedt alleen op in de nieuwe maanfase wanneer de Zon, Maan en Aarde in het vlak staan. Als ze niet in het vlak staan, dan treedt er een gewone nieuwe maanfase op.

De waarnemer op positie nr. 1 op aarde bevindt zich in de "volle schaduw van de maan" - umbra van de maan en ziet een totale zonsverduistering.

De waarnemer op positie nr. 2 op Aarde bevindt zich in de "halfschaduw van de Maan" - lunar penumbra en ziet een gedeeltelijke zonsverduistering (het verloop ervan is te zien in de afbeelding linksboven op het blad).

De waarnemer op positie nr. 3 op Aarde bevindt zich niet in een schaduw en verduistering, die een normale dag voorstelt.



ONDERWERP: ECLIPSEN

OPDRACHT 4B: TOTALE MAANSVERDUISTERING

Taaknummer: 8

Uitrusting:

Blad nr. 4, LED lichtbron, Maan, Aarde

Vorbereiding:

Bevestig de LED-lichtbron, die de zon voorstelt, op de gemarkeerde plaats op het blad. Bevestig de aarde op de gemarkeerde plaats.

Activiteit:

Plaats de Maan in de positie van de afbeelding van de Maan achter de Aarde. Kijk hoe de hele Maan in de schaduw van de Aarde staat.

Samenvatting:

De waarnemer op positie nr. 4 op Aarde neemt een totale maansverduistering waar. De Maan staat in de "volledige schaduw van de Aarde" - umbra. Een totale maansverduistering komt alleen voor in de fase van volle maan wanneer de Zon, Aarde en Maan in één vlak staan.



TOPIC: ECLIPSEN

OPDRACHT 4c: BLOED MAAN

Taaknummer: 9

Uitrusting:

Blad nr. 4, LED lichtbron, Maan, Aarde, atmosfeer van de Aarde

Voorbereiding:

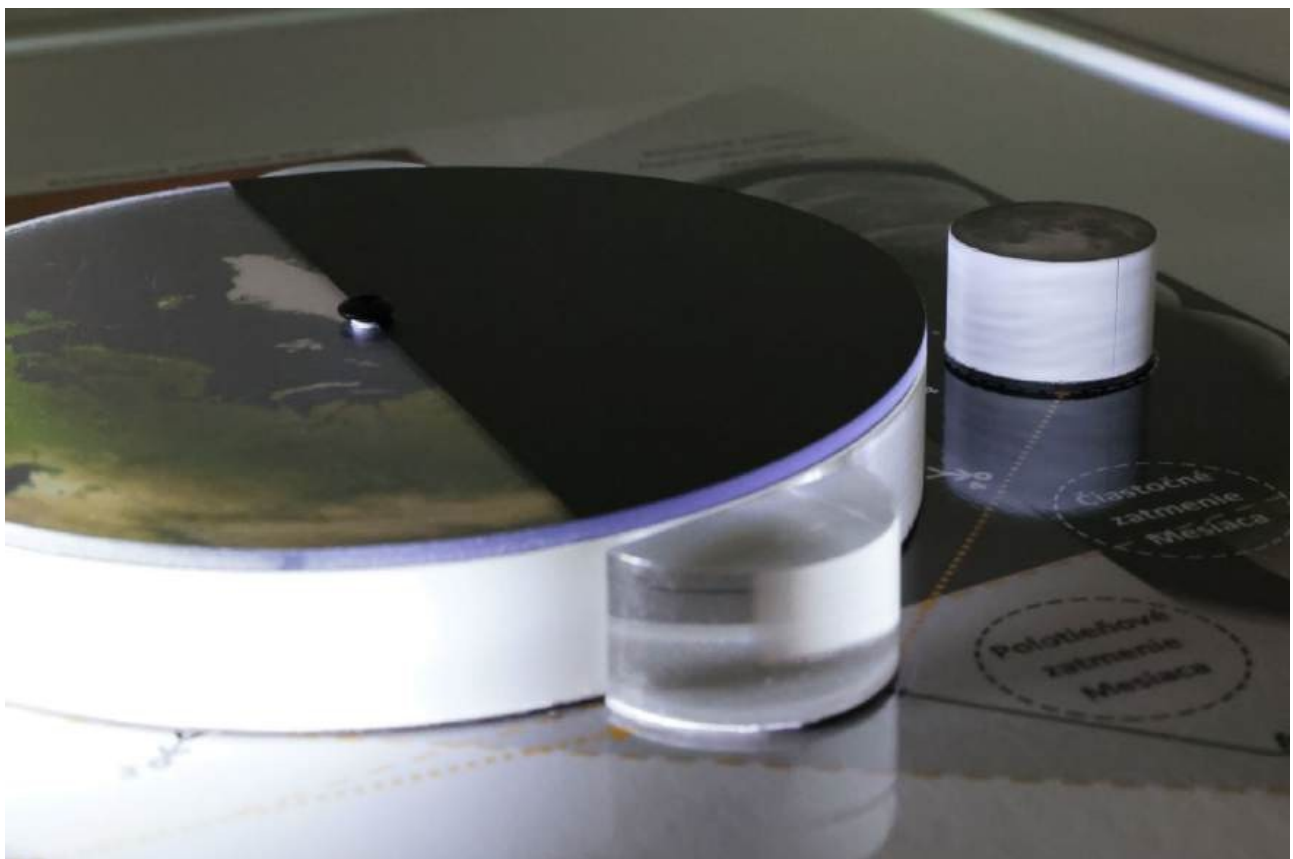
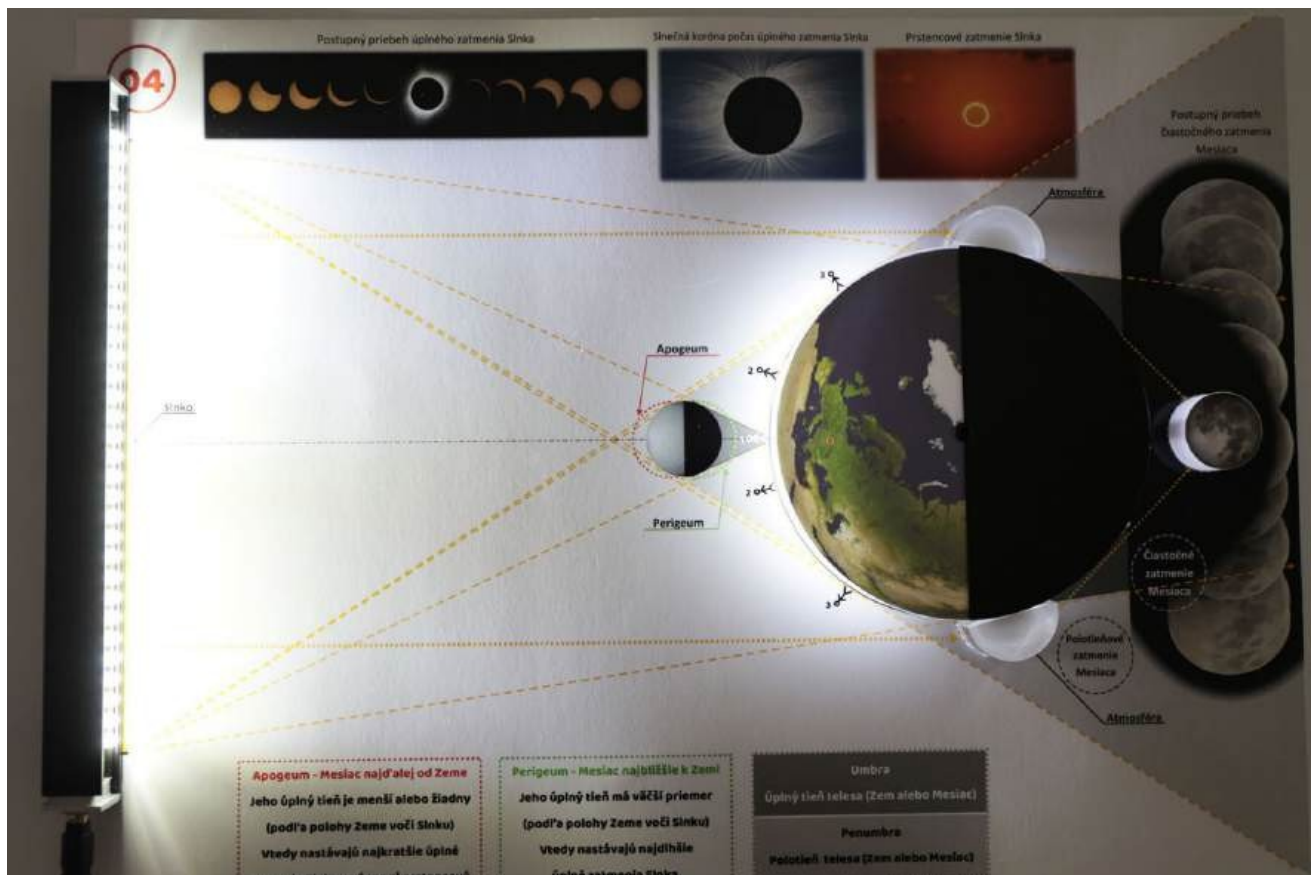
Bevestig de LED-lichtbron, die de zon voorstelt, op de gemarkeerde plaats op het blad. Bevestig de Aarde op de gemarkeerde plaats. Bevestig de Maan met zijn oranje kleur achter de Aarde.

Activiteit:

Bevestig de atmosfeer van de Aarde, voorgesteld door twee halve cirkels, op hun gemarkeerde plaatsen tegenover elkaar, achter de polen van de Aarde. Kijk hoe de Maan gedeeltelijk verlicht is. Verwijder één halve cirkel van de Atmosfeer van de Aarde en kijk hoe het deel van de Maan "uitgaat".

Samenvatting:

De rode (of "bloederige") maan is een fenomeen dat optreedt tijdens een totale maansverduistering wanneer de maan "de volledige schaduw van de aarde" - umbra - binnengaat. De atmosfeer van de aarde zorgt echter voor de breking van de zonnestralen en een deel van het licht bereikt de umbra van de aarde. De rode kleur wordt veroorzaakt door de verstrooiing van blauw licht in de atmosfeer - daarom is de lucht blauw en beweegt de rode component van het licht naar de maan, waardoor het rood wordt. In dit geval wordt alleen de belichting van de maan gezien, maar geen kleurverandering - de atmosfeer is nog steeds een beetje dikker en er wordt meer blauw licht in verstrooid.



TOPIC: ECLIPSEN

OPDRACHT 4D: PARTIËLE EN PENUMBRALE MAANSVERDUISTERING

Taaknummer: 10

Uitrusting:

Blad nr. 4, LED-lichtbron, Maan, Aarde, dikkere pad onder de Maan, dunnere pad onder de Maan

Voorbereiding:

Bevestig de LED-lichtbron, die de zon voorstelt, op de gemarkeerde plaats op het blad. Bevestig de Aarde op de gemarkeerde plaats.

Activiteit 1:

Plaats eerst een dikkere onderlegger onder de Maan in de totale maansverduisteringsstand, plaats dan een dunnere onderlegger onder de Maan en plaats tot slot de Maan erop. Observeer de volle maan fase wanneer de hele Maan zichtbaar is.

Samenvatting 1:

De Maan heeft een draaivlak dat 5,2 graden schuin staat ten opzichte van het draaivlak van de Aarde rond de Zon. Als deze helling niet zou bestaan en alle drie de hemellichamen in één vlak zouden draaien, dan zou er in elke nieuwe maanfase een totale maansverduistering en een totale zonsverduistering zijn. Als ze niet in één vlak liggen, dan vindt de gebruikelijke vollemaanfase plaats.

Activiteit 2:

Plaats een dunnere onderlegger onder de Maan in de positie van een totale of gedeeltelijke maansverduistering en plaats de Maan erop. Merk op dat de Maan gedeeltelijk in de schaduw van de Aarde staat.

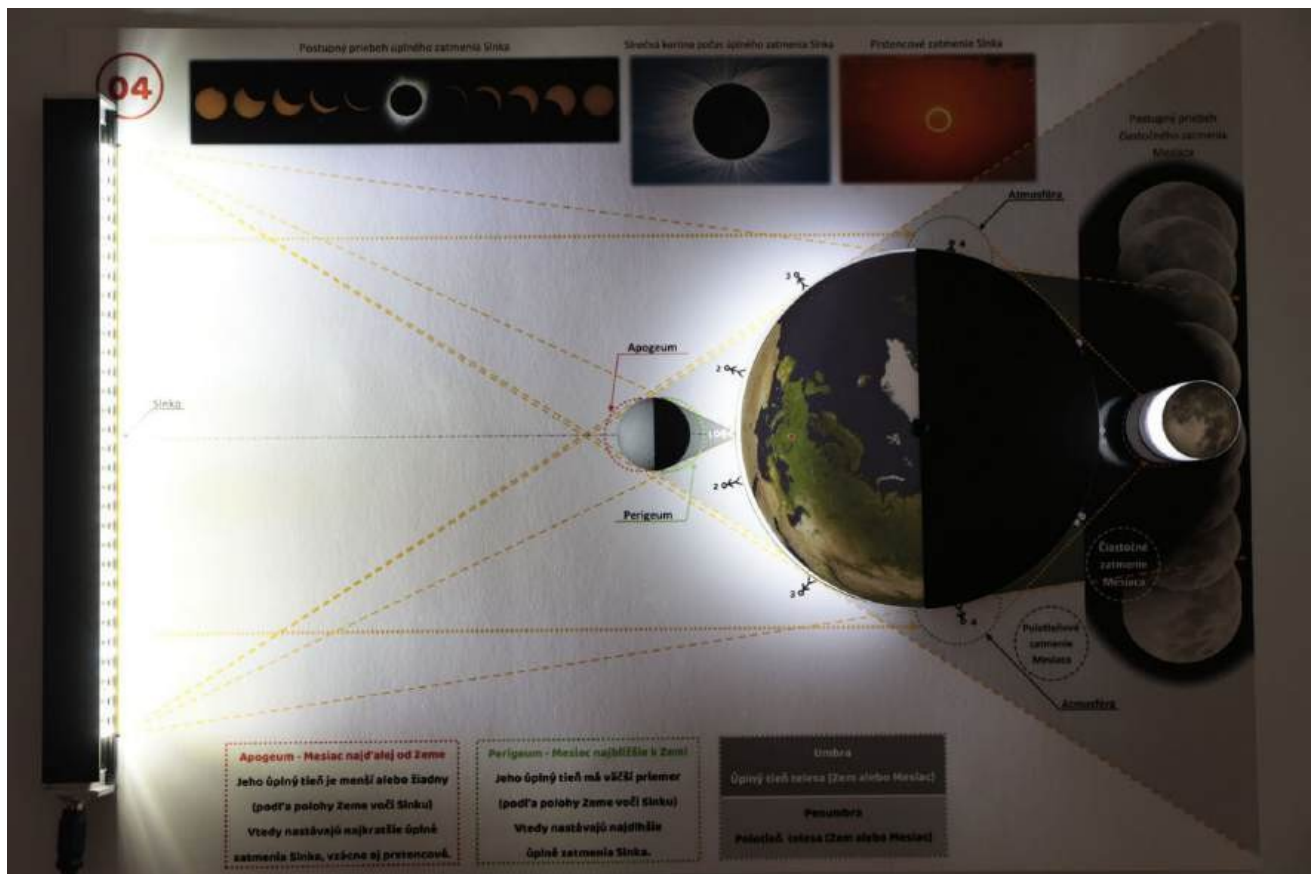
Samenvatting 2:

Als de maan het draaivlak van de aarde rond de zon nadert, komt ze in de umbra van de aarde, maar niet in haar volledige omvang. Dit is een gedeeltelijke maansverduistering. Bij elke totale maansverduistering is er eerst een gedeeltelijke maansverduistering.

Samenvatting 3:

Voor elke totale en gedeeltelijke maansverduistering komt de Maan eerst in de penumbra van de aarde. Plaats de Maan op de positie van de penumbrale maansverduistering. De helderheid neemt heel licht af, wat alleen fotometrisch kan worden waargenomen, en dan vindt de penumbrale maansverduistering plaats.

Een penumbrale maansverduistering kan zelfs zonder gedeeltelijke of totale maansverduistering optreden als de Maan ver van het Zon-Aarde-Maanvlak staat.



ONDERWERP: ECLIPSEN

OPDRACHT 4E: GEDEELTELIJKE ZONSVERDUISTERING

Taaknummer: 11

Uitrusting:

Blad nr. 4, LED lichtbron, Maan, Aarde, dunnere onderlaag onder de Maan

Vorbereiding:

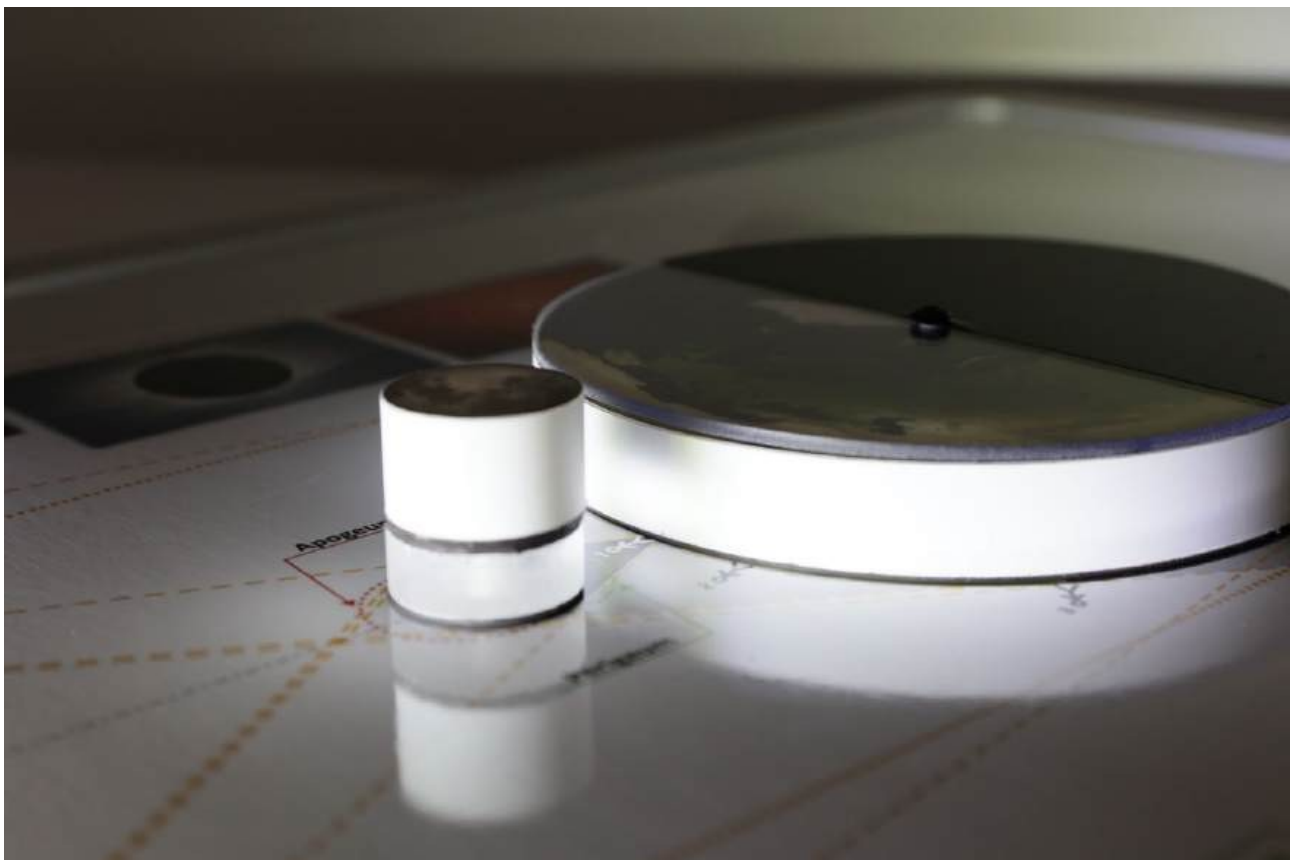
Bevestig de LED-lichtbron, die de zon voorstelt, op de gemarkeerde plaats op het blad. Bevestig de aarde op de gemarkeerde plaats.

Activiteit:

Leg een dunnere onderlegger onder de Maan op de positie van het beeld van de Maan tussen de Aarde en de Zon en plaats de Maan. Merk op dat er op Aarde een schaduw is ontstaan die lijkt op een totale zonsverduistering, maar niet op de volledige hoogte van de aardmodule.

Samenvatting:

Een gedeeltelijke zonsverduistering treedt op wanneer de Maan tussen de Zon en de Aarde komt, maar zich niet helemaal in het vlak met hen bevindt.



TOPIC: ECLIPSEN

OPDRACHT 4F: MAAN IN APOGEUM EN PERIGEUM

Taaknummer: 12

Uitrusting:

Blad nr. 4, LED lichtbron, Maan, Aarde

Voorbereiding:

Bevestig de LED-lichtbron, die de zon voorstelt, op de gemarkeerde plaats op het blad. Bevestig de Aarde op de gemarkeerde plaats. Bevestig eerst de Maan op de plaats van haar afbeelding tussen de Zon en de Aarde.

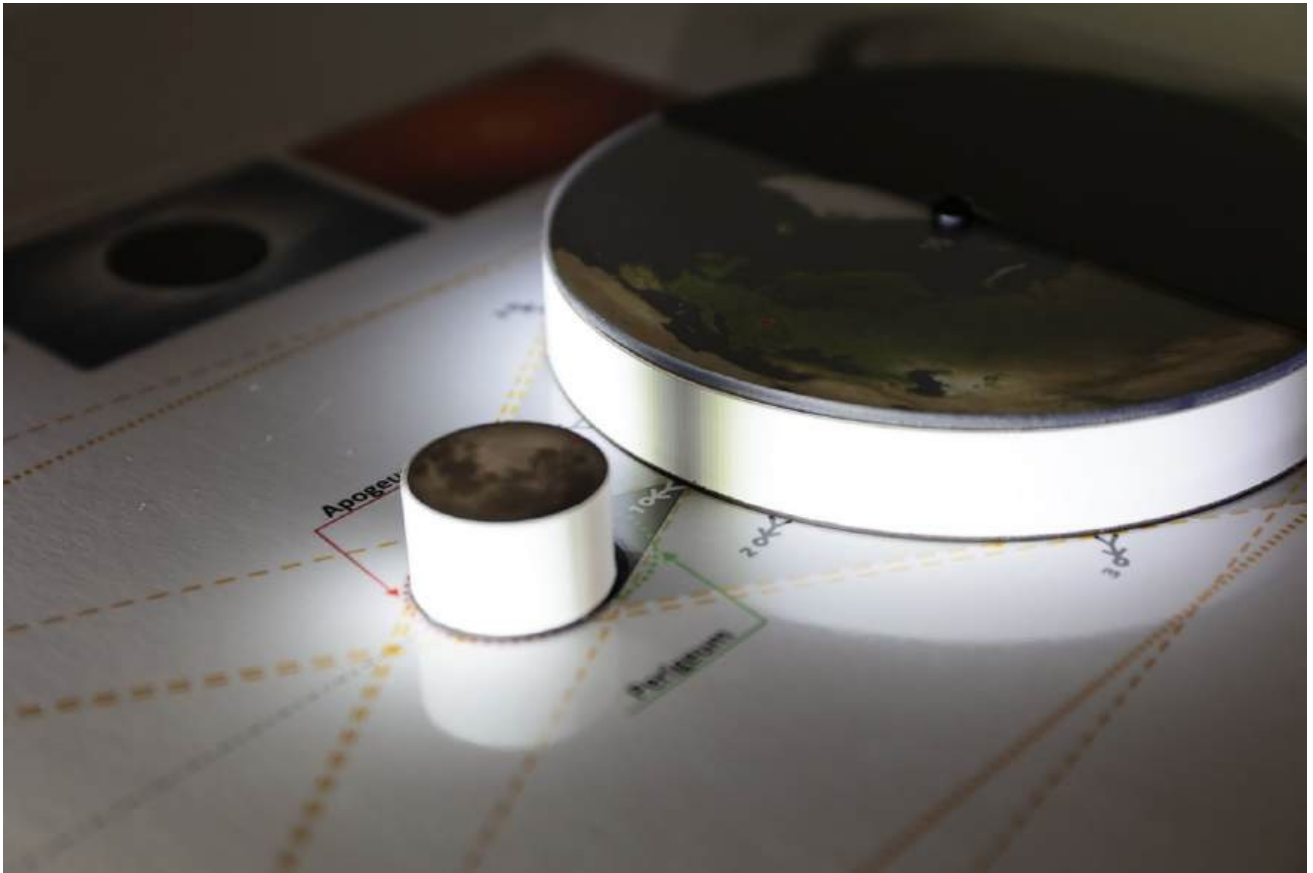
Activiteit:

Verplaats de Maan naar het punt perigeum (groene stippellijn in de sheet) en terug naar het punt apogeum (rode stippellijn in de sheet).

Samenvatting:

De Maan draait in een ellips rond de Aarde. De ene keer staat de Maan dicht bij de Aarde, de andere keer verder. Het dichtste punt van de Maan bij de Aarde is het perigeum (ongeveer 364.397 km) en het verste punt van de Maan van de Aarde is het apogeum (ongeveer 406.731 km).

In het perigeum is er ook een maanfase waarin de maan heel groot is, de zogenaamde supermaan.



TOPIC: ECLIPSEN

OPDRACHT 4G: RINGVORMIGE ZONSVERDUISTERING

Taaknummer: 13

Uitrusting:

Blad nr. 4, LED lichtbron, Maan, Aarde

Vorbereiding:

Bevestig de LED-lichtbron, die de zon voorstelt, op de gemarkeerde plaats op het blad. Bevestig de Aarde op de gemarkeerde plaats. Bevestig eerst de Maan op de plaats van haar afbeelding tussen de Zon en de Aarde.

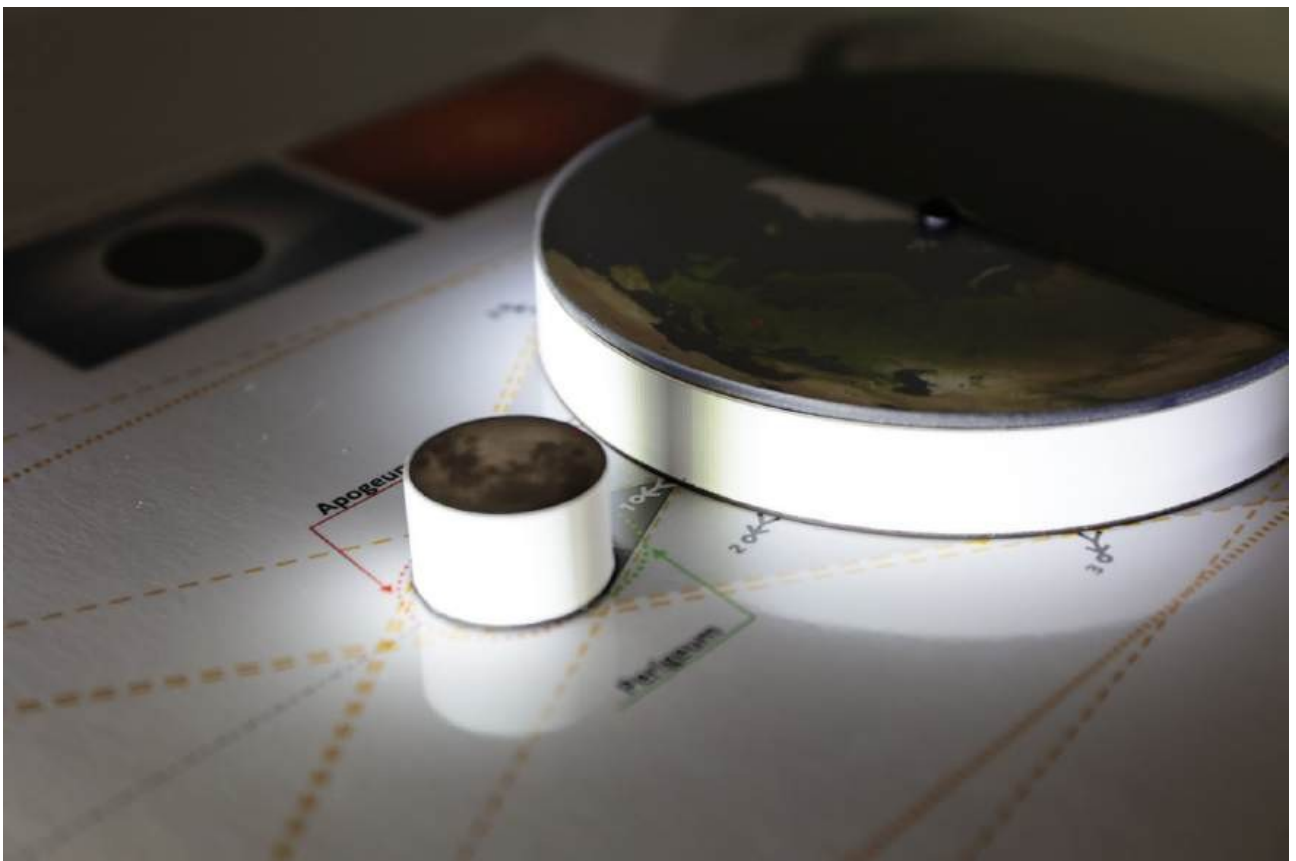
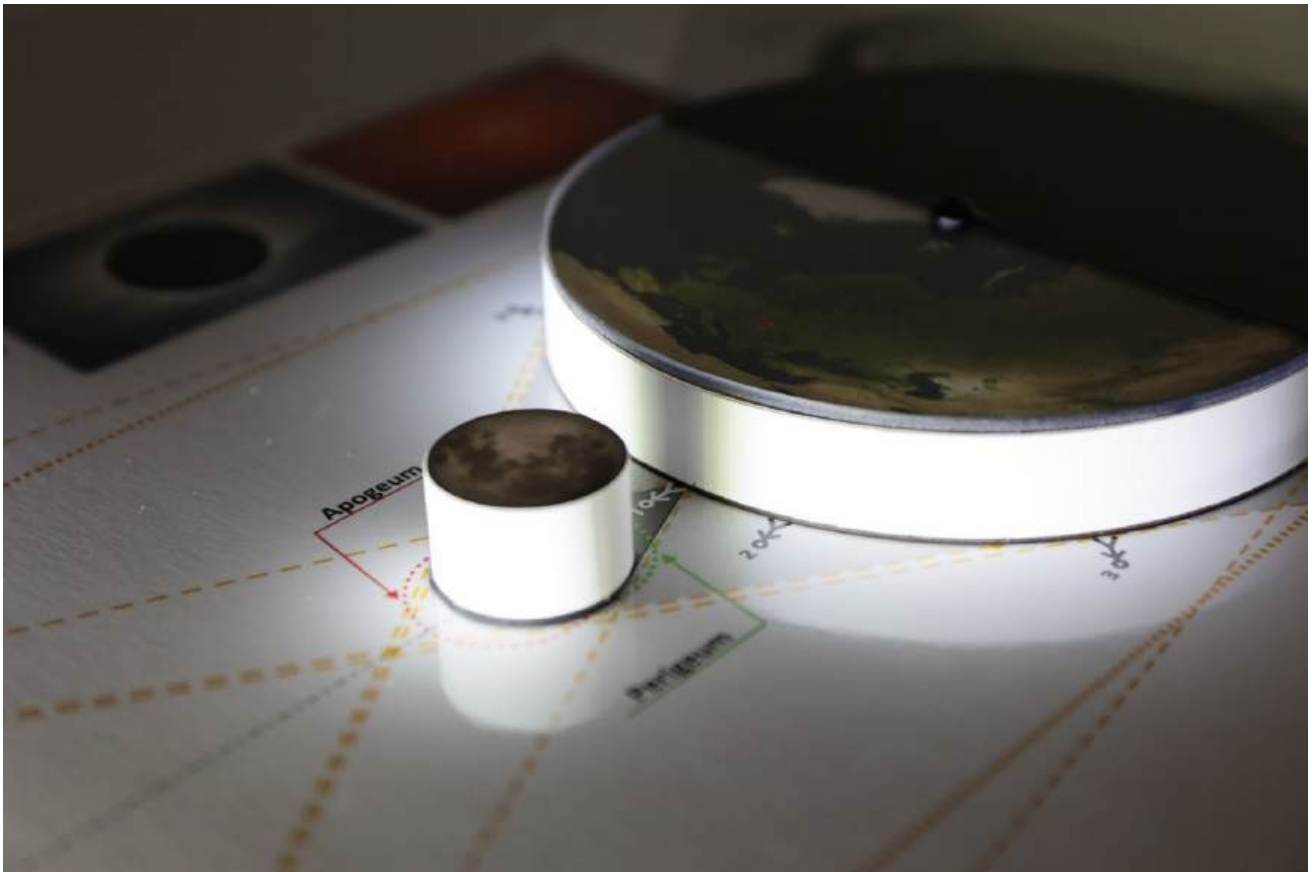
Activiteit:

Observeer eerst de maansoumbra op Aarde (het donkerste deel van de schaduw). Verplaats de Maan naar het perigeumpunt (de groene stippellijn in het blad) en observeer op Aarde de maansombra, die groter is dan in de gemiddelde positie van de Maan. Verplaats de Maan door hem aan de bovenkant van je vinger vast te maken, zodat je geen ongewenste schaduw op Aarde maakt met je hand.

Beweeg de Maan naar het punt van het apogeum (rode stippellijn in het blad) en observeer tegelijkertijd op Aarde de maansoumbra, die geleidelijk afneemt. Op een gegeven moment valt de maansikkel weg en dan vindt er een ringvormige zonsverduistering plaats.

Samenvatting:

De ringvormige zonsverduistering treedt op wanneer de Zon, Maan en Aarde in één vlak staan en tegelijkertijd de Maan zo ver van de Aarde staat dat haar schijnbare schijf kleiner is dan de schijnbare schijf van de Zon. Daarom zien we op Aarde de ring van de Zon om de Maan. De afbeelding hiervan staat rechtsboven op het blad. Dit fenomeen wordt ook beïnvloed door de positie van de Aarde ten opzichte van de Zon, omdat de baan van de Aarde rond de Zon ook elliptisch is.



TOPIC: ALBEDO

OPDRACHT 5A: ZONNESCHIJN VAN DE MAAN

Taaknummer: 14

Uitrusting:

Blad nr. 5, LED lichtbron, Maan, Aarde

Vorbereiding:

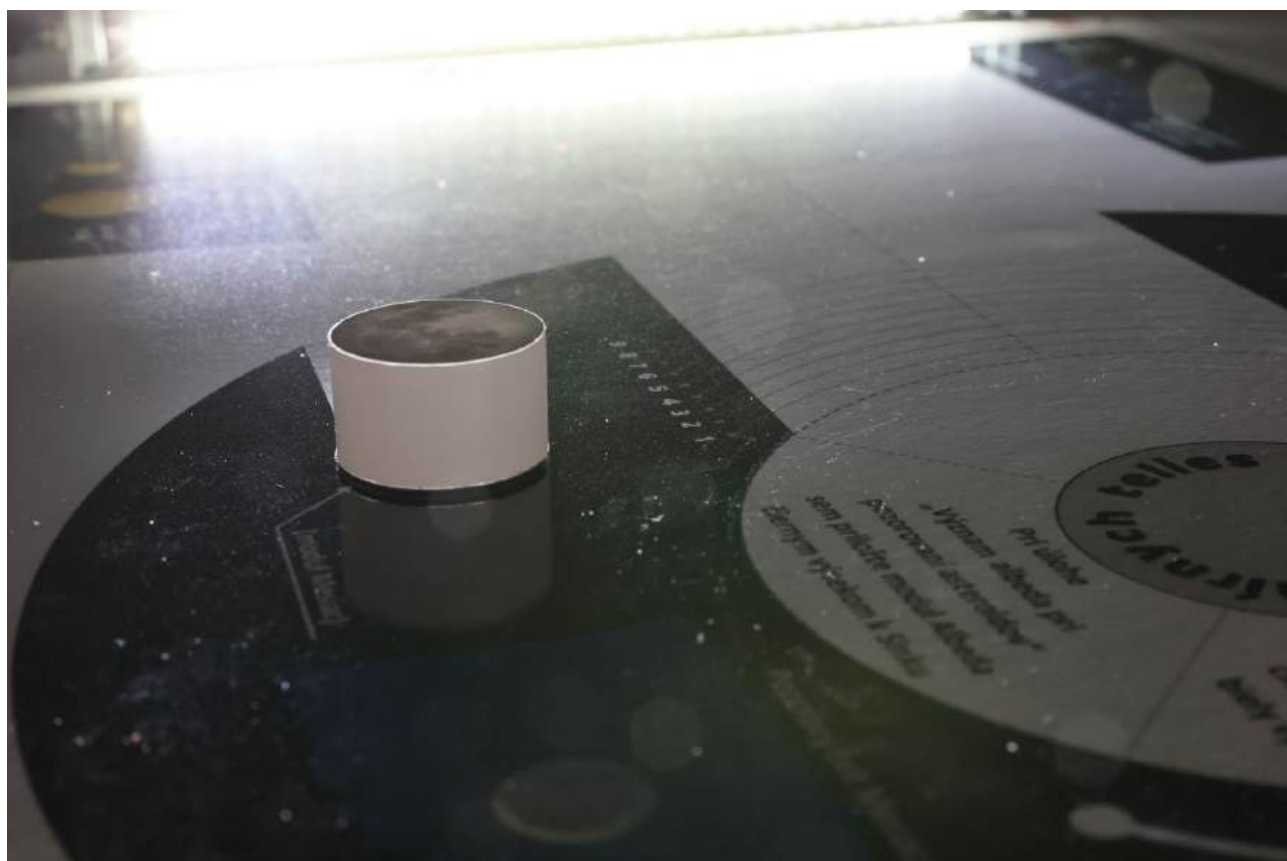
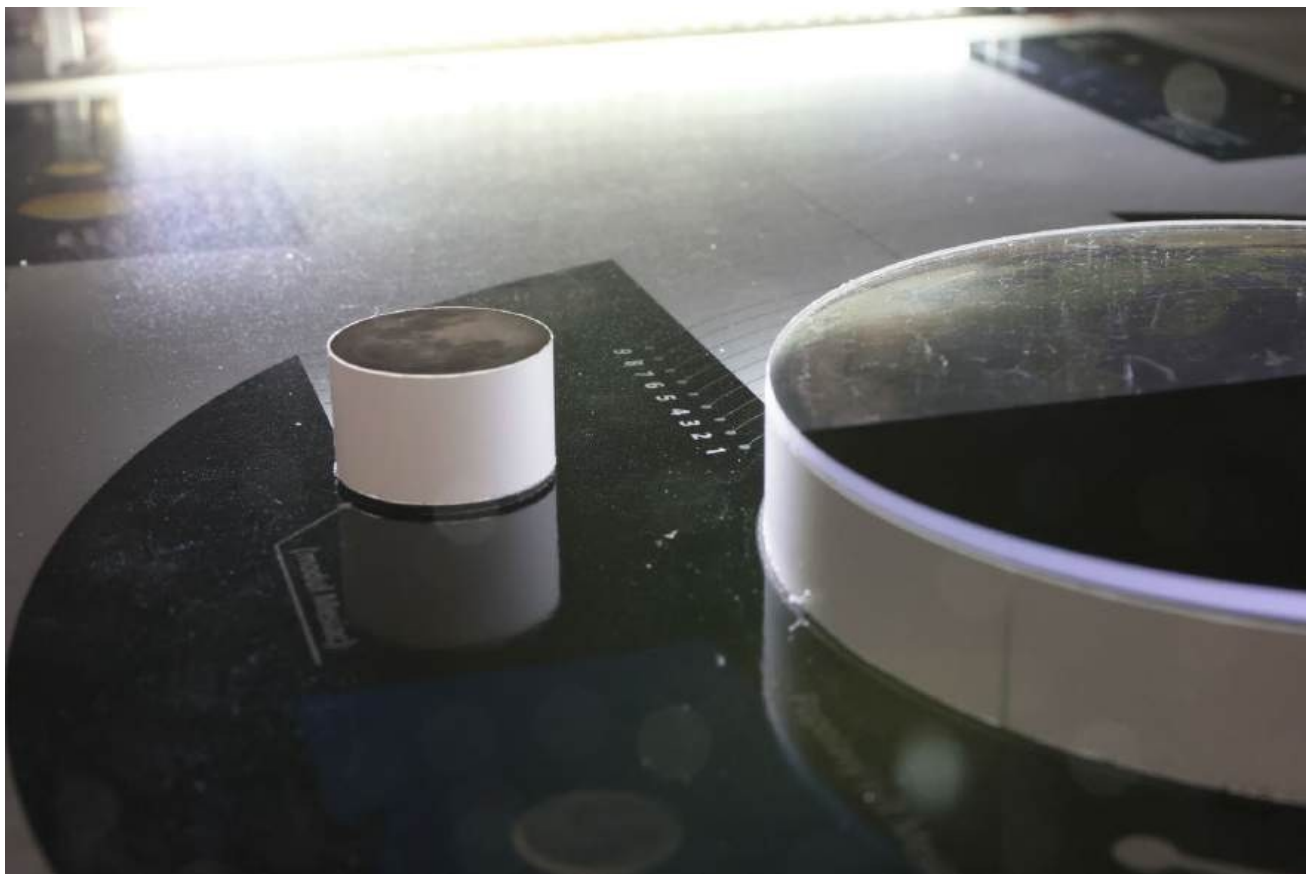
Bevestig de LED-lichtbron, die de zon voorstelt, op de gemarkeerde plaats op het blad. Breng de Aarde aan op de gemarkeerde plaats zoals beschreven op het blad. Plaats de Maan op de gemarkeerde plaats van het kleine heldere lichaam zodat de rode lijn op het oppervlak naar de Aarde wijst. Observeer de helderheid van zowel het verlichte als het onverlichte deel van de Maan vanuit het middelpunt van de Aarde. De waarnemingsprocedure is dezelfde als voor de opdracht Afzonderlijke maanfasen.

Activiteit:

Haal de Aarde van het blad en let op het verlies van verlichting op het onverlichte deel van de Maan door de Zon. Voor een betere illustratie kun je proberen de Aarde herhaaldelijk toe te voegen en te verwijderen. In de maanfasen dichtbij de nieuwe maanfase zou alleen een dunne maansikkel te zien moeten zijn die door de Zon wordt verlicht. Het weerkaatste licht van de Aarde verlicht echter ook het niet door de Zon verlichte deel van de Maan, en daarom is de hele Maan zichtbaar als een donkere cirkel tegen een nog donkerder achtergrond.

Samenvatting:

Leonardo da Vinci was de eerste die een rareiteit vastlegde toen de maan dicht bij de nieuwe maanfase was. Hij zag de sikkelmaan, maar hij zag ook het onverlichte deel ervan. In deze maanfase zou de Maan bijna onzichtbaar moeten zijn. Het is de Aardeschijn van de Maan (Da Vinci Glow) wanneer de Maan zichtbaar is door het weerkaatste licht van de Aarde.



TOPIC: ALBEDO

OPDRACHT 5B: ALBEDO VAN HEMELLIJCHAMEN

Taaknummer: 15

Uitrusting:

Blad nr. 5, LED lichtbron, Albedo

Vorbereiding:

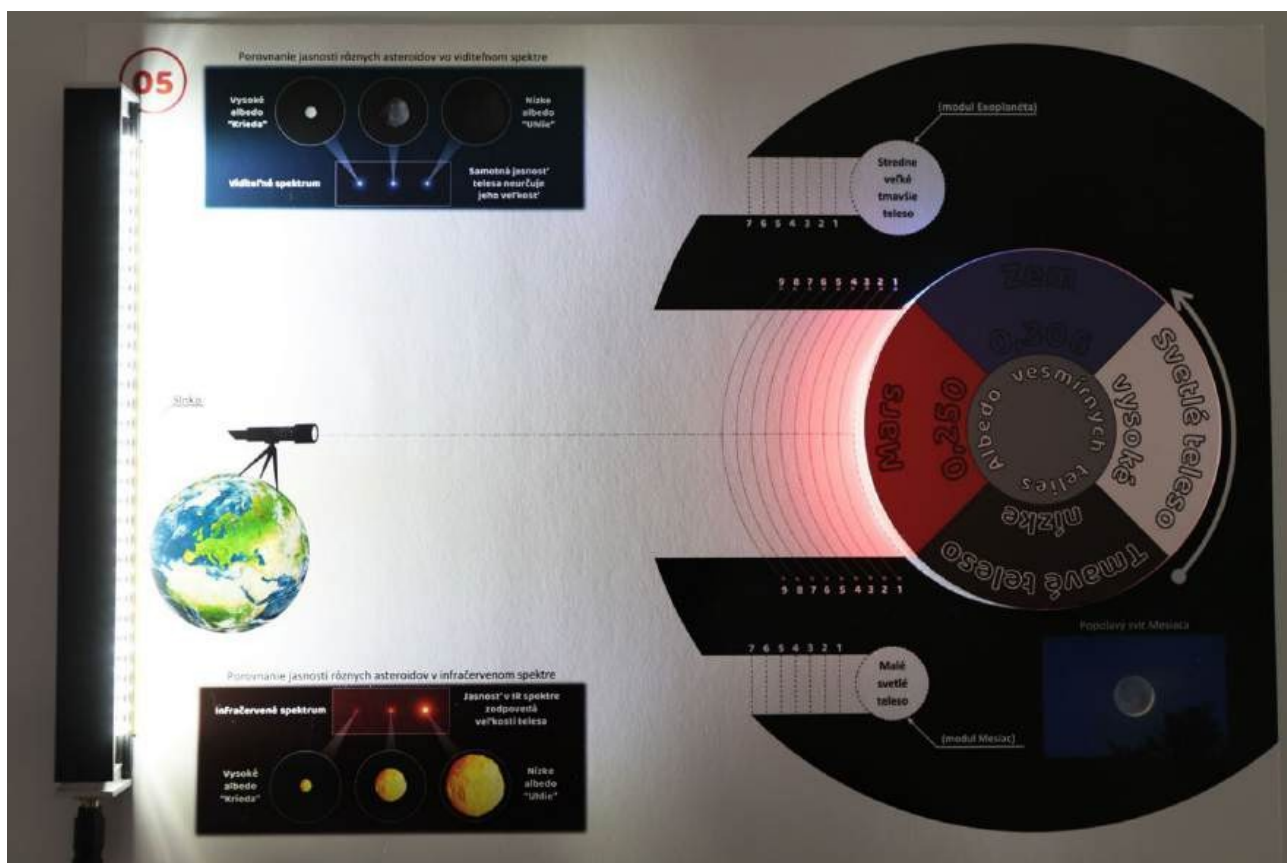
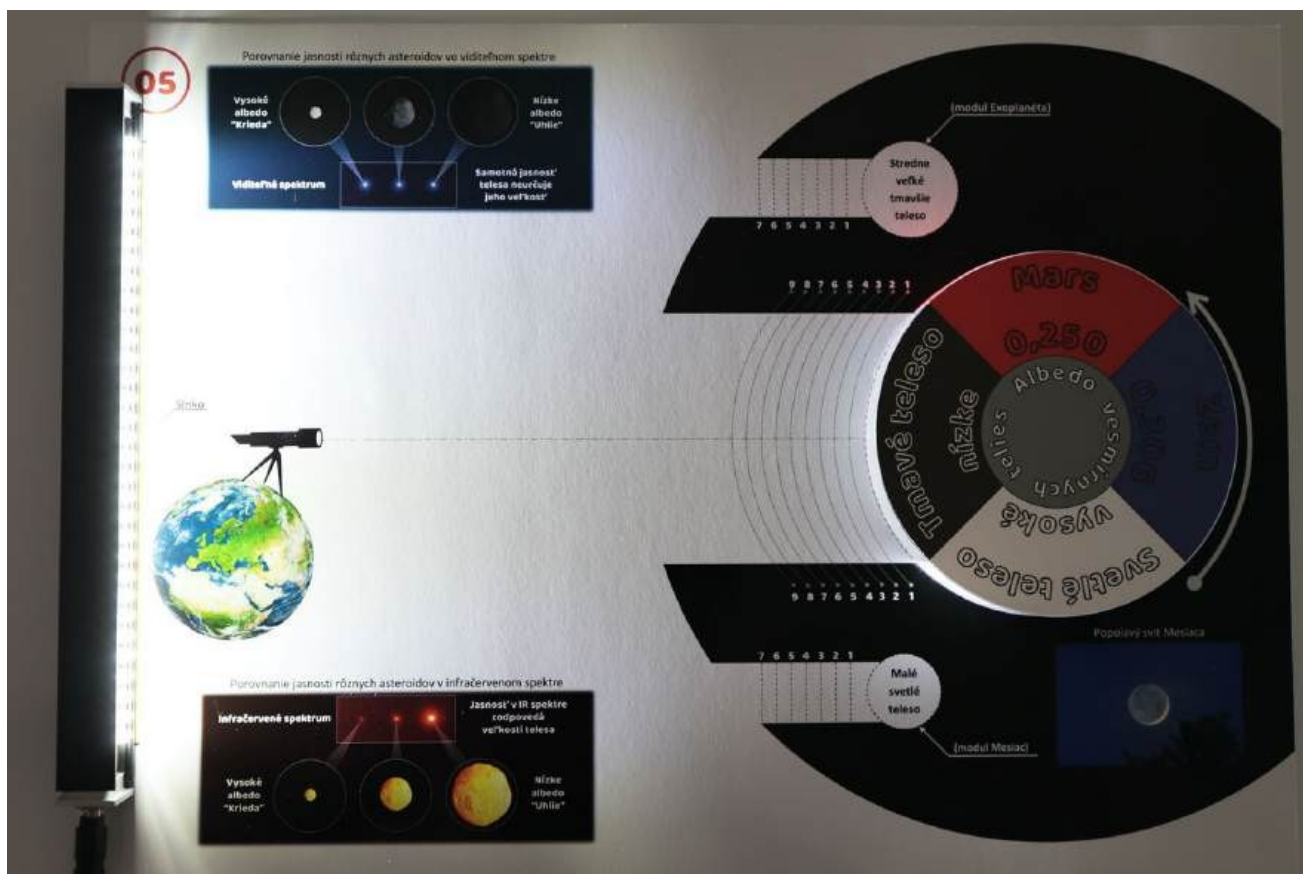
Bevestig de LED-lichtbron, die de zon voorstelt, op de gemarkeerde plaats op het blad. Bevestig de Albedo-module op de gemarkeerde plaats zoals beschreven op het blad.

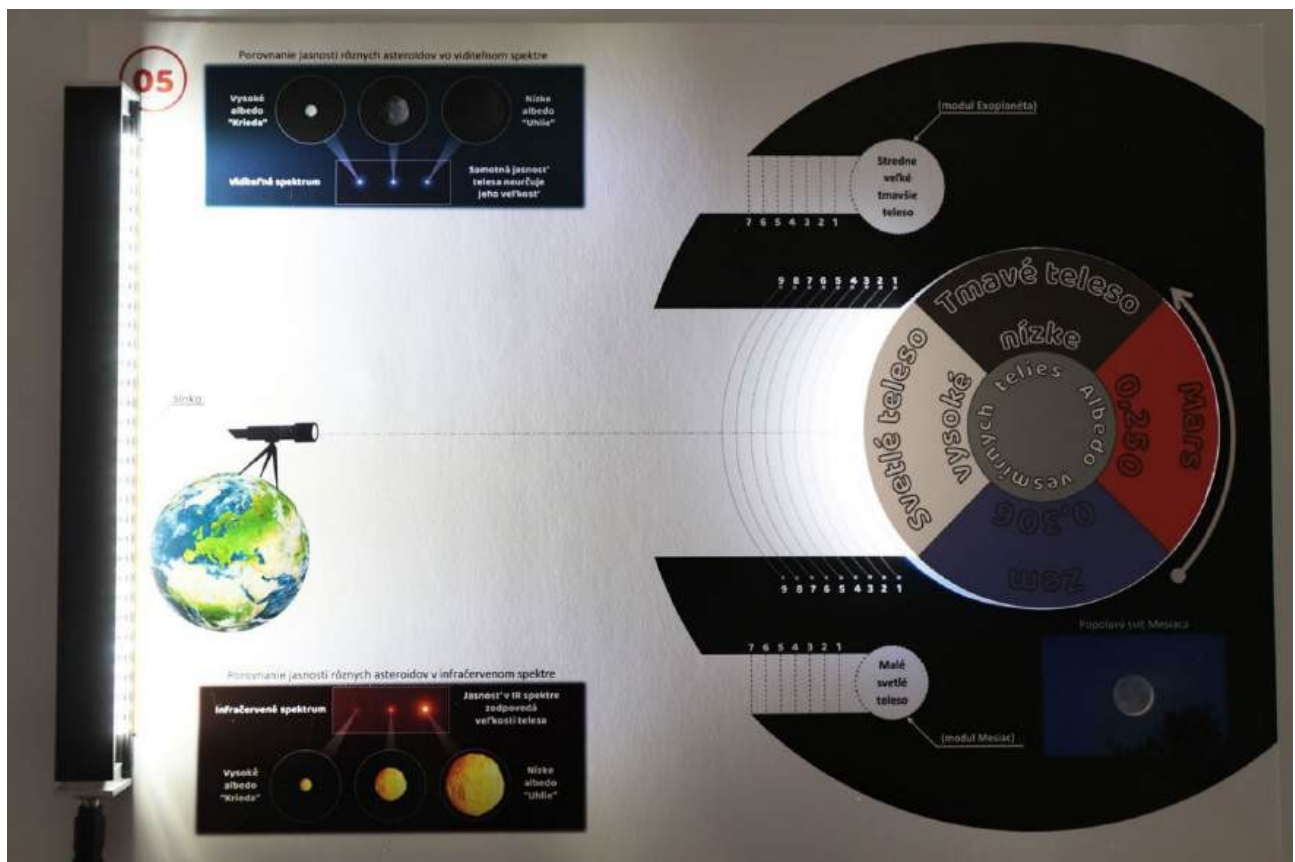
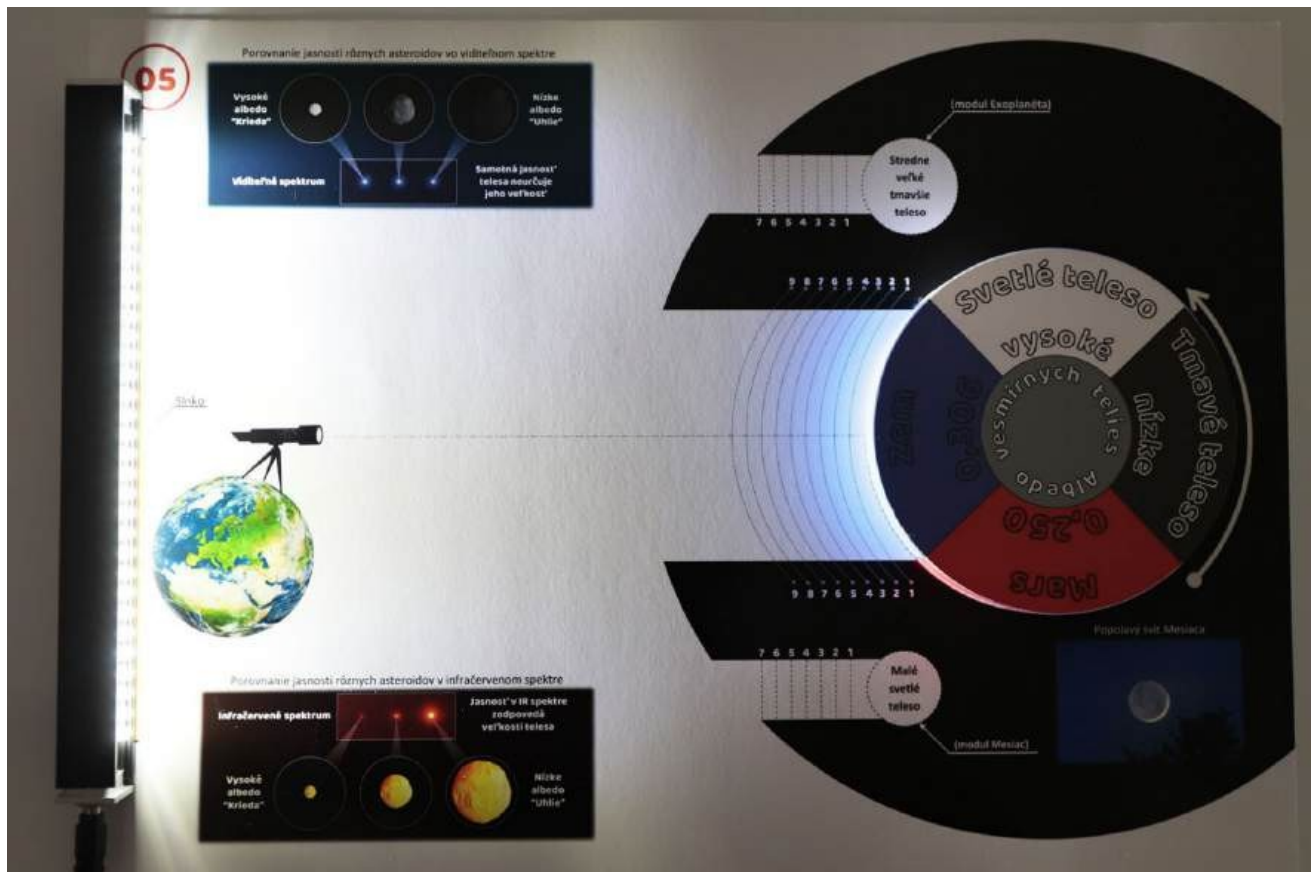
Activiteit:

Draai de Albedo-module geleidelijk van het zwarte naar het witte gedeelte in de richting die op het blad is aangegeven. Observeer de verschillende niveaus van de reflectiecoëfficiënt van de vier hemellichamen (donker hemellichaam, Mars, Aarde en licht hemellichaam) en vergelijk deze op een schaal van 1 tot 9 op het blad. Voor een beter zichtbare illustratie laat je de Albedo-module gedraaid in de positie tussen de twee soorten hemellichamen - op de optische as.

Samenvatting:

Albedo is een maat voor de reflectiviteit van een lichaam of het oppervlak ervan. Het is de verhouding tussen de invallende straling op het lichaam en de straling die van het lichaam wordt weerkaatst. Deze verhouding wordt uitgedrukt in een getal van 0 tot 1 (0 = geen straling gereflecteerd en 1 alle straling gereflecteerd). Een zwart lichaam weerkaatst een minimum aan licht omdat het bijna alles absorbeert.





TOPIC: ALBEDO

OPDRACHT 5c: DE BETEKENIS VAN ALBEDO BIJ ASTEROÏDE-OBSERVATIE

Taaknummer: 16

Uitrusting:

Sheet no. 5, LED lichtbron, Albedo, Maan, Exoplaneet

Voorbereiding:

Bevestig de LED-lichtbron, die de zon voorstelt, op de gemarkeerde plaats op het blad. Bevestig, zoals beschreven op het blad, de Albedo-module op de gemarkeerde plaats - met een zwarte snede naar de zon. Observeer de reflectiecoëfficiënt van een groot zwart lichaam op een schaal van 1 tot 9.

Activiteit:

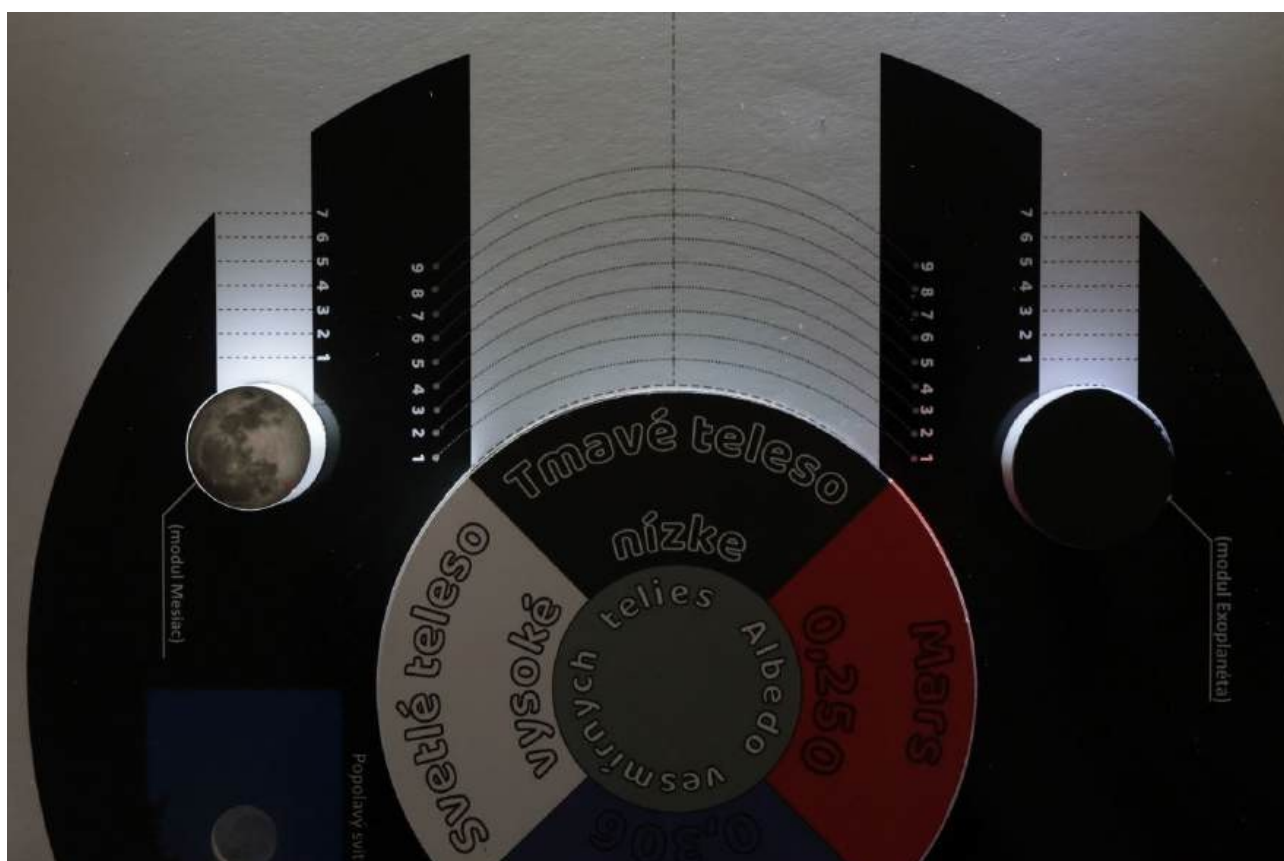
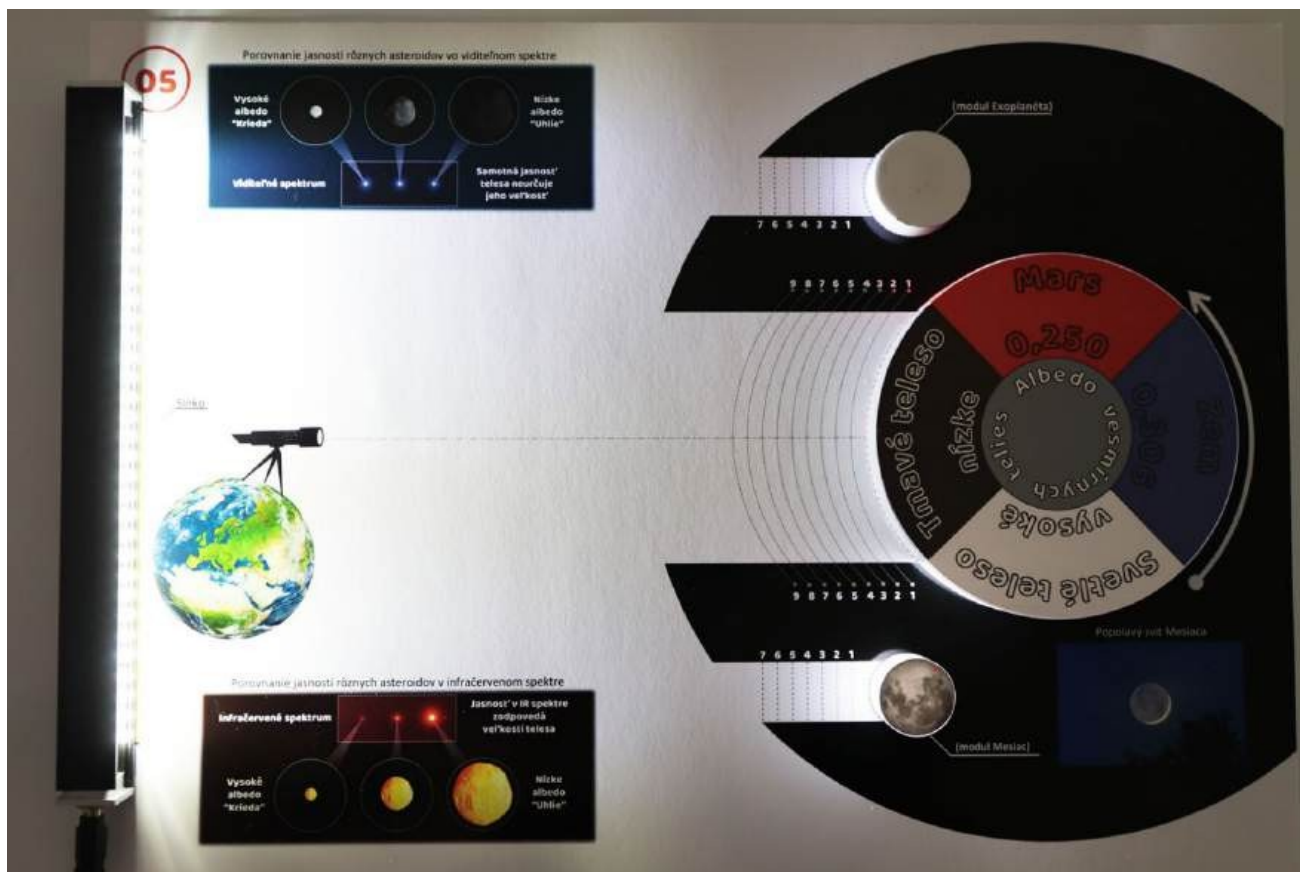
Plaats de Exoplanet hulpmodule op de gemarkeerde positie van een middelgroot donker lichaam. Observeer de reflectiecoëfficiënt op een schaal en vergelijk deze met een groot zwart lichaam. Plaats de maan op de gemarkeerde positie van het kleine heldere lichaam. Bekijk de reflectiecoëfficiënt ook op een schaal en vergelijk deze met de andere twee hemellichamen. Hoewel de hemellichamen zich op dezelfde afstand van de aarde bevinden (zie het blad links), kan een klein helder hemellichaam helderder zijn dan grotere hemellichamen en tijdens fotometrische observatie groter of even groot lijken.

Samenvatting:

In de sterrenkunde is albedo een belangrijk begrip omdat alle hemellichamen die we waarnemen en die geen sterren zijn, alleen gereflecteerde straling uitzenden. Hoe helderder het lichaam, hoe hoger het albedo. We hebben het hier met opzet over straling en niet over licht, want als we een albedo van verschillende hemellichamen (bijvoorbeeld asteroïden) waarnemen, hangt dat ook af van het spectrum waarin we ze waarnemen. Vergelijkingen van de helderheid van verschillende asteroïden in zichtbare en infrarode straling worden getoond in het blad.

Als we hemellichamen waarnemen op dezelfde afstand als lichtgevende punten, dan kan de helderheid van deze punten zonder andere metingen leiden tot de bepaling van de grootte van de lichamen op basis van de aanname: een groter lichaam reflecteert meer licht en is helderder. Op deze manier kunnen we de grootte verkeerd bepalen.

In deze taak ontdekten we dat wanneer we in het zichtbare spectrum kijken, kleine heldere asteroïden onze aandacht kunnen trekken, die misschien niet gevaarlijk zijn voor de aarde. Veel grotere donkere asteroïden kunnen echter aan onze aandacht ontsnappen en een groot gevaar vormen bij een botsing met de aarde. Daarom wordt er in het infraroodspectrum gezocht naar mogelijk gevaarlijke asteroïden, waarbij hun albedo overeenkomt met de grootte van het lichaam.



TOPIC: ASTRONOMISCHE TELESCOPEN

OPDRACHT 6: GALILEÏ-TELESCOOP

Taaknummer: 17

Uitrusting:

Blad nr. 6, laserlichtbron, lens nr. 1, planoconische lens

Vorbereiding:

Bevestig lens nr. 1 en planoconvexe lens op de gemarkeerde plaatsen op het blad. Plaats de laserlichtbron buiten het blad, zo dicht mogelijk bij de linkerrand. De exacte positie wordt bepaald door de optische as in het blad, die overeenkomt met de middelste (groene) straal.

De laserlichtbron is een blik in de ruimte. Gebruik de lichtmodusschakelaar om 3 bundels in te schakelen - de tweede, derde en vierde. Pas de positie van de laserlichtbron aan zodat de middelste (groene) straal in de optische as schijnt.

Activiteit:

Observeer het verkleinde beeld van de laserstralen achter het oculair. Bedek de laserstralen geleidelijk met uw vinger voor waar ze uitstralen en observeer welke stralen zich achter het oculair bevinden. Houd uw vinger zo dat u slechts één straal tegelijk bedekt en niet meer. Als je de onderste straal afdekt van waar deze uitstraalt, wordt de onderste straal ook afgedekt achter het oculair. Het beeld van het waargenomen object is dus rechtlijnig.

Samenvatting:

Galileo Galilei richtte als eerste een telescoop op de hemel en kon "inzoomen" op hemellichamen. Zo ontstond de eerste astronomische telescoop. In 1609 bouwde hij een telescoop met een vergroting van ongeveer 20 keer. In zijn systeem werden twee lenzen gebruikt: een convergerende lens en een planoconvexe lens. Dit type werd de Galileo binoculair genoemd en wordt tegenwoordig niet meer gebruikt voor astronomische observaties.

06

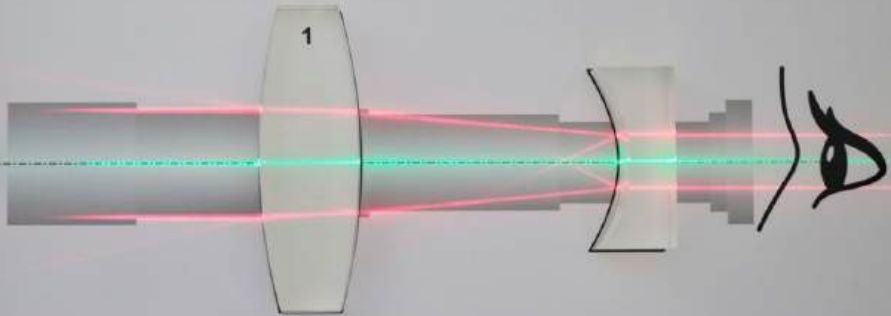


Galileo Galilei (1564 – 1642), taliansky fyzik, astronóm, matematik a filozof.

Keď sa Galileo Galilei dozvedel o vynáleze ďalekohľadu s rozptylným okuliárom, ktorý skonstruoval ako prvý v roku 1608 holandský optik Hans Lippershey, zostrojil podobný.

Potom, ako vôbec prvý na svete, v roku 1609 otočil svoj ďalekohľad ku hviezdám a pozoroval oblohu – Mliečnu dráhu, krátery a pohoria na Mesiaci, fázy Venuše potvrdzujúce jej obieh okolo Slnka, slnečné škvrny a iné. Objavil prstenec Saturnu a tiež štyri Jupiterove mesiace – dôkaz, že existujú nebeské telesá, ktoré neobiehajú okolo Zeme.

Tento typ ďalekohľadu sa v súčasnosti využíva pri konštrukcii divadelných ďalekohľadov, pretože obraz pozorovaného predmetu je **priamy**.




Galileiho kresby pozorovania Mesiaca z roku 1609



06

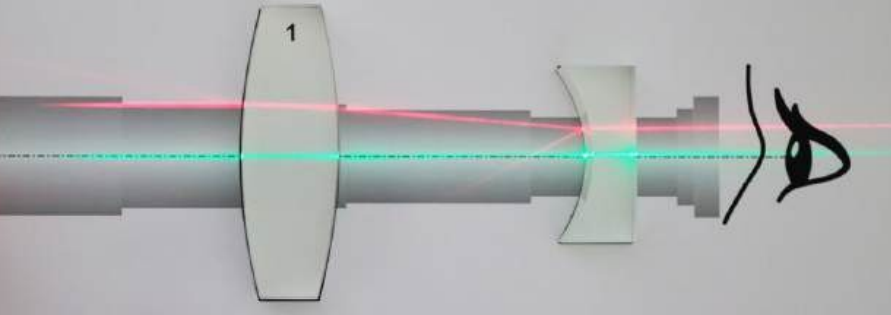


Galileo Galilei (1564 – 1642), taliansky fyzik, astronóm, matematik a filozof.

Keď sa Galileo Galilei dozvedel o vynáleze ďalekohľadu s rozptylným okuliárom, ktorý skonstruoval ako prvý v roku 1608 holandský optik Hans Lippershey, zostrojil podobný.

Potom, ako vôbec prvý na svete, v roku 1609 otočil svoj ďalekohľad ku hviezdám a pozoroval oblohu – Mliečnu dráhu, krátery a pohoria na Mesiaci, fázy Venuše potvrdzujúce jej obieh okolo Slnka, slnečné škvrny a iné. Objavil prstenec Saturnu a tiež štyri Jupiterove mesiace – dôkaz, že existujú nebeské telesá, ktoré neobiehajú okolo Zeme.

Tento typ ďalekohľadu sa v súčasnosti využíva pri konštrukcii divadelných ďalekohľadov, pretože obraz pozorovaného predmetu je **priamy**.




Galileiho kresby pozorovania Mesiaca z roku 1609



TOPIC: ASTRONOMISCHE TELESCOPEN

OPDRACHT 7: KEPLER-TELESCOOP

Taaknummer: 18

Uitrusting:

Blad nr. 7, laserlichtbron, lens nr. 1, halve cirkel (convergerende planoconvexe lens)

Voorbereiding:

Bevestig lens nr. 1 en de halve cirkel op de gemarkeerde plaatsen op het vel. Plaats de laserlichtbron buiten het blad, zo dicht mogelijk bij de linkerrand. De exacte positie wordt bepaald door de optische as in het blad, die overeenkomt met de middelste (groene) straal.

De laserlichtbron is een blik in de ruimte. Gebruik de lichtmodusschakelaar om 3 bundels in te schakelen - de tweede, derde en vierde. Pas de positie van de laserlichtbron aan zodat de middelste (groene) straal in de optische as schijnt.

Activiteit:

Observeer het verkleinde beeld van de laserstralen achter het oculair. Bedek de laserstralen geleidelijk met uw vinger voor waar ze uitstralen en observeer welke stralen zich achter het oculair bevinden. Houd uw vinger zo dat u slechts één straal tegelijk bedekt en niet meer. Als je de onderste straal afdekt van waar deze uitstraalt, wordt de bovenste straal afgedekt achter het oculair. Het beeld van het waargenomen object is dus omgekeerd.

Samenvatting:

De telescoop van Kepler bestaat uit twee convergerende lenzen. Lichtbreking wordt gebruikt om het beeld te vergroten. Daarom wordt dit type een refractor genoemd. De meest gebruikte amateurtelescopen in de sterrenkunde zijn van het type Kepler.

07



Johannes Kepler (1571 – 1630), nemecký astronóm, fyzik a matematik.

Princíp ďalekohľadu so spojným okuliárom vysvetlil Kepler v roku 1611. Neskôr bol skonštruovaný jezuitom Schneinerom, pomenovanie však zostalo po Keplerovi.

Skladá sa z dvoch spojných šošoviek. Objektív vytvorí skutočný, zmenšený a **prevrátený** obraz predmetu. Predmet potom pozorujeme okuliárom ako lupou. Čím väčší je priemer objektívu, tým viac svetla sa sústreďí v ďalekohľade a tým menej jasné objekty môžeme pozorovať.

Najbežnejšie používané amatérske ďalekohľady sú Kepleroého typu.



REFRAKTOR

Pre zväčšenie obrazu sa v tomto type ďalekohľadov používa lom svetla, odborné refrakcia. Preto šošovkový ďalekohľad nazývame „REFRAKTOR“.



07



Johannes Kepler (1571 – 1630), nemecký astronóm, fyzik a matematik.

Princíp ďalekohľadu so spojným okuliárom vysvetlil Kepler v roku 1611. Neskôr bol skonštruovaný jezuitom Schneinerom, pomenovanie však zostalo po Keplerovi.

Skladá sa z dvoch spojných šošoviek. Objektív vytvorí skutočný, zmenšený a **prevrátený** obraz predmetu. Predmet potom pozorujeme okuliárom ako lupou. Čím väčší je priemer objektívu, tým viac svetla sa sústreďí v ďalekohľade a tým menej jasné objekty môžeme pozorovať.

Najbežnejšie používané amatérske ďalekohľady sú Kepleroého typu.



REFRAKTOR

Pre zväčšenie obrazu sa v tomto type ďalekohľadov používa lom svetla, odborné refrakcia. Preto šošovkový ďalekohľad nazývame „REFRAKTOR“.



TOPIC: ASTRONOMISCHE TELESCOPEN

OPDRACHT 8: SFERISCHE ABERRATIE EN DE CORRECTIE ERVAN

Taaknummer: 19

Uitrusting:

Blad nr. 8, laserlichtbron, halve cirkel (convergerende planoconvexe lens), planoconvexe lens

Voorbereiding:

Bevestig de halve cirkel op de gemarkeerde plaatsen op het vel. Plaats de laserlichtbron buiten het blad, zo dicht mogelijk bij de linkerrand. De exacte positie wordt bepaald door de optische as in het blad, die overeenkomt met de middelste (groene) straal. De laserlichtbron is een beeld van een punt op oneindig (ster). Zet alle 5 bundels aan. Pas de positie van de laserlichtbron aan zodat de middelste (groene) straal in de optische as schijnt.

Activiteit 1:

Kijk eerst naar de sferische aberratie achter de halve cirkel, die optreedt wanneer een brede stralenbundel de lens raakt, waarbij de paraxiale stralen achter de lens op een ander punt samenkomen dan de randstralen van de brede bundel. Deze aberratie zorgt ervoor dat het puntbeeld geen punt is, maar een onscherp cirkelvormig gebied. Gebruik twee vingers om de bovenste en onderste stralen te bedekken, weg van waar ze uitstralen, zodat je andere stralen niet aan het zicht onttrekt (maak een omgekeerde letter V met je vingers). Dit creëert een lichtscherm. Zie hoe er enige focus wordt bereikt door de randstralen af te buigen. Maar door het licht van het waargenomen beeld te beperken, neemt de helderheid ervan af. Op deze manier kon dit optische defect niet worden geëlimineerd.

Activiteit 2:

Maak de bovenste en onderste balken los en plaats de planoconvexe lens op het blad op de gemarkeerde plaats. Kijk hoe het defect werd verwijderd door een combinatie van lenzen en hoe de stralen samenkwamen in het gecorrigeerde brandpunt, maar ten koste van de verlenging. Door de combinatie van lenzen correct te herberekenen, we dezelfde brandpuntsafstand bereiken.

Samenvatting:

Lenzen vertonen over het algemeen verschillende afwijkingen, vooral wanneer lichtstralen op hun randen vallen. Sferische aberratie is een belangrijke afwijking. Optische elementdefecten in telescopen kunnen tot een minimum worden beperkt.

08

Sférická aberácia (guľová alebo otvorová chyba) je optická chyba. Je to vzdialenosť medzi bodmi, v ktorých sa stretávajú paraxiálne a okrajové lúče. Vzniká vtedy, keď na šošovku dopadá široký zväzok lúčov, pričom paraxiálne lúče sa za šošovkou stretávajú v inom bode ako okrajové lúče širokého zväzku.

Táto chyba spôsobuje, že obrazom bodu nie je bod, ale rozmazaná kruhová plocha. Určité zaostrenie sa dosiahne oddlením okrajových lúčov. Obmedzením obrazu však klesá svetlosť obrazu. Chyba sa čiastočne kompenzuje kombináciou šošoviek.

sférická aberácia

po korekcii

Aj slávny **Hubbleov vesmírny teleskop (HST)** mal od výroby sférickú aberáciu. Tá bola spôsobená chybou výbrusu primárneho zrkadla, ktoré sa odchyľovalo „len“ o 2,3 mikrometra od požadovaného tvaru na okrajoch zrkadla.

Aby NASA túto chybu vykompenzovala, musela vyrobiť špeciálnu korekčnú sústavu zrkadiel pod názvom **Korekčná osová náhrada optiky vesmírneho ďalekohľadu** (po anglicky **Corrective Optics Space Telescope Axial Replacement**, skrátené **COSTAR**). Opravu vykonali astronauti pri prvej servisnej misii v roku 1993.

Na obrázkoch vidieť porovnanie ostroti fotografií pred a po nasadení „okuliarov“.

08

Sférická aberácia (guľová alebo otvorová chyba) je optická chyba. Je to vzdialenosť medzi bodmi, v ktorých sa stretávajú paraxiálne a okrajové lúče. Vzniká vtedy, keď na šošovku dopadá široký zväzok lúčov, pričom paraxiálne lúče sa za šošovkou stretávajú v inom bode ako okrajové lúče širokého zväzku.

Táto chyba spôsobuje, že obrazom bodu nie je bod, ale rozmazaná kruhová plocha. Určité zaostrenie sa dosiahne oddlením okrajových lúčov. Obmedzením obrazu však klesá svetlosť obrazu. Chyba sa čiastočne kompenzuje kombináciou šošoviek.

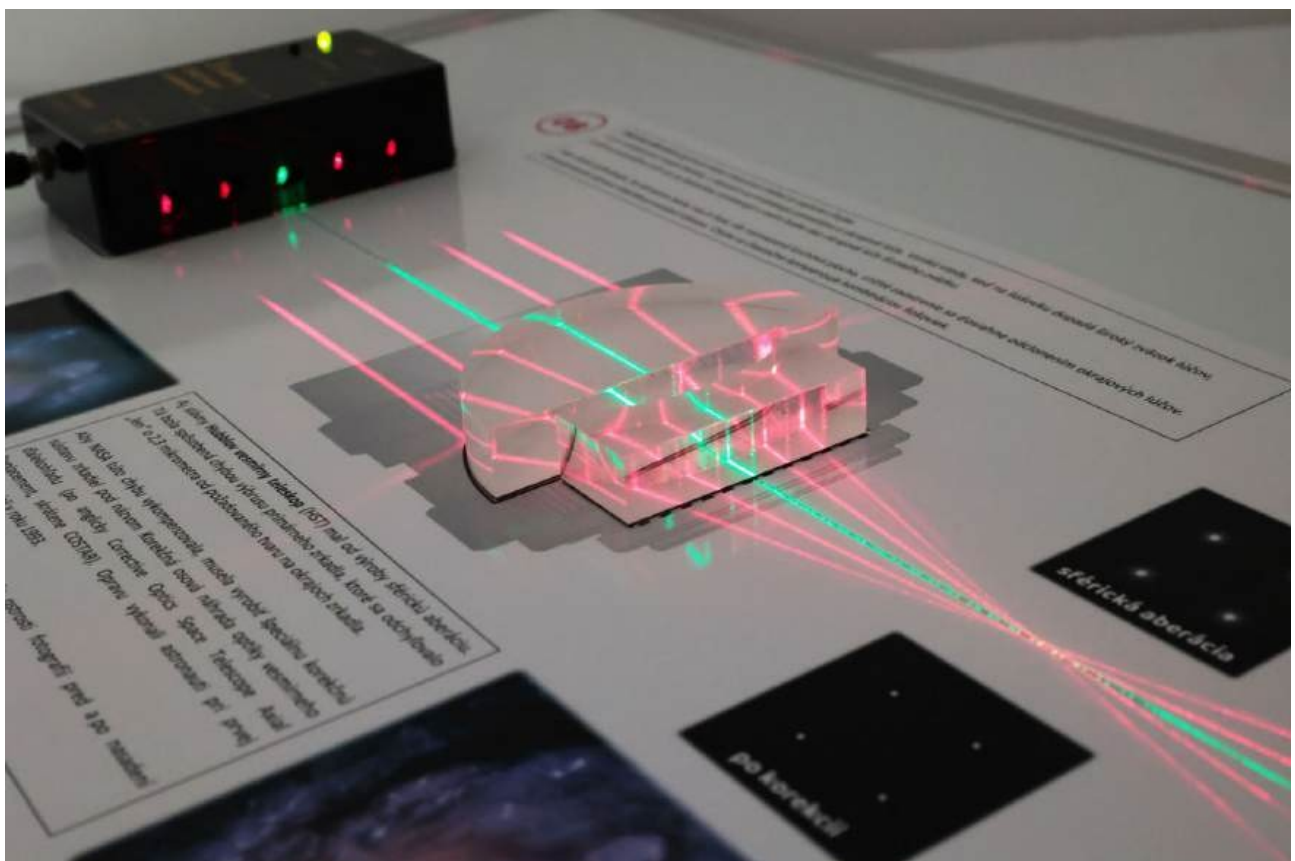
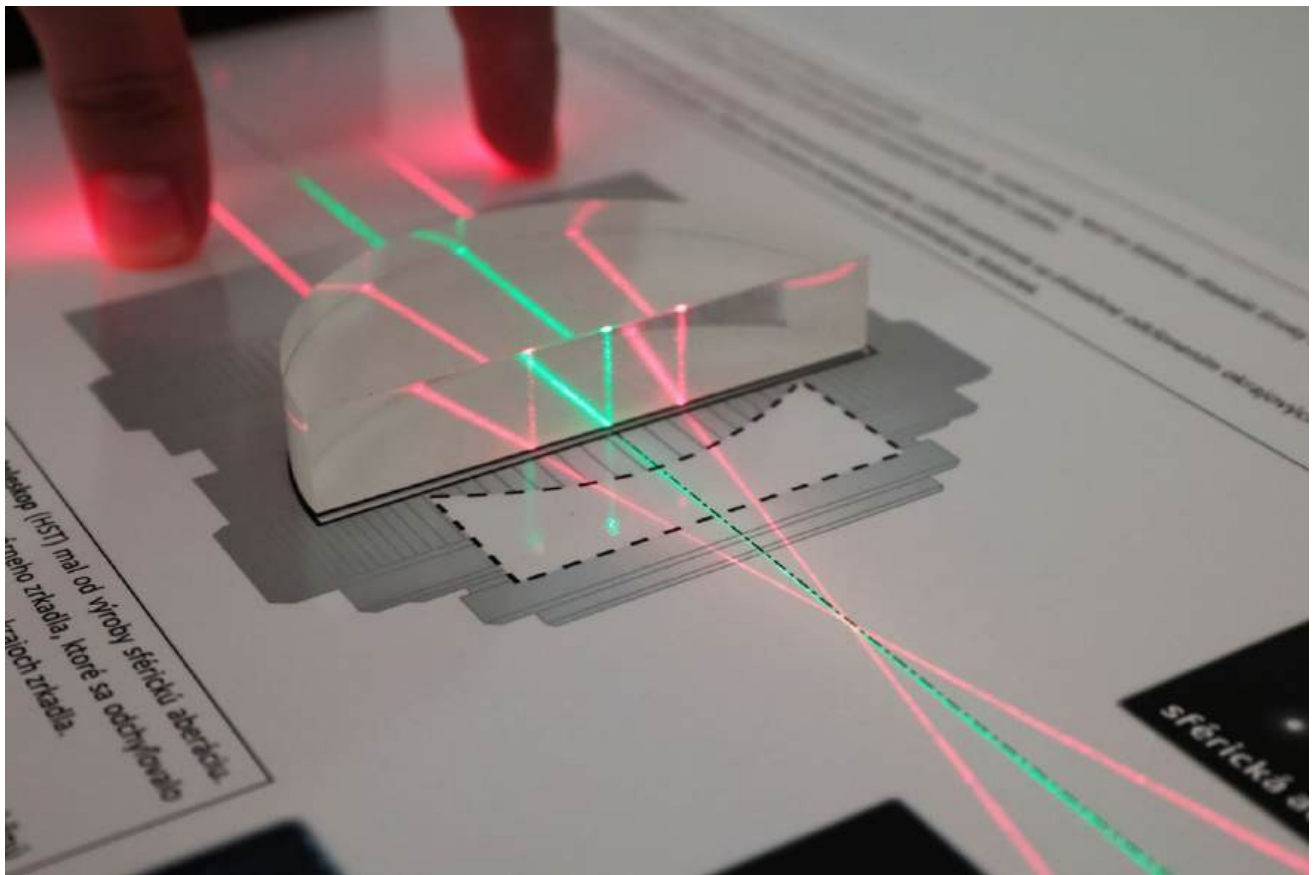
sférická aberácia

po korekcii

Aj slávny **Hubbleov vesmírny teleskop (HST)** mal od výroby sférickú aberáciu. Tá bola spôsobená chybou výbrusu primárneho zrkadla, ktoré sa odchyľovalo „len“ o 2,3 mikrometra od požadovaného tvaru na okrajoch zrkadla.

Aby NASA túto chybu vykompenzovala, musela vyrobiť špeciálnu korekčnú sústavu zrkadiel pod názvom **Korekčná osová náhrada optiky vesmírneho ďalekohľadu** (po anglicky **Corrective Optics Space Telescope Axial Replacement**, skrátené **COSTAR**). Opravu vykonali astronauti pri prvej servisnej misii v roku 1993.

Na obrázkoch vidieť porovnanie ostroti fotografií pred a po nasadení „okuliarov“.



TOPIC: ASTRONOMISCHE TELESCOPEN

OPDRACHT 9: NEWTONTELESCOOP

Taaknummer: 20

Uitrusting:

Blad nr. 9, laserlichtbron, Newton primaire spiegel, kleine spiegel

Vorbereiding:

Bevestig de Newton primaire spiegel en de kleine (secundaire) spiegel op de gemarkeerde plaatsen op het blad. Plaats de laserlichtbron buiten het blad, zo dicht mogelijk bij de linkerrand. De exacte positie wordt bepaald door de optische as in het blad, die overeenkomt met de middelste (groene) straal. De laserlichtbron is een blik in de ruimte. Gebruik de lichtmodus-schakelaar om 3 bundels in te schakelen - de eerste, derde en vijfde. Pas de positie van de laserlichtbron aan zodat de middelste (groene) straal in de optische as schijnt.

Activiteit:

Stel indien nodig de posities van beide spiegels voorzichtig bij en observeer het verkleinde beeld van de laserstralen achter het oculair zodat de focus op het oculair gericht is. Bedek de laserstralen geleidelijk met uw vinger voor waar ze uitstralen en observeer welke stralen zich achter het oculair bevinden. Houd uw vinger zo dat u slechts één straal tegelijk bedekt en niet meer. Als u de onderste straal afdekt, wordt de linker straal achter het oculair afgedekt en als u de bovenste straal afdekt, wordt de rechter straal achter het oculair afgedekt.

Samenvatting:

De Newton-telescoop bestaat uit twee spiegels. De primaire - parabolische spiegel bevindt zich aan het einde van de buis en de secundaire is een kleine spiegel die onder een hoek van 45° aan de voorkant zit. Van daaruit reflecteren de gefocuste stralen in het oculair aan de zijkant van de telescoop. Je kijkt dus niet van achteren in deze telescoop, maar van de zijkant. Lichtreflectie wordt gebruikt om het beeld te vergroten. Daarom wordt dit type een reflector genoemd.

Door reflectie in plaats van breking te gebruiken, loste Newton ook het probleem van chromatische aberratie - kleurfout - op. Toen hij als eerste wit licht met behulp van een prisma in het spectrum fragmenteerde, ontdekte hij dat de afzonderlijke kleuren van elektromagnetische straling onder verschillende hoeken breken en dat het chromatische defect van de telescopen eigenlijk te wijten was aan het glas van de refractorlenzen. De correctie van chromatische aberratie bestaat uit het gebruik van een spiegel waarin de lichtstralen niet door het glas breken maar worden gereflecteerd - elk onder dezelfde hoek.

09



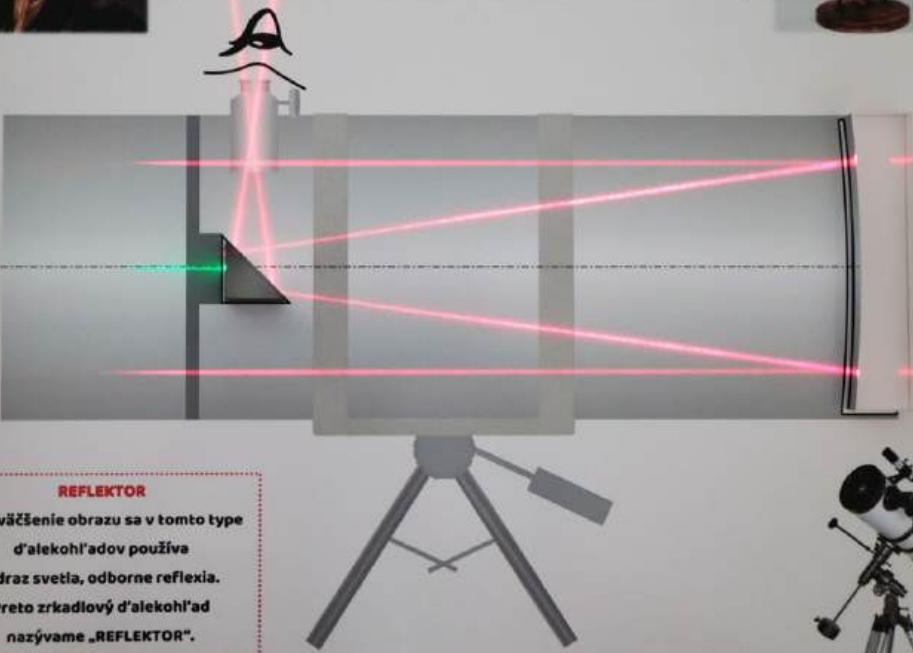
Isaac Newton (1643 – 1727), anglický fyzik, matematik a filozof.

V roku 1668 vytvoril úplne nový typ ďalekohľadu. Namiesto šošovky v objektive umiestnil na koniec tubusu parabolické zrkadlo. V hornej polovici tubusu pod 45° uhlom umiestnil malé zrkadičko, ktoré sústredené lúče odráža do okuláru na boku ďalekohľadu.

Do Newtonovho ďalekohľadu sa teda nepozieráme zozadu, ale z boku, čo je pri manipulácii so samotným ďalekohľadom občas nepraktické.

Použitím odrazu namiesto lomu Newton vyriešil problém farebnej chyby optiky.





REFLEKTOR

Pre zväčšenie obrazu sa v tomto type ďalekohľadov používa odraz svetla, odborné reflexia. Preto zrkadlový ďalekohľad nazývame „REFLEKTOR“.



09



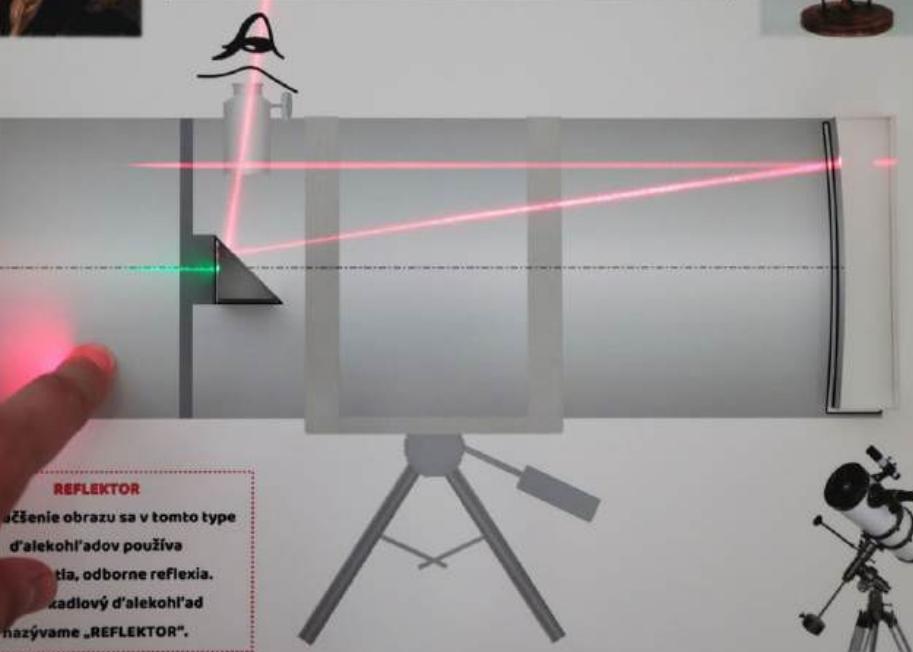
Isaac Newton (1643 – 1727), anglický fyzik, matematik a filozof.

V roku 1668 vytvoril úplne nový typ ďalekohľadu. Namiesto šošovky v objektive umiestnil na koniec tubusu parabolické zrkadlo. V hornej polovici tubusu pod 45° uhlom umiestnil malé zrkadičko, ktoré sústredené lúče odráža do okuláru na boku ďalekohľadu.

Do Newtonovho ďalekohľadu sa teda nepozieráme zozadu, ale z boku, čo je pri manipulácii so samotným ďalekohľadom občas nepraktické.

Použitím odrazu namiesto lomu Newton vyriešil problém farebnej chyby optiky.





REFLEKTOR

Pre zväčšenie obrazu sa v tomto type ďalekohľadov používa odraz svetla, odborné reflexia. Preto zrkadlový ďalekohľad nazývame „REFLEKTOR“.



TOPIC: ASTRONOMISCHE TELESCOPEN

OPDRACHT 10: CASSEGRAIN TELESCOOP

Taaknummer: 21

Uitrusting:

Blad nr. 10, laserlichtbron, Cassegrain hoofdspiegel, Cassegrain secundaire spiegel, scherm (wit oppervlak van Newton hoofdspiegel)

Vorbereiding:

Bevestig de Cassegrain hoofdspiegel en Cassegrain secundaire spiegel op de gemarkeerde plaatsen op het blad. Plaats de laserlichtbron buiten het blad, zo dicht mogelijk bij de linkerrand. De exacte positie wordt bepaald door de optische as in het blad, die overeenkomt met de middelste (groene) straal. De laserlichtbron is een blik in de ruimte. Gebruik de lichtmodus-schakelaar om 3 bundels in te schakelen - de eerste, derde en vijfde. Pas de positie van de laserlichtbron aan zodat de middelste (groene) straal in de optische as schijnt.

Activiteit:

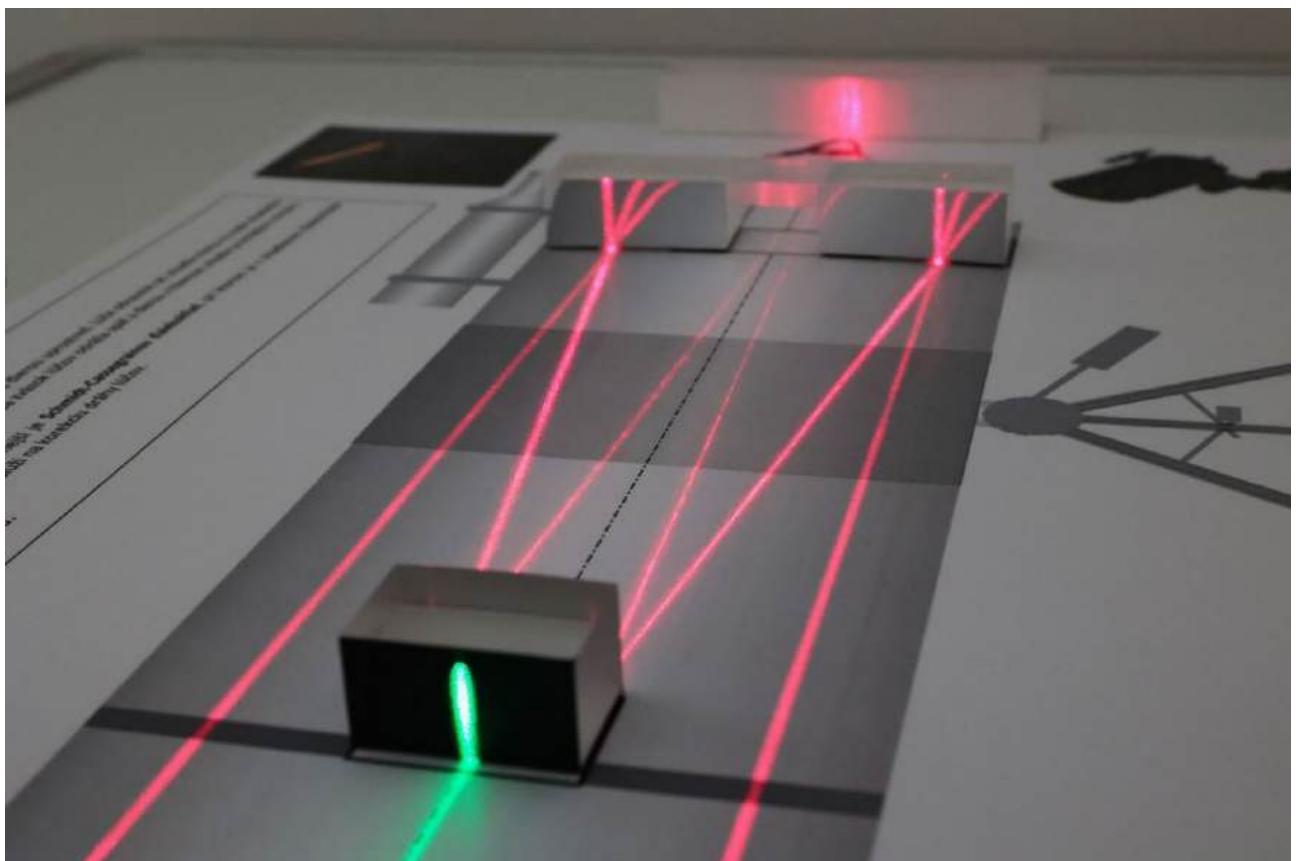
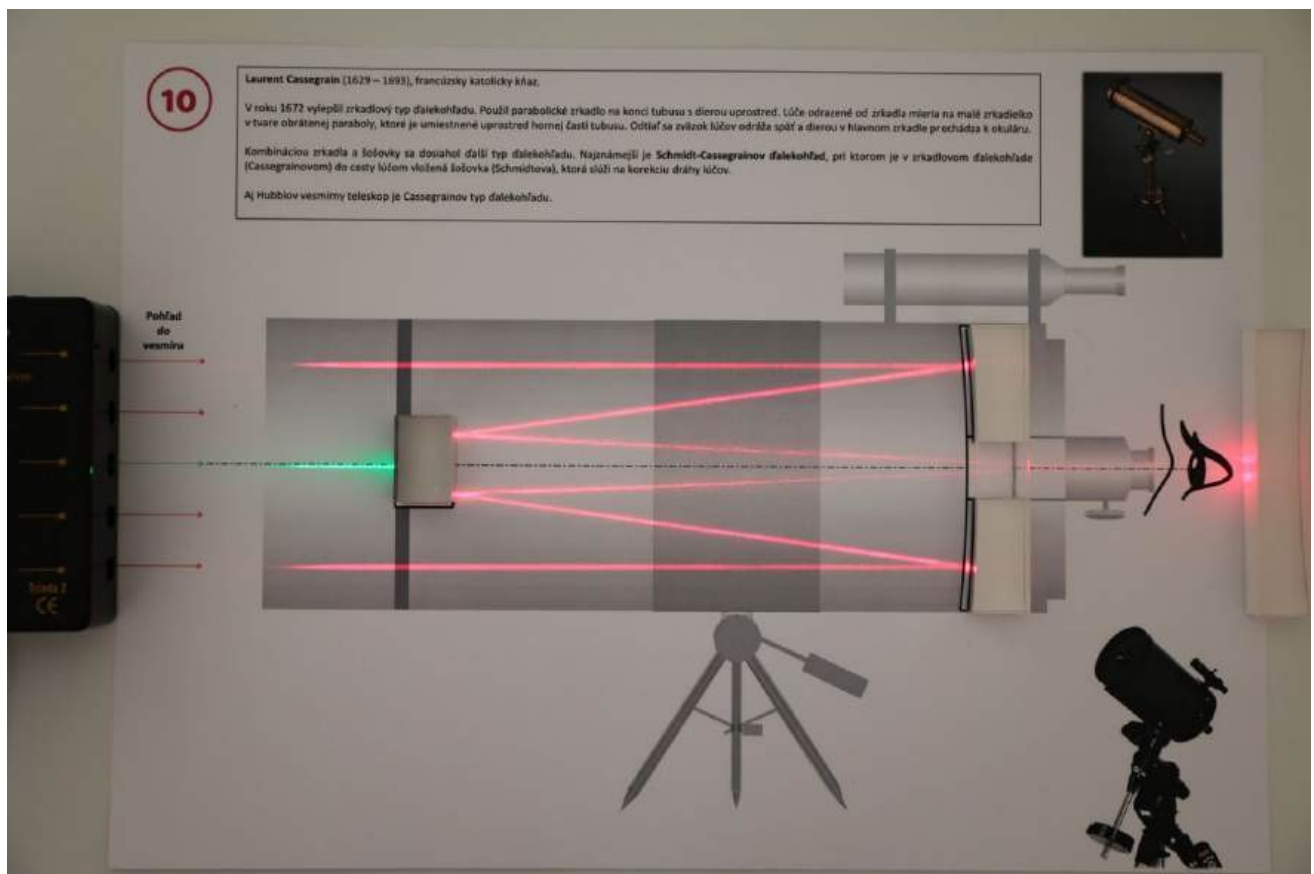
Stel indien nodig de posities van beide spiegels voorzichtig bij en observeer het gereduceerde beeld van de laserstralen achter het oculair zodat de focus op het oculair is. Voor deze taak is het raadzaam om een scherm te gebruiken (wit oppervlak van de Newton primaire spiegelmodule) om de afstelling en richting van de gereflecteerde laserstralen van de Cassegrain secundaire spiegel beter zichtbaar te maken.

Bedek de laserstralen geleidelijk met je vinger voor waar ze uitstralen en observeer welke stralen zich achter het oculair bevinden. Houd je vinger zo dat je maar één straal tegelijk bedekt en niet meer.

Als je de onderste bundel afdekt van waar hij straalt, wordt de bovenste bundel afgedekt achter het oculair.

Samenvatting:

Een Cassegrain-telescoop bestaat uit een primaire parabolische spiegel aan het uiteinde van de buis een opening in het midden en een secundaire kleine spiegel in de vorm van een omgekeerde parabool voor de buis. Van daaruit reflecteren de gefocuste stralen terug en gaan ze door de opening in de hoofdspiegel naar het oculair. Door gebruik te maken van de secundaire spiegel, die het brandpunt achter de hoofdspiegel richt, wordt het beeld dus in dezelfde richting gericht als waar de telescoop op gericht is. De meeste moderne telescopen en de Hubble Space Telescope zijn van het Cassegrain-type.



TOPIC: ASTRONOMISCHE TELESCOPEN

OPDRACHT 11A: MONOLITHISCHE PRIMAIRE SPIEGEL VAN DE RUIMTETELEScoop - HUBBLE RUIMTETELEScoop

Taaknummer: 22

Uitrusting:

Blad nr. 11, laserlichtbron, Cassegrain primaire spiegel

Vorbereiding:

Bevestig de Cassegrain hoofdspiegel op de gemarkeerde plaats op het blad. Plaats de laserlichtbron buiten het blad, zo dicht mogelijk bij de linkerrand. De exacte positie wordt bepaald door de optische as in het blad, die overeenkomt met de middelste (groene) straal.

De laserlichtbron is een blik in de ruimte. Zet alle 5 bundels aan. Pas de positie van de laserlichtbron aan zodat de middelste (groene) straal in de optische as schijnt.

Activiteit:

Pas indien nodig de positie van de spiegel voorzichtig aan en zie dat de gereflecteerde laserstralen samenkomen in een focus (F) dat vastligt. Probeer de spiegel te kantelen om andere focusposities in het blad te bepalen. Merk op dat dit niet mogelijk is.

Samenvatting:

De monolithische primaire spiegel bestaat uit slechts één stuk en heeft slechts één focus. Telescopen worden op plateaus geplaatst op plaatsen waar goede waarnemingsomstandigheden zijn. Het wordt echter steeds moeilijker om zulke plaatsen op aarde te vinden, omdat het probleem van de kwaliteit van de waarneming ook de atmosfeer is, die de inkomende stralen voortdurend breekt. Wetenschappers zijn het erover eens dat het ideaal is om de telescoop buiten de atmosfeer te plaatsen, dat wil zeggen in de ruimte.

Een voorbeeld is de Hubble ruimtetelescoop met een spiegeldiameter van 2,4 m, wat ten tijde van de lancering de grootst mogelijke diameter was voor transport door een spaceshuttle. Deze telescoop is van het Cassegrain-type. Het belangrijkste aspect om de observatieomstandigheden te verbeteren is de vergroting van de diameter van de primaire spiegel. De grootste huidige telescopen op aarde hebben een primaire spiegeldiameter van ongeveer 10 m.



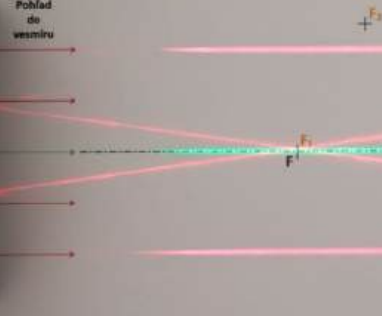
11

Hubbleov vesmírny teleskop (Hubble Space Telescope - HST)

- vypustený 24.4.1990 na nízku obežnú dráhu Zeme
- priemer monolitického primárneho zrkadla 2,4 m
- urobil niekoľko snímok (tzv. Hubbleove hlboké polia) - najvzdialenejšie pozorovateľné objekty vo vesmíre (viď fotografia vpravo)
- primárne zrkadlo malo sférickú aberáciu, ktorú sa podarilo opraviť



Pohľad do vesmíru





Vesmírny teleskop Jamesa Webba (James Webb Space Telescope - JWST)

- plánovaný dátum niekoľkokrát preloženého štartu 31.10.2021
- plánované umiestnenie v libračnom bode L2 ($1,5 \times 10^6$ km od Zeme)
- „priemer“ zloženého primárneho zrkadla 6,5 m (18 ks segmentov s rozmermi 1,32 m)
- navrhnutý ako infračervený ďalekohľad
- hlavnou úlohou je pozorovanie najvzdialenejších a najstarších objektov (prvotných hviezd a galaxií)
- jednotlivé segmenty zloženého primárneho zrkadla nie sú rovinné zrkadlá, ale sú presne vybrúsené do sférického alebo parabolického tvaru

Primárne zrkadlo
vesmírneho teleskopu
Jamesa Webba

Primárne zrkadlo
Hubbleovho
vesmírneho teleskopu





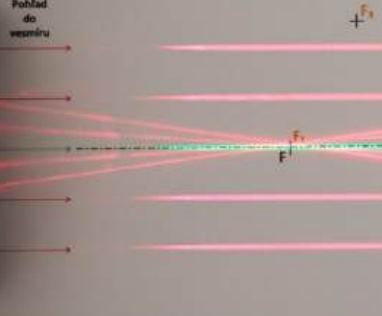
11

Hubbleov vesmírny teleskop (Hubble Space Telescope - HST)

- vypustený 24.4.1990 na nízku obežnú dráhu Zeme
- priemer monolitického primárneho zrkadla 2,4 m
- urobil niekoľko snímok (tzv. Hubbleove hlboké polia) - najvzdialenejšie pozorovateľné objekty vo vesmíre (viď fotografia vpravo)
- primárne zrkadlo malo sférickú aberáciu, ktorú sa podarilo opraviť



Pohľad do vesmíru





Vesmírny teleskop Jamesa Webba (James Webb Space Telescope - JWST)

- plánovaný dátum niekoľkokrát preloženého štartu 31.10.2021
- plánované umiestnenie v libračnom bode L2 ($1,5 \times 10^6$ km od Zeme)
- „priemer“ zloženého primárneho zrkadla 6,5 m (18 ks segmentov s rozmermi 1,32 m)
- navrhnutý ako infračervený ďalekohľad
- hlavnou úlohou je pozorovanie najvzdialenejších a najstarších objektov (prvotných hviezd a galaxií)
- jednotlivé segmenty zloženého primárneho zrkadla nie sú rovinné zrkadlá, ale sú presne vybrúsené do sférického alebo parabolického tvaru

Primárne zrkadlo
vesmírneho teleskopu
Jamesa Webba

Primárne zrkadlo
Hubbleovho
vesmírneho teleskopu



TOPIC: ASTRONOMISCHE TELESCOPEN

OPDRACHT 11B: SAMENGESTELDE PRIMAIRE SPIEGEL VAN DE RUIMTETELEScoop - JAMES WEBB RUIMTETELEScoop

Taaknummer: 23

Uitrusting:

Blad nr. 11, laserlichtbron, kleine spiegels (4 stuks)

Vorbereiding:

Bevestig de kleine spiegels op de gemarkeerde plaatsen op het blad. Plaats de laserlichtbron buiten het blad, zo dicht mogelijk bij de linkerrand. De exacte positie wordt bepaald door de optische as in het blad, die overeenkomt met de middelste (groene) straal.

De laserlichtbron is een blik in de ruimte. Zet alle 5 bundels aan. Pas de positie van de laserlichtbron aan zodat de middelste (groene) straal in de optische as schijnt.

Activiteit:

Pas met zachte bewegingen de posities van de spiegels aan en richt de laserstralen eerst op F_1 . Merk op dat de stralen in hetzelfde brandpunt samenkomen als in de vorige opdracht, waarbij slechts één spiegel werd gebruikt. Probeer de spiegels op te stellen en de stralen ook op andere brandpunten te richten (F_2 en F_3). Merk op dat door met alle spiegels te richten, je ook een brandpunt raakt dat van de optische as af ligt (F_3).

Samenvatting:

De samengestelde primaire spiegel bestaat uit meerdere stukken kleinere spiegels, die kunnen worden scherpgesteld door zachte microbewegingen en zo de totale brandpuntsafstand van het spiegelsysteem kunnen veranderen. Het maken van steeds grotere spiegels is ingewikkelder en duurder, dus zijn wetenschappers het idee gekomen om een spiegel op te delen in kleinere segmenten die samengevouwen worden tot de volledige primaire spiegel. Een voorbeeld hiervan is de James Webb Space Telescope, die een "diameter" heeft van een samengestelde primaire spiegel van maximaal 6,5 m en in totaal 18 zeshoeken met afmetingen van 1,32 m bevat. Alle zeshoeken hebben echter een parabolische vorm en zijn niet vlak. In deze set is het principe vereenvoudigd.

Deze nieuwe telescoop komt te staan op het librapunt L2 ($1,5 \times 10^6$ km van de aarde) en is ontworpen als infraroodtelescoop. De belangrijkste taak is het observeren van de verste en oudste objecten (oersterren en sterrenstelsels).



11

Hubbleov vesmírny teleskop (Hubble Space Telescope - HST)

- vypustený 24.4.1990 na nízku obežnú dráhu Zeme
- priemer monolitického primárneho zrkadla 2,4 m
- urobil niekoľko snímok (tzv. Hubbleove hlboké polia) - najvzdialenejšie pozorovateľné objekty vo vesmíre (viď fotografia vpravo)
- primárne zrkadlo malo sférickú aberáciu, ktorú sa podarilo opraviť





Vesmírny teleskop Jamesa Webba (James Webb Space Telescope - JWST)

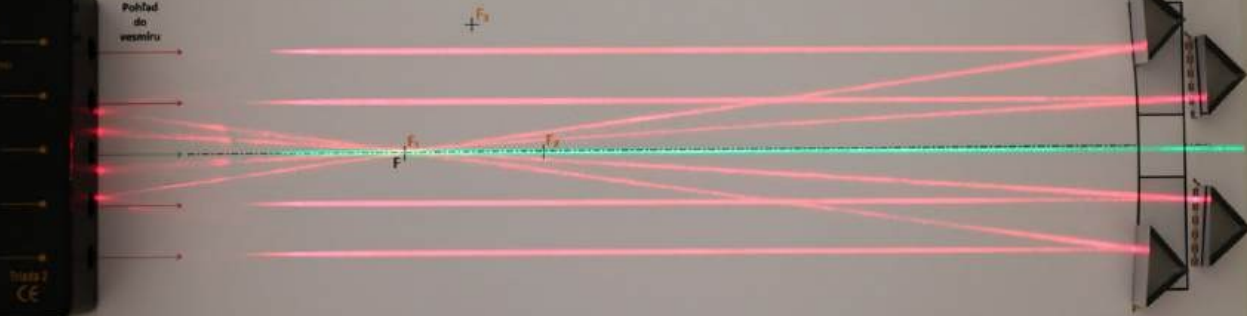
- plánovaný dátum niekoľkokrát preloženého štartu 31.10.2021
- plánované umiestnenie v libračnom bode L2 ($1,5 \times 10^6$ km od Zeme)
- „priemer“ zloženého primárneho zrkadla 6,5 m (18 ks segmentov s rozmermi 1,32 m)
- navrhnutý ako infračervený ďalekohľad
- hlavnou úlohou je pozorovanie najvzdialenejších a najstarších objektov (prvotných hviezd a galaxií)
- jednotlivé segmenty zloženého primárneho zrkadla nie sú rovinné zrkadlá, ale sú presne vybrúsené do sférického alebo parabolického tvaru



Primárne zrkadlo Hubbleho vesmírneho teleskopu

Primárne zrkadlo Jamesa Webba

1,32 m



Pohľad do vesmíru



11

Hubbleov vesmírny teleskop (Hubble Space Telescope - HST)

- vypustený 24.4.1990 na nízku obežnú dráhu Zeme
- priemer monolitického primárneho zrkadla 2,4 m
- urobil niekoľko snímok (tzv. Hubbleove hlboké polia) - najvzdialenejšie pozorovateľné objekty vo vesmíre (viď fotografia vpravo)
- primárne zrkadlo malo sférickú aberáciu, ktorú sa podarilo opraviť





Vesmírny teleskop Jamesa Webba (James Webb Space Telescope - JWST)

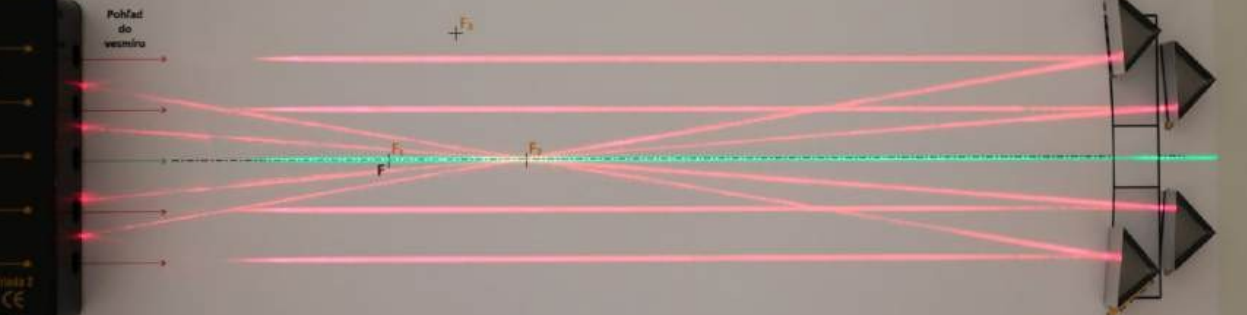
- plánovaný dátum niekoľkokrát preloženého štartu 31.10.2021
- plánované umiestnenie v libračnom bode L2 ($1,5 \times 10^6$ km od Zeme)
- „priemer“ zloženého primárneho zrkadla 6,5 m (18 ks segmentov s rozmermi 1,32 m)
- navrhnutý ako infračervený ďalekohľad
- hlavnou úlohou je pozorovanie najvzdialenejších a najstarších objektov (prvotných hviezd a galaxií)
- jednotlivé segmenty zloženého primárneho zrkadla nie sú rovinné zrkadlá, ale sú presne vybrúsené do sférického alebo parabolického tvaru



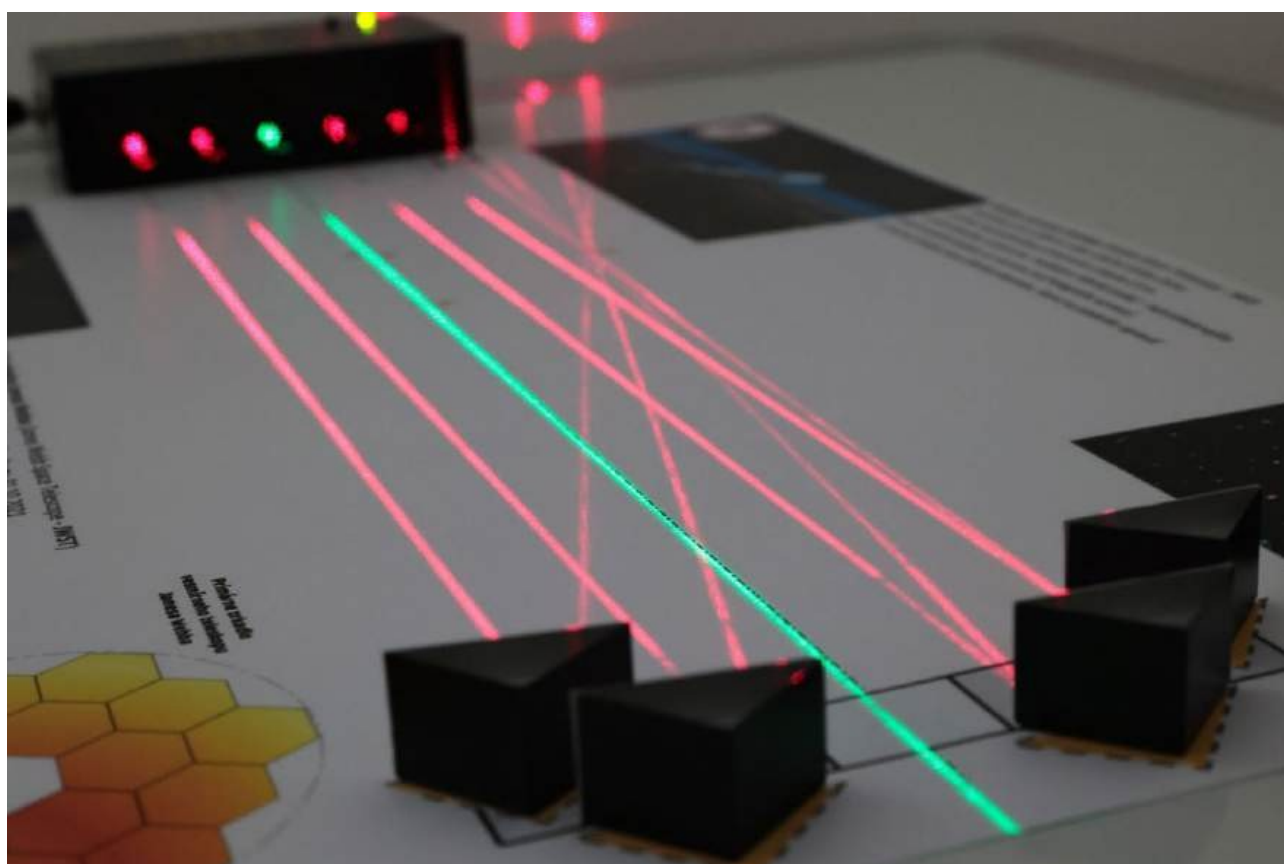
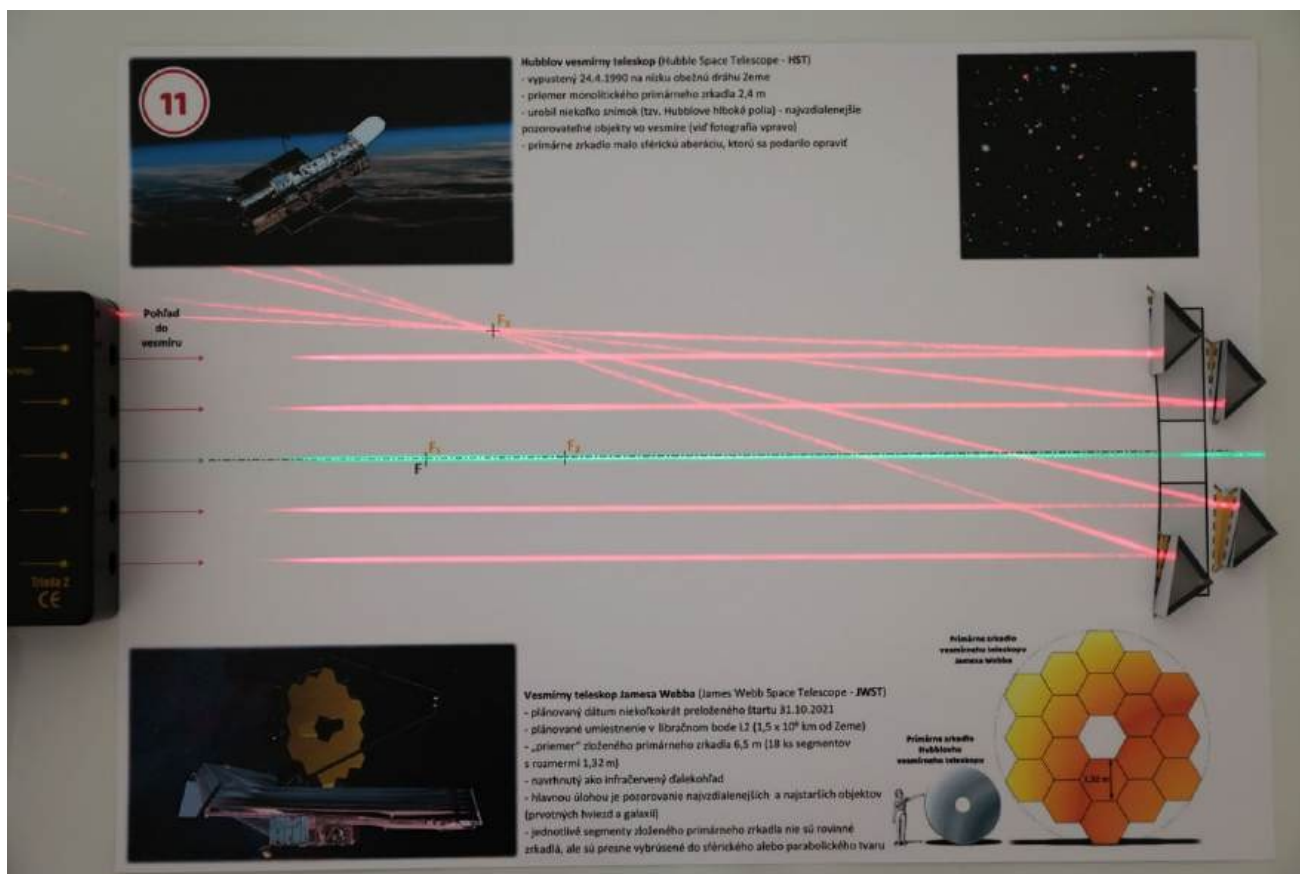
Primárne zrkadlo Hubbleho vesmírneho teleskopu

Primárne zrkadlo Jamesa Webba

1,32 m



Pohľad do vesmíru



TOPIC: ASTRONOMISCHE TELESCOPEN

OPDRACHT 12A: KLASSIEKE RADIOTELESCOOP EN COMMUNICATIE IN DE RUIMTE

Taaknummer: 24

Uitrusting:

Sheet no. 12, laserlichtbron, Newton primaire spiegel, Exoplaneet

Vorbereiding:

Bevestig de primaire spiegel van Newton op de gemarkeerde plaats op het blad, dat in dit geval deel uitmaakt van de paraboolantenne. Plaats de laserlichtbron op de gemarkeerde plaats, die een blik in de ruimte voorstelt. Zet alle 5 stralen aan. Pas de positie van de laserlichtbron aan zodat de middelste (groene) straal in de optische as schijnt. Observeer hoe de laserstralen van de hoofdspiegel reflecteren en terug naar de lichtbron wijzen.

Activiteit:

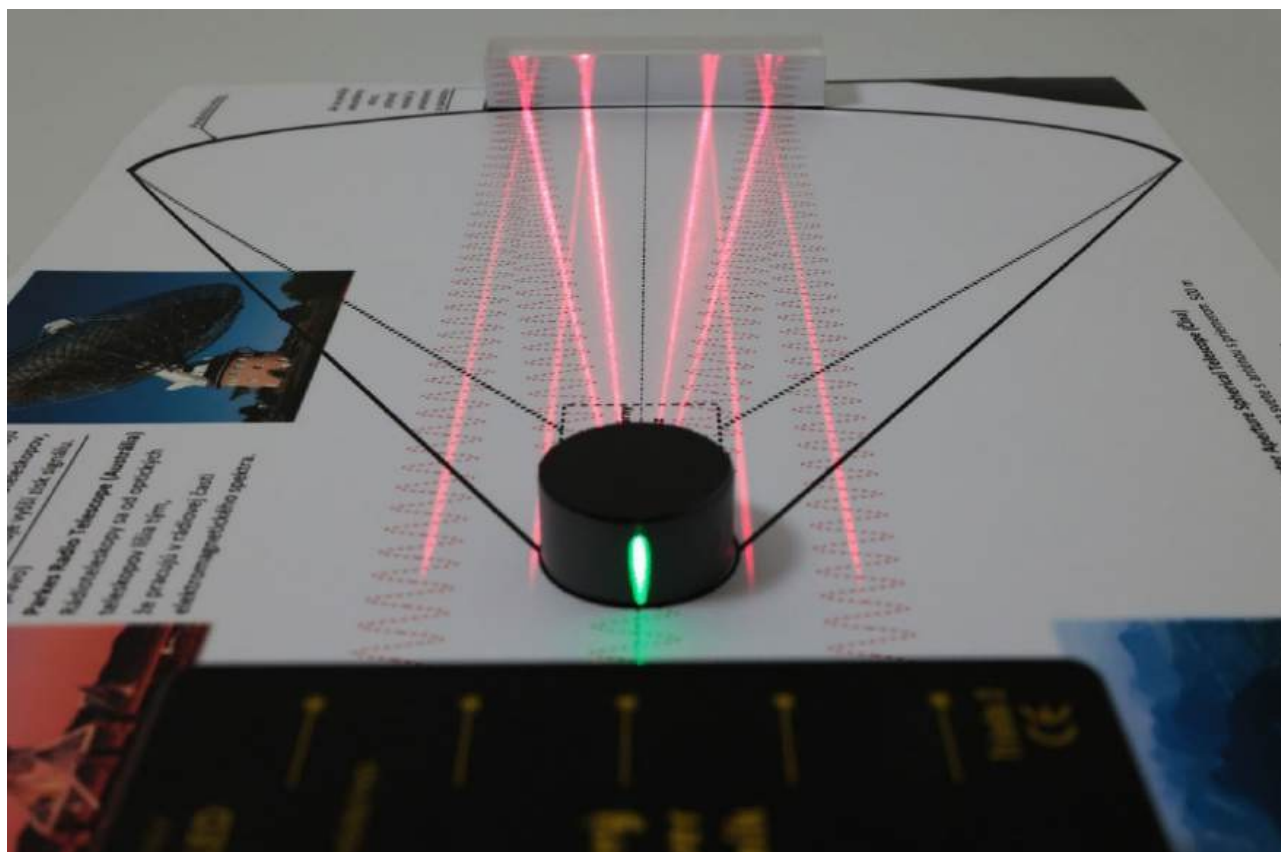
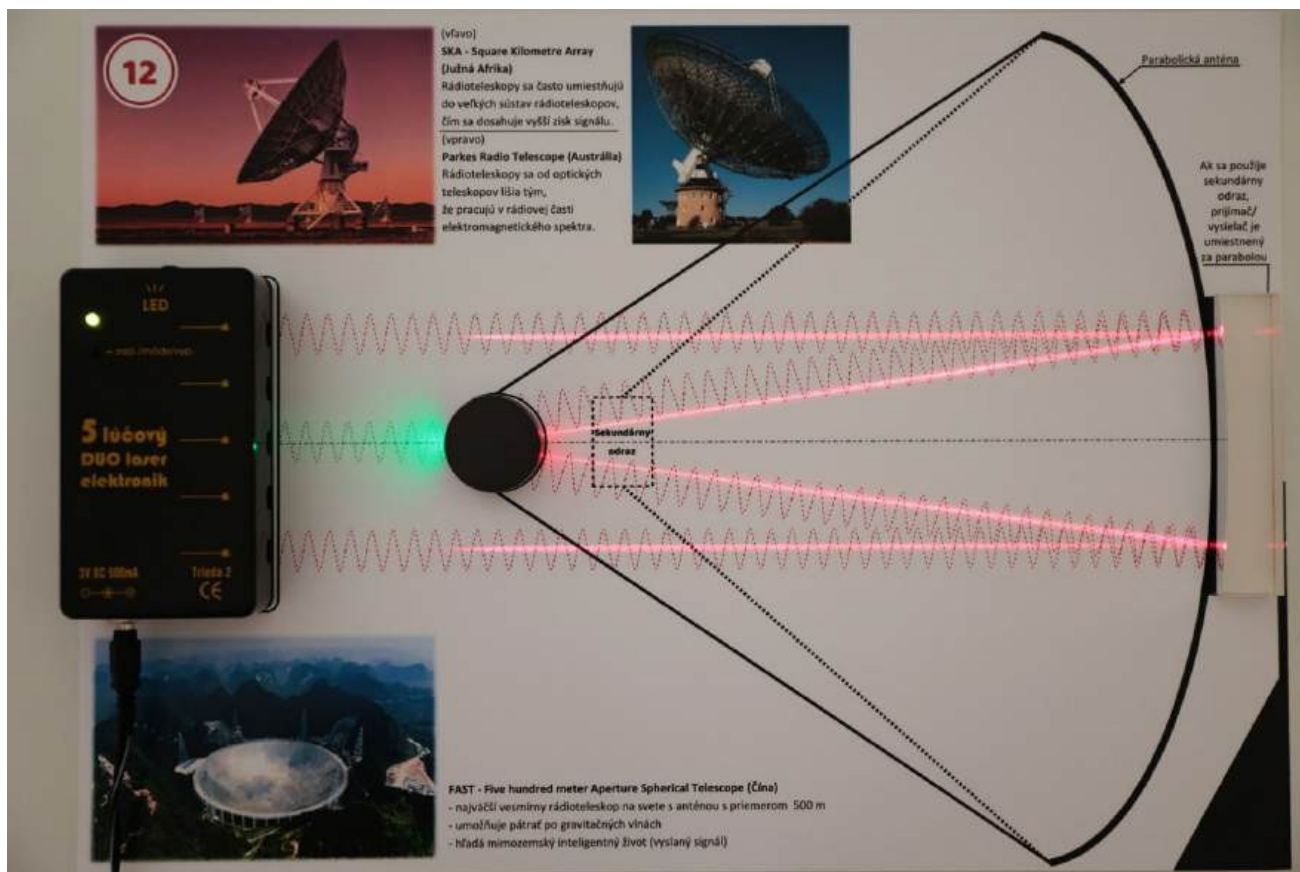
Plaats de Exoplanet hulpmodule op de gemarkeerde positie van de ontvanger/zender. Kijk hoe de laserstralen stoppen in het brandpunt waar de denkbeeldige radiotelescoopontvanger of -zender zich bevindt. De laserstralen tonen in dit geval golven van radiostraling.

Samenvatting:

Radiotelescopen verschillen van optische telescopen doordat ze werken in het radiogedeelte van elektromagnetische straling. Ze werken volgens het principe van het uitzenden of ontvangen van versterkte luchtgolven van de aarde naar de ruimte en omgekeerd. We kunnen ze ook de "oren van astronomen" noemen, waarmee ze luisteren naar signalen in verschillende delen van microgolf- en radiostraling.

In hun geval werkt alles hetzelfde als bij optische telescopen, maar in plaats van een primaire spiegel wordt een parabool van een materiaal gebruikt dat het deel van het spectrum dat we nodig hebben op dezelfde manier reflecteert als bij het zichtbare spectrum. Ontvangers en versterkers van dit signaal bevinden zich op de plaats van de secundaire spiegel.

Sommige delen van de nachtelijke hemel zijn ondoorzichtig voor het zichtbare spectrum (bijvoorbeeld interstellair stof), maar ze zijn volledig transparant voor het radiospectrum - daarom houdt de radioastronomie zich bezig. Radiotelescopen vertegenwoordigen ook het principe van radiocommunicatie in de ruimte. Een klassieke radiotelescoop is ook een parabool voor het ontvangen (downlink) of zenden (uplink) van een tv-sigitaal - satelliet.



TOPIC: ASTRONOMISCHE TELESCOPEN

TAAK 12B: GEAVANCEERDE RADIOTELESCOOP

Taaknummer: 25

Uitrusting:

Blad nr. 12, laserlichtbron, Cassegrain hoofdspiegel, Cassegrain secundaire spiegel, scherm (wit oppervlak van Newton hoofdspiegel)

Vorbereiding:

Bevestig de Cassegrain hoofdspiegel, die in dit geval deel uitmaakt van de paraboolantenne, op de gemarkeerde plaats op het blad. Plaats de laserlichtbron op de gemarkeerde plaats, die een blik in de ruimte voorstelt. Zet alle 5 stralen aan. Pas de positie van de laserlichtbron aan zodat de middelste (groene) straal in de optische as schijnt. Observeer hoe de rode laserstralen weerkaatsen van de primaire spiegel en terug de lichtbron wijzen en hoe de groene laserstraal door de opening in de spiegel langs de optische as gaat.

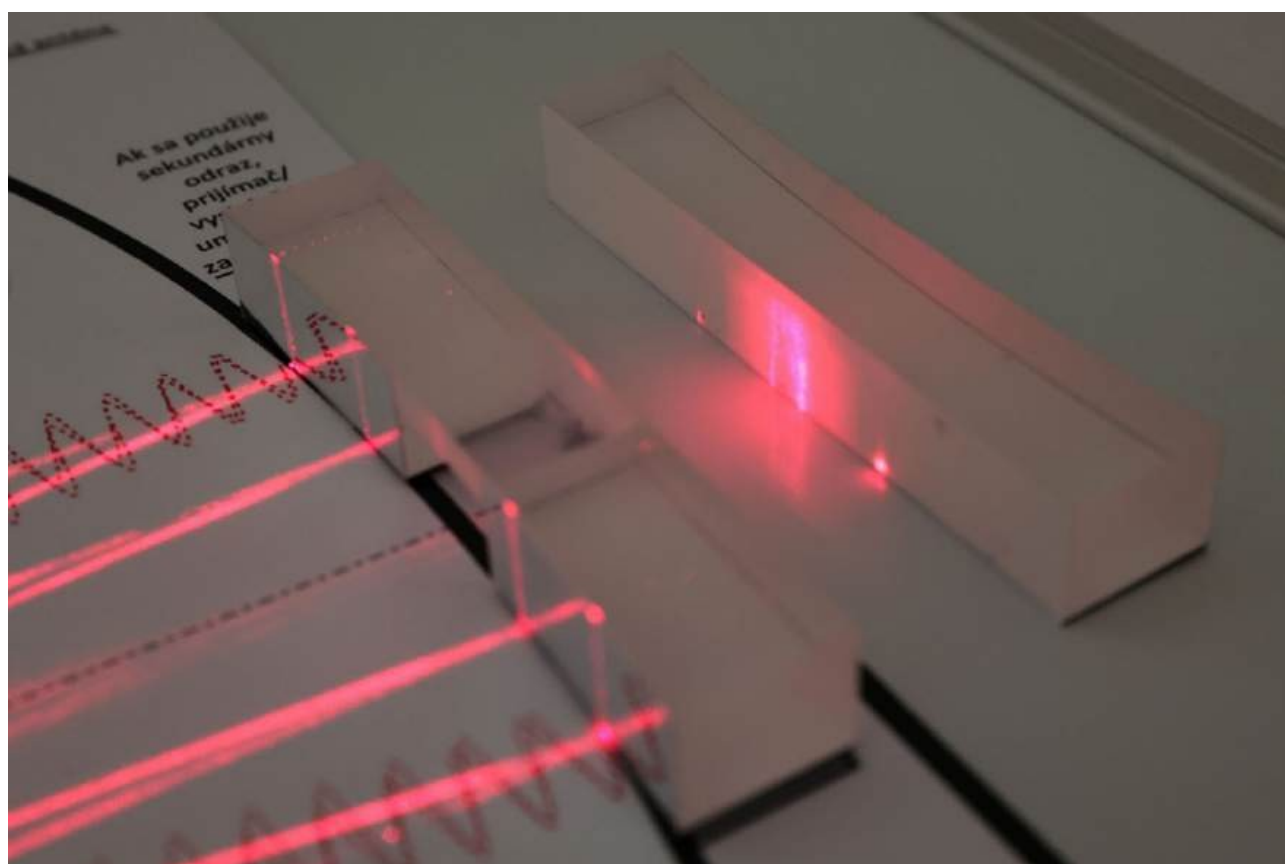
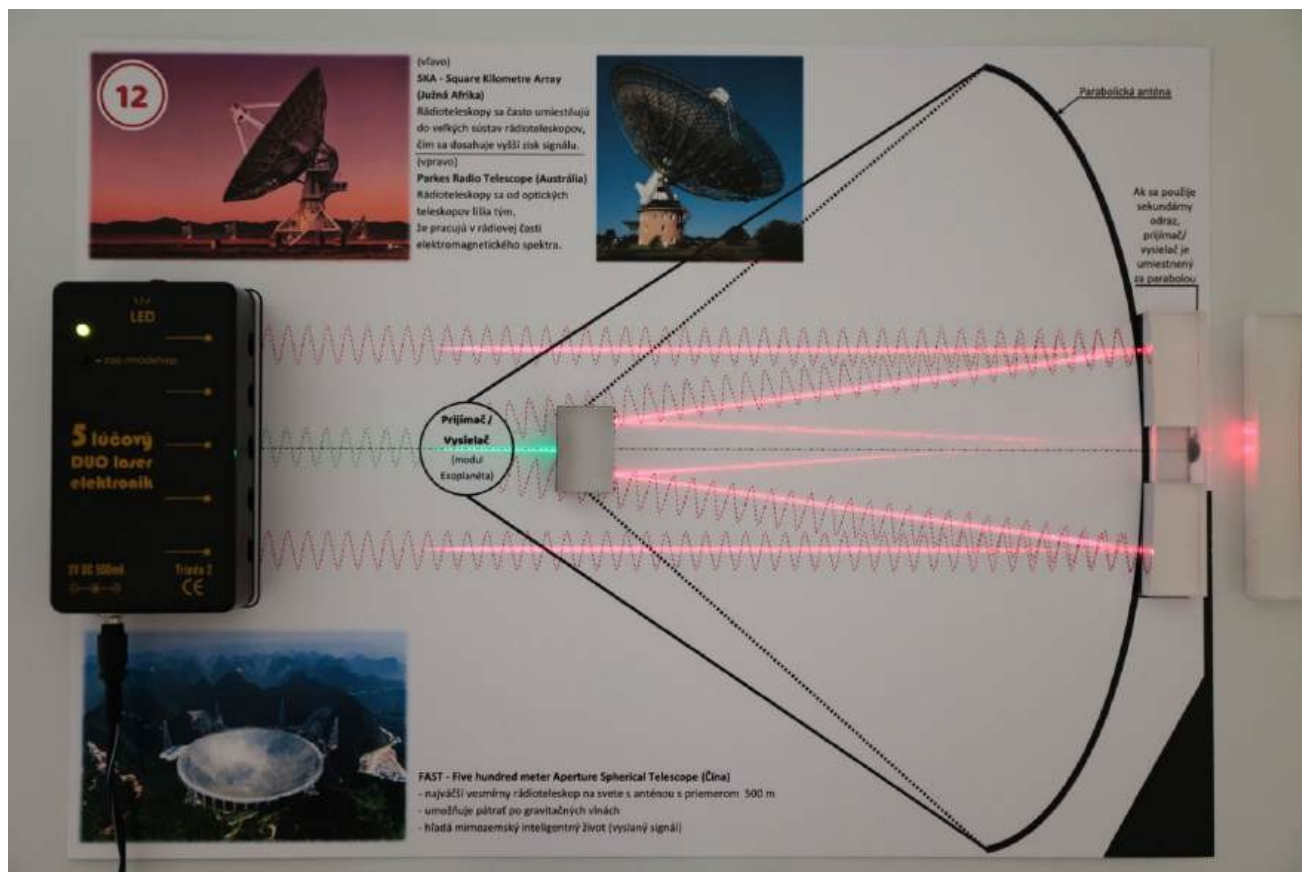
Activiteit:

Plaats de Cassegrain secundaire spiegel op de gemarkeerde secundaire reflectiepositie. Voor deze taak is het aan te raden om een scherm te gebruiken (wit oppervlak van de Newton primaire spiegelmodule) om de afstelling en richting van de gereflecteerde laserstralen van de Cassegrain secundaire spiegel beter zichtbaar te maken.

Kijk hoe de rode laserstralen reflecteren, door een opening in de spiegel gaan en samenkomen in het brandpunt waar de denkbeeldige ontvanger of zender van de radiotelescoop zich bevindt - achter de schotelantenne. Zelfs in dit geval tonen de laserstralen golven van radiostraling.

Samenvatting:

Dit model geeft het werkingsprincipe weer van geavanceerde radiotelescopen van het Cassegrain-type, waarbij de hele techniek is ingebouwd achter de primaire spiegel (paraboolantenne). Dit vereenvoudigt de toegang tot de techniek in geval van reparatie of vervanging van onderdelen.



TOPIC: ZOEKEN NAAR EXOPLANETEN MET ECLIPSMETHODE

OPDRACHT 13: LICHTKROMME VAN EXOPLANEET

Taaknummer: 26

Uitrusting:

Sheet no. 13, laserlichtbron, Exoplaneet

Vorbereiding:

Plaats de laserlichtbron die een ster voorstelt in het gemarkeerde gebied op het blad. Zet alle 5 stralen aan. Stel de positie van de laserlichtbron zo in dat de middelste (groene) straal in de optische as schijnt. Aan de rechterkant van het blad, waar de laserstralen schijnen, is de telescoop weergegeven als een observatiepunt waar onbeschaduwde stralen worden afgeteld.

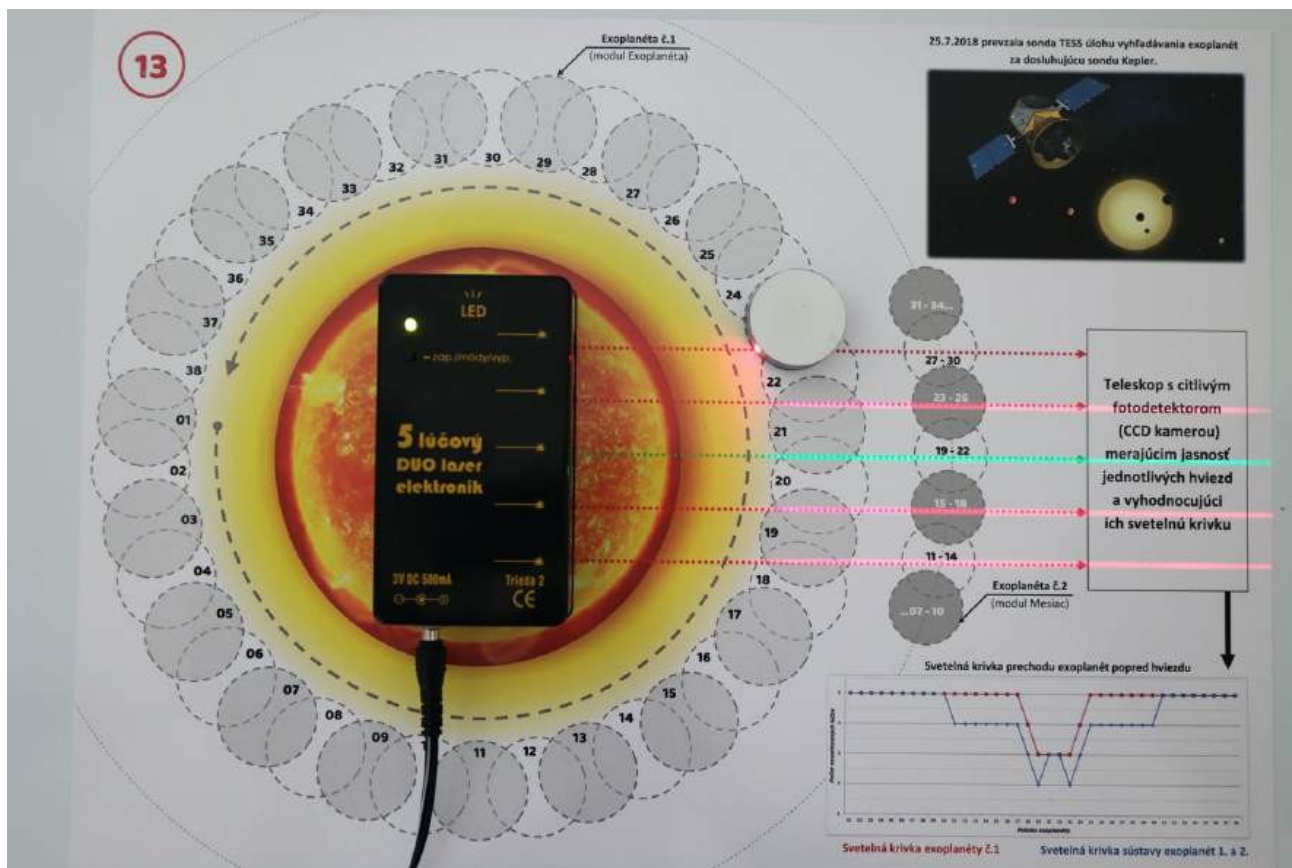
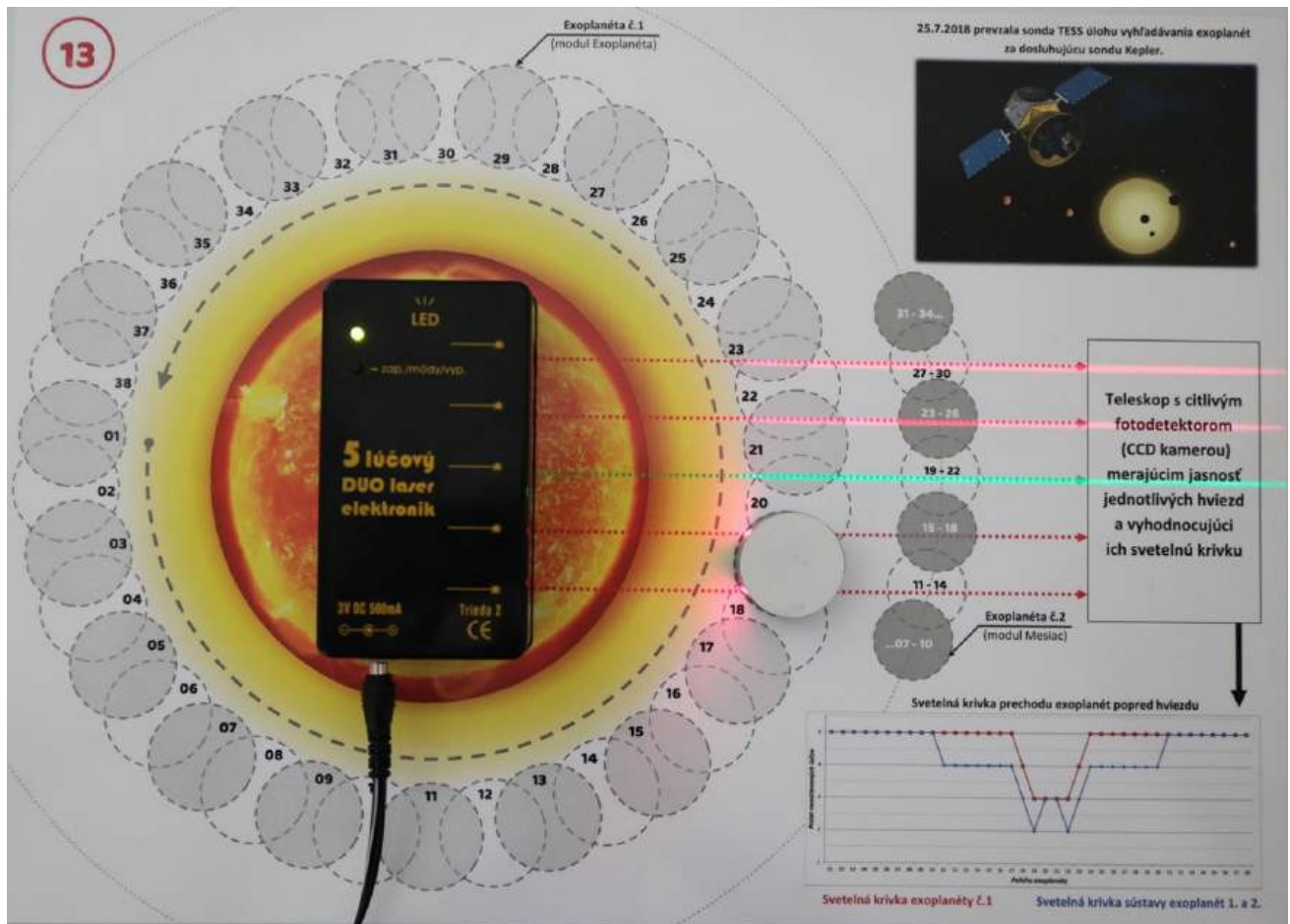
Activiteit:

De opdracht is om de licht(overgang)curve van de exoplaneet voor de ster waar te nemen en te registreren. Bevestig Exoplaneetmodule nr. 1 vast aan de gemarkeerde positie op het blad. Exoplaneet nr. 1 draait rond een ster in de richting van de pijl in de tekening van positie 1 naar 38.

De taak is bedoeld voor 3 personen. De eerste beweegt de exoplaneetmodule elke 2 seconden, de tweede controleert de stralen en de derde schrijft het aantal onbeschaduwde stralen in elke positie in een tabel. Maak na het voltooien van de exoplaneetcyclus een grafiek van de gemeten gegevens (x -as = positienummer, y -as = aantal onbeschaduwde stralen). Het resultaat van de opdracht is een grafiek - een lichtkromme van de doorgang van een exoplaneet voor de ster.

Samenvatting:

Door de helderheid van de ster te meten met behulp van de verduisteringsmethode met een gevoelige CCD-detector, worden regelmatige afwijkingen gedetecteerd. Aan de hand van de vorm van de overgangscurve kunnen we bepalen of het om een overgang gaat - de overgang van een exoplaneet of een veranderlijke ster. Tegelijkertijd kunnen we de omlooptijd van de exoplaneet en zijn grootte bepalen. Het probleem met deze waarnemingsmethode is dat de exoplaneet een baanvlak met de aarde en een ster moet hebben, anders zien we hem niet. Exoplaneten worden vooral gezocht bij sterren die lijken op onze zon.



TOPIC: ZOEKEN NAAR EXOPLANETEN MET ECLIPSMETHODE

OPDRACHT 13B: LICHTKROMME VAN HET PLANETENSTELSEL

Taaknummer: 27

Uitrusting:

Sheet no. 13, laserlichtbron, Exoplaneet, Maan

Voorbereiding:

Plaats de laserlichtbron die een ster voorstelt in het gemarkeerde gebied op het blad. Zet alle 5 stralen aan. Pas de positie van de laserlichtbron aan zodat de middelste (groene) straal in de optische as schijnt. Aan de rechterkant van het blad, waar de laserstralen schijnen, is de telescoop weergegeven als een observatiepunt waarin onbeschaduwde stralen worden afgeteld.

Activiteit:

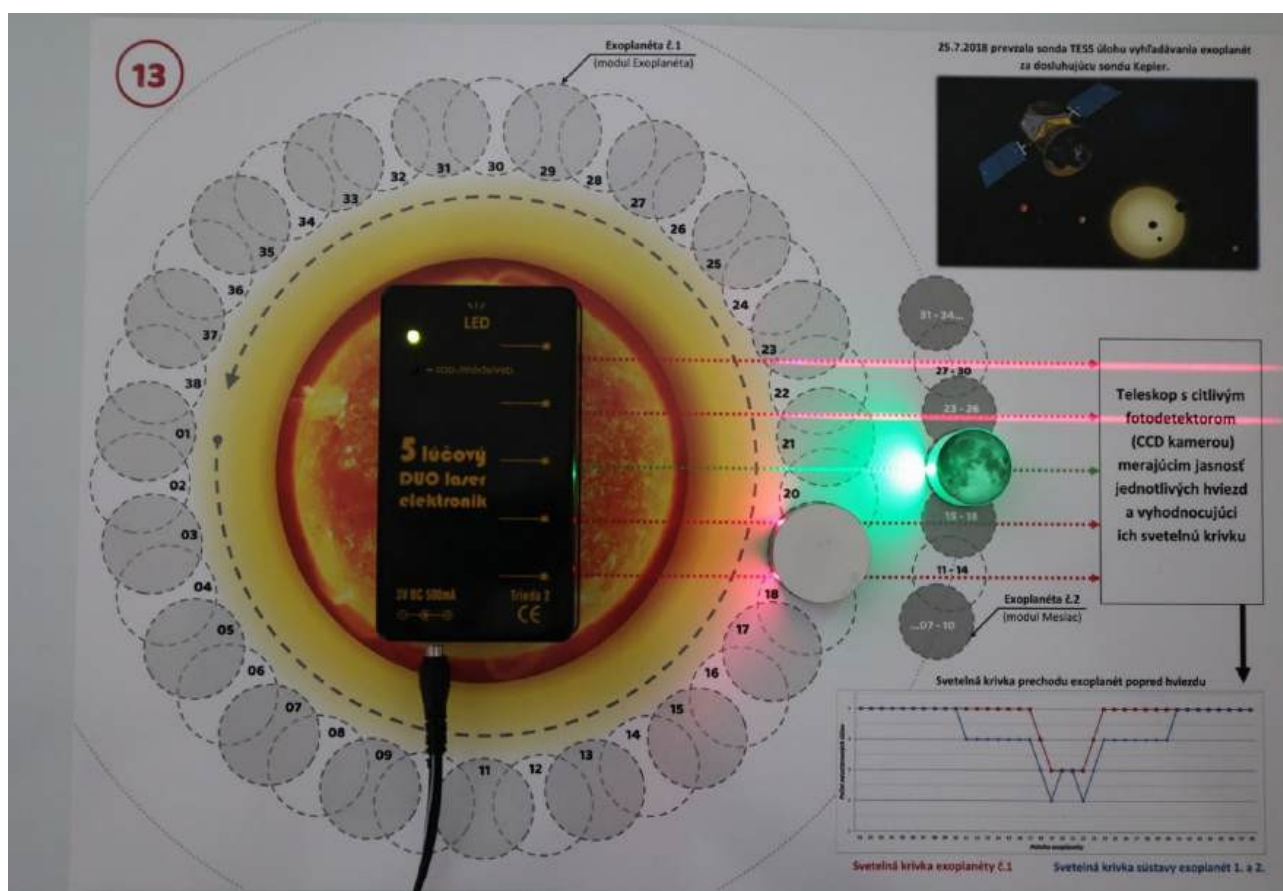
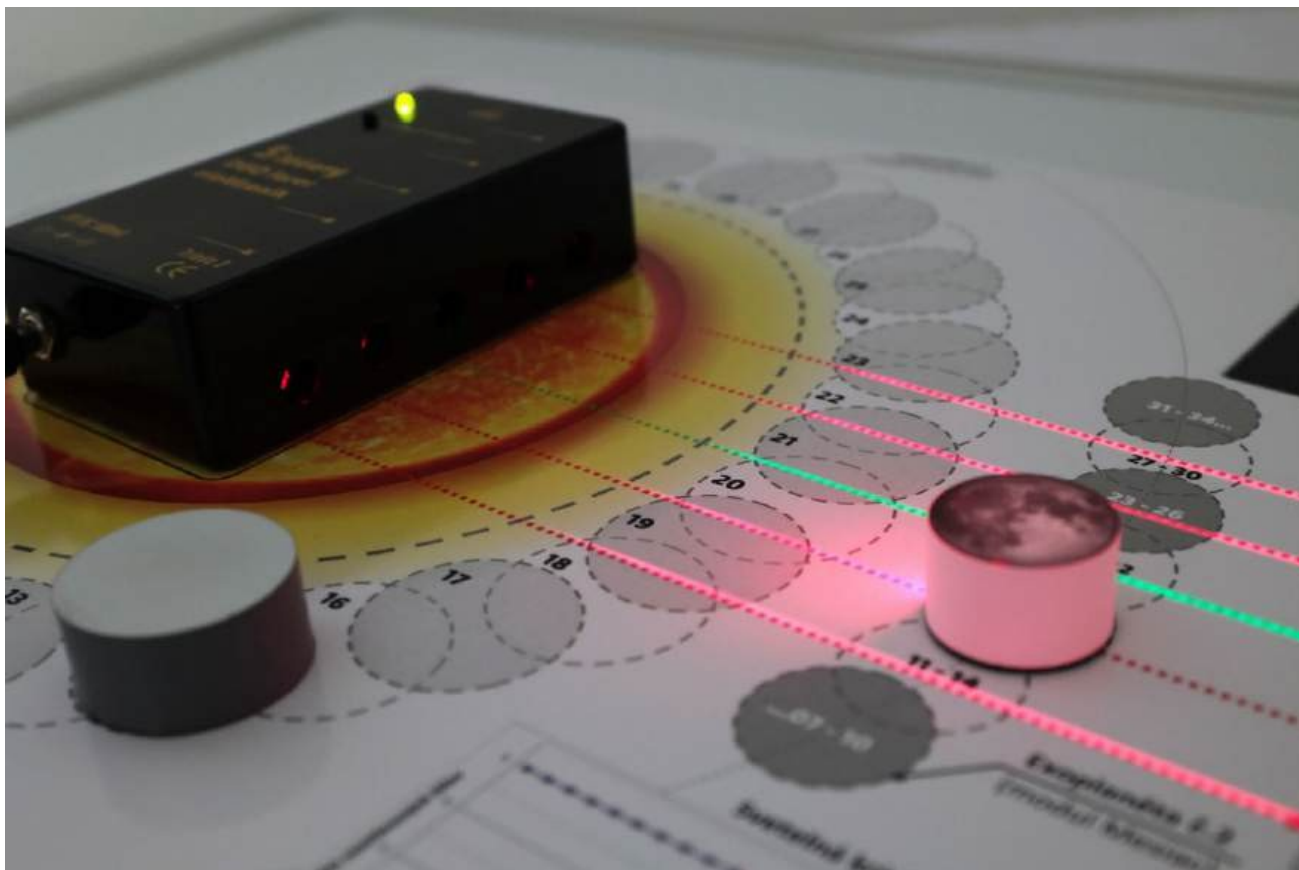
De procedure is vergelijkbaar met de vorige opdracht, maar de taak is nu om de licht(overgang)curve van het planetenstelsel voor de ster waar te nemen en te registreren.

Beweegt met exoplaneet nr. 1 met tussenpozen van twee seconden in de richting van de pijl op de tekening van positie 1 naar 38. Exoplaneet nr. 2 (in dit geval de hulpmodule Maan) wordt met exoplaneet nr. 1 meebewogen zodat de nummers van hun posities samenvallen. Elke vier verplaatsingen van exoplaneet nr. 1 komen overeen met één verplaatsing van exoplaneet nr. 2.

De taak is bedoeld voor 3 personen. De eerste beweegt de exoplaneetmodules elke 2 seconden, de tweede controleert de stralen en de derde schrijft het aantal onbeschaduwde stralen in elke positie in een tabel. Na het voltooien van de exoplanetencyclus maak je een grafiek van de gemeten gegevens (x -as = positienummer, y -as = aantal onbeschaduwde stralen). Het resultaat van de opdracht is een grafiek - een lichtkromme van de doorgang van een planetenstelsel voor de ster.

Samenvatting:

Door de lichtkrommen van planetenstelsels te observeren, kunnen we de grootte, het aantal en de omlooptijd van individuele exoplaneten bepalen.



TOPIC: VARIABELE STERREN

OPDRACHT 14A: VERANDERLIJKE STER

Taaknummer: 28

Uitrusting:

Blad nr. 14, laserlichtbron, polarisatiefilter, Newton primaire spiegel - wit oppervlak

Voorbereiding:

Plaats de laserlichtbron die een variabele ster voorstelt in het gemarkeerde gebied op het blad. Gebruik de lichtmodus-schakelaar om 3 stralen in te schakelen - de eerste, derde en vijfde. Pas de positie van de laserlichtbron aan zodat de middelste (groene) straal in de optische as schijnt.

Plaats een schaduw (wit gebied van de Newton primaire spiegelmodule) op de rand van de tekening op de plaats van de telescoop met een gevoelige fotodetector. Observeer hoe de sterren en hun spectra onveranderlijk schijnen.

Activiteit:

Plaats het polarisatiefilter voor de plaats waar de rode laserstraal uitstraalt en draai het langzaam rond de as met een constante snelheid. Observeer op de schaduw de verandering in helderheid - de grootte van de ster. Probeer ook een groene straal met een andere rotatiesnelheid. Dit zijn onregelmatige veranderingen in de helderheid van de sterren.

Samenvatting:

Veranderingen in helderheid kunnen worden veroorzaakt door fysieke veranderingen in de ster zelf. Er zijn veel soorten veranderlijke sterren. De belangrijkste zijn cepheïden, omdat ze een soort standaardkaarsen zijn. Novae en supernovae zijn cataclysmische (uitbarstende) veranderlijke sterren die tot de meest energieke gebeurtenissen in het heelal behoren. Onder veranderlijke sterren vallen ook dubbelsterren of flakkerende sterren. Onze zon is een goed voorbeeld van een ster waarbij er relatief kleine variaties in helderheid zijn (meestal ongeveer 0,1% tijdens de zonnecyclus van elf jaar).

14

A variable star is a star whose brightness and possibly also the spectrum change at regular or irregular intervals. Changes in brightness can be caused by physical changes in the star itself.

The first known variable star is Mira Ceti, observed in 1596 by David Fabricius. The star Algol was known even earlier, but its variability was not confirmed until 1667.

There are many types of variable stars. The most important are Cepheids because they are a type of so-called standard candles. Novae and Supernovae are cataclysmic (eruptive) variable stars that are some of the most energetic events in the universe. Variable stars also include binary stars or flaring stars. The interval of changes can range from a few minutes to thousands of seconds (pulsars), for years to decades.

Our Sun is a good example of a star with small variations in brightness (usually around 0.1 % during eleven-year solar cycle).



Pulsar

For the Pulsar task, rotate the laser light source with the white LED around its own axis in the direction of the arrow.



Mira (Omicron Ceti)
(HST 1997)



Supernova on the edge of the
galaxy NGC 4526



Light curve of the variable star Delta Cephei

Telescope with a sensitive photometer (CCD camera) measuring the brightness of stars and even their light curve / Radio telescope (in the role of photometer)



14

A **variable star** is a star whose brightness and possibly also the spectrum change at regular or irregular intervals. Changes in brightness can be caused by physical changes in the star itself.

The first known variable star is Mira Ceti, observed in 1596 by David Fabricius. The star Algol was known even earlier, but its variability was not confirmed until 1667.

There are many types of variable stars. The most important are Cepheids because they are a type of so-called standard candles. Novae and Supernovae are cataclysmic (eruptive) variable stars that are some of the most energetic events in the universe. Variable stars also include binary stars or flaring stars. The interval of changes can be from tens of thousands of seconds (pulsars), for years to decades.

Our Sun is a good example of a star where there are relatively small variations in brightness (usually around 0.1 % during eleven-year solar cycle).



For the Pulsar task, rotate the laser light source with the white LED around its own axis in the direction of the arrow.



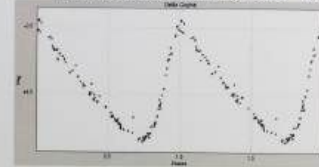
Telescope with a sensitive photodiode (CCD camera) measuring the brightness of stars and evaluating their light curve / Radio telescope (in the role of pulsar)

Supernova on the edge of the galaxy NGC 4526

Mira (Omicron Ceti) (HST 1997)



Light curve of the variable star Delta Cephei



14

A **variable star** is a star whose brightness and possibly also the spectrum change at regular or irregular intervals. Changes in brightness can be caused by physical changes in the star itself.

The first known variable star is Mira Ceti, observed in 1596 by David Fabricius. The star Algol was known even earlier, but its variability was not confirmed until 1667.

There are many types of variable stars. The most important are Cepheids because they are a type of so-called standard candles. Novae and Supernovae are cataclysmic (eruptive) variable stars that are some of the most energetic events in the universe. Variable stars also include binary stars or flaring stars. The interval of changes can be from tens of thousands of seconds (pulsars), for years to decades.

Our Sun is a good example of a star where there are relatively small variations in brightness (usually around 0.1 % during eleven-year solar cycle).



For the Pulsar task, rotate the laser light source with the white LED around its own axis in the direction of the arrow.



Telescope with a sensitive photodiode (CCD camera) measuring the brightness of stars and evaluating their light curve / Radio telescope (in the role of pulsar)

Supernova on the edge of the galaxy NGC 4526

Mira (Omicron Ceti) (HST 1997)



Light curve of the variable star Delta Cephei



TOPIC: VARIABELE STERREN

OPDRACHT 14B: PULSAR

Taaknummer: 29

Uitrusting:

Blad nr. 14, witte LED in laserlichtbron

Voorbereiding:

Bevestig de laserlichtbron met een witte LED, die een pulsar voorstelt, op het gemarkeerde gebied op het blad. Druk op de knop om de witte LED aan te zetten.

Activiteit:

Draai de hele lichtbron (de hele doos) geleidelijk rond de as, zodat het witte licht van de LED het eerst wordt gericht op de telescoop die is weergegeven als observatiepunt. Stel je voor dat als je de lichtbron met hoge snelheid zou draaien, je alleen korte flitsen zou waarnemen.

Samenvatting:

Een pulsar is een snel roterende ster met een grote massa die energie uitstraalt vanaf zijn schijf. We krijgen slechts een korte flits, die we opvangen in de vorm van een sterke energiestroom - veel straling. Het interval van deze flitsen kan oplopen tot tienduizenden seconden en we nemen ze waar met een radiotelescoop.

14

Premenná hviezda je hviezda, ktorej jasnosť a prípadne aj spektrum sa mení v pravidelných alebo nepravidelných intervaloch. Zmeny jasnosti môžu mať príčinu vo fyzikálnych zmenách na samotnej hviezde.

Prvá známa premenná hviezda je Mira Ceti, ktorú pozoroval v roku 1596 David Fabricius. Hviezda Algol bola známa ešte skôr, no pri nej sa premenlivosť potvrdila až v roku 1667.

Je veľa typov premenných hviezd. Najvýznamnejšie sú cefeidy, pretože sú typom tzv. štandardných svieč. Novy a supernovy sú kataklizmické (eruptívne) premenné hviezdy, ktoré sú jedny z najviac energetických udalostí vo vesmíre. Medzi premenné hviezdy patria aj dvojhviezdy či vzplanujúce hviezdy. Interval zmien môže byť od desiatich sekúnd (pulzary), po celé roky až desaťročia.

Naše Slnko je dobrým príkladom hviezdy, kde dochádza k relatívne malým odchýlkam jasnosti (výrazne okolo 0.1% počas jedenástoročného slnečného cyklu).



Pri úlohe Pulsar otáčajte laserovým zdrojom svetla so svietiacou bielou LED okolo vlastnej osi v smere šípky



Teleskop s citlivým fotodetektorom (CCD kamerou) merajúcim jasnosť hviezd a vyhodnocujúci ich svetelnú krivku / Rádioteleskop (pri úlohe Pulsar)

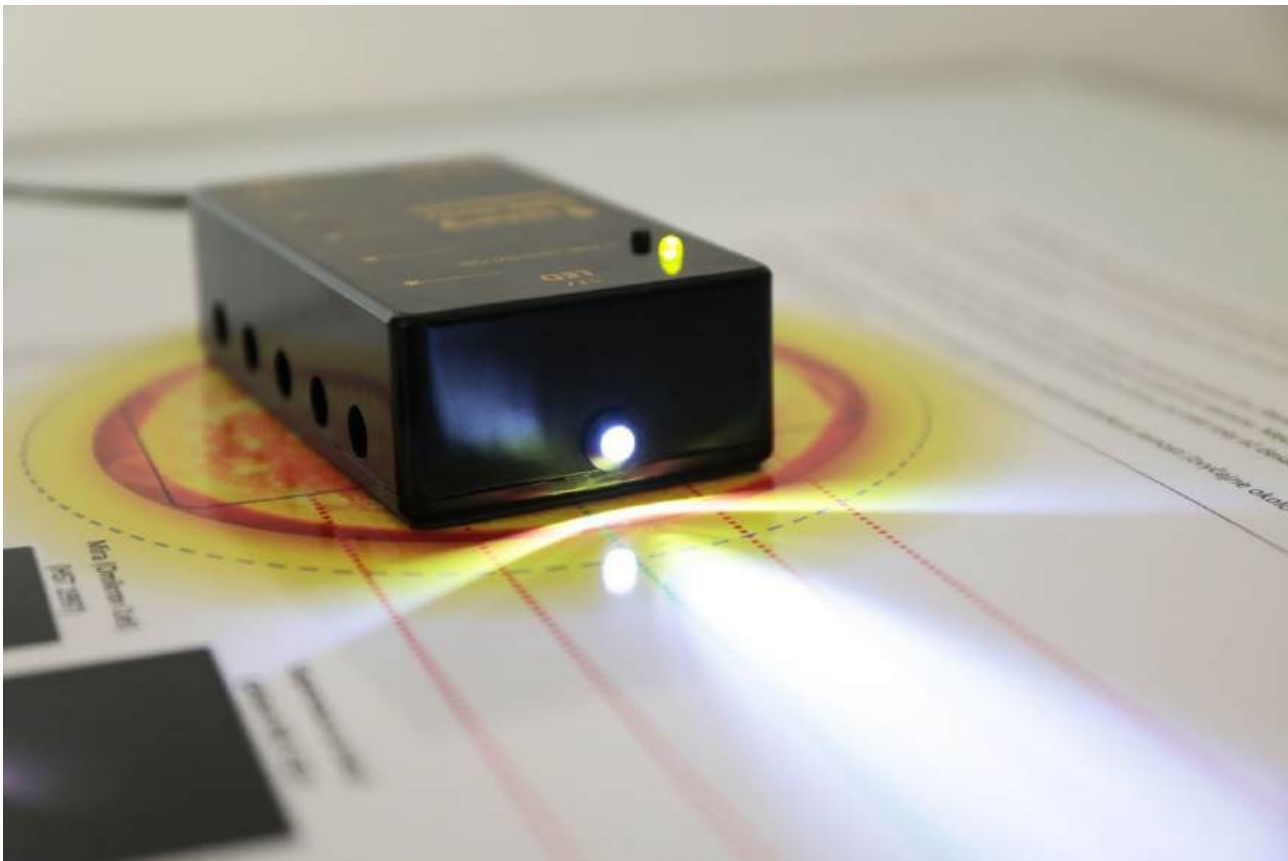
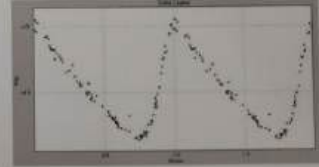
Mira (Omiكرون Ceti) (HST 1997)



Supernova na okraji galaxie NGC 4526



Svetelná krivka premennej hviezdy Delta Cephei



LED LICHTBRON

De vlakke LED-lichtbron bevat 31 witte LED-diodes die zijn gemonteerd op een printplaat. Hij is gemonteerd in een aluminium profiel met een geanodiseerde afwerking. Eén kant van de bron is afgedicht met een magnetische folie, die dient om de bron aan de magnetische printplaat te bevestigen.

TECHNISCHE SPECIFICATIES: LED-LICHTBRON

Ingangsspanning:	3V DC
Ingangsstroom:	650 mA
Bedrijfstemperatuur:	0 - 40 °C
Afmetingen (L x B x H):	230 x 18 x 19 mm
Diameter LED-diode:	5 mm
Kleur LED-diode:	wit koud (9 500 K)
Helderheid LED-diode:	23 500 - 33 000 mcd



LASERLICHTBRON - 5 BUNDELS DUO LASER RAY BOX ELECTRONIC MET WITTE LED

De laserlichtbron (5 bundels DUO laser ray box electronic met witte LED) is een delicaat optisch en elektronisch apparaat. Hij bestaat uit vijf onafhankelijke lasermodules (**1., 2., 4., 5. zijn rood met golflengte 635 nm en 3. is groen met golflengte 520 nm**) die optisch worden aangepast om het gewenste patroon te geven. Dit product verwijst naar een klasse 2 laserproduct.

Het apparaat bevat laserdiodemodules die alleen **rood** en **groen** zichtbaar licht uitstralen. Ultraviolet, infrarood, röntgenstraling of andere niet-zichtbare straling wordt niet uitgezonden. Probeer direct contact van ogen en huid met een laserstraal te vermijden, staar niet rechtstreeks in een laserstraal of naar de reflecties ervan. Laserdiodemodules zijn niet geschikt voor snijden, boren of branden. Gebruik ze alleen voor bedoelingen die geschikt zijn voor dit apparaat.

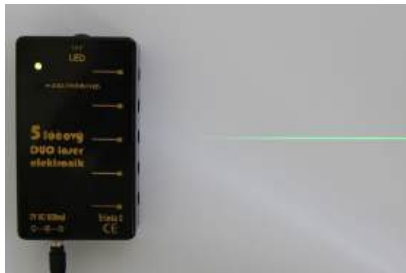
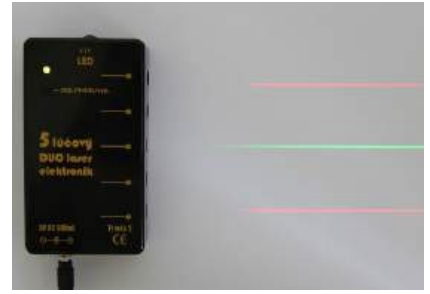
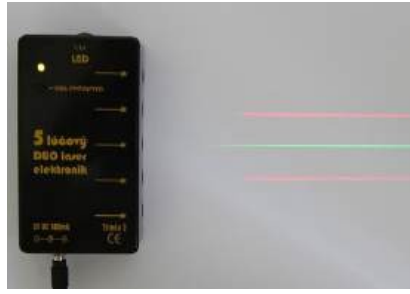
TOEPASSING: 5 STRAAL DUO LASER RAY BOX ELEKTRONISCHE MET WITTE LED

De DUO laserstraalbox elektronica met 5 stralen en witte LED is de bron van vijf laserstralen en één wit LED-licht. Hun unidirectionele uitrekking met een cilindrische lens maakt het mogelijk om parallelle lijn laserlichtbronnen te verkrijgen die duidelijk zichtbaar zijn op het magneetbord.

Gebruik de knop om over te schakelen naar de standaardmodi (zie afbeeldingen 1 - 5).

In de volgende stappen leert u hoe u het apparaat correct gebruikt met de voedingsadapter:

1. Steek de adapter in een stopcontact.
2. Sluit de kabel van de voedingsadapter aan op het apparaat.
3. De indicator op het apparaat moet oranje oplichten, wat betekent dat het apparaat in stand-bymodus staat.
4. Als het lampje op het apparaat groen of rood oplicht, moet u de adapter loskoppelen en vervolgens weer aansluiten.
5. Druk op de aan/mode/uit-knop en je zou nu 5 parallelle laserstralen moeten zien die uit de openingen aan de zijkant van het apparaat komen. De indicator moet groen oplichten.
6. Druk op de aan/mode/uit-knop om te schakelen tussen de modi in afbeeldingen 1 - 5.
7. Door de aan/mode/uit-knop 1,5 seconden ingedrukt te houden, kun je terugschakelen naar de stand-bymodus. De indicator moet oranje branden. In de stand-bymodus kun je de adapter loskoppelen.



TECHNISCHE SPECIFICATIES: 5 BEAM DUO LASER RAY BOX ELECTRONIC MET WITTE LED

Ingangsspanning:	3V DC
Ingangsstroom:	500 mA
Bedrijfstemperatuur:	0 - 40 °C
Optisch vermogen (per bundel):	Pmax < 1 mW
Afstanden tussen balken:	18 mm
Afmetingen (L x B x H):	112 x 62 x 32 mm
Laserproduct:	Klasse 2
Type laser:	Diode
Golflengte: (1 st , 2 nd , 4 th , 5 th)	635 nm
Golflengte: (3 rd)	520 nm
Diameter LED-diode:	5 mm
Kleur LED-diode:	wit (koud)
Helderheid LED-diode:	30000 - 50000 mcd

WAARSCHUWING!

ZORG ERVOOR DAT U EERST DE VOEDINGSADAPTER OP EEN GEAARD CIRCUIT AANSLUIT EN DAARNA PAS DE ADAPTER OP DE ELEKTRONISCHE DUO LASER RAY BOX. VERWISSEL DEZE STAPPEN NOOIT. IN DAT GEVAL KOMT DE ELEKTRONISCHE DUO-LASER RAY BOX NIET IN DE STANDBY-MODUS, MAAR ONMIDDELIJK IN DE BLIKSEMMODUS. ALS DIT GEBEURT, HAAL DAN ONMIDDELIJK DE VOEDINGSADAPTER UIT DE DUO LASER RAY BOX EN HERHAAL DE STAPPEN IN DE JUISTE VOLGORDE.

VOORZORGSMaatregelen voor elektrische veiligheid en GARANTIE

De LED lichtbron en laserlichtbron zijn veiligheidsapparaten omdat ze een lage spanning en stroom gebruiken. Wanneer u een elektrisch apparaat gebruikt, moet u bepaalde voorzorgsmaatregelen in acht nemen:

Open het deksel van de voedingsadapter onder geen enkele omstandigheid, er bestaat een risico op direct contact met spanningvoerende onderdelen van het elektrische apparaat en een spanning van 230V.

Haal het apparaat of de onderdelen ervan niet uit elkaar - u zou een elektrische schok kunnen veroorzaken.

De garantie is ongeldig als de schade is veroorzaakt door onjuist gebruik of onjuiste behandeling.

LASER VEILIGHEIDSinSTRUCTIES - ALGEMEEN

Lichtversterking door gestimuleerde stralingsemissie (LASER) is een mechanisme voor het uitzenden van elektromagnetische straling, meestal zichtbaar licht, infrarood of ultraviolette straling. Dit mechanisme produceert intense lichtbundels. LASER wordt voornamelijk gebruikt voor metingen, industriële verwerking, medische diagnostiek en chirurgie, voor communicatie via optische vezels en vele andere toepassingen. Het is ten strengste verboden om rechtstreeks in de LASER te staren. Dit kan oogletsel of blindheid veroorzaken.

De norm EN 60825-1 categoriseert lasers als volgt:

Laserapparaten van klasse 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B en 4

Kortstondige bestraling (0,25 sec.) in een golflengtegebied tussen 400 nm en 700 nm wordt niet als gevaarlijk beschouwd (behalve voor de klassen 3B en 4). Je moet de bundel echter niet voor langere tijd op mensen richten.

Regels voor laserveiligheid:

- Lasers produceren een zeer intense lichtstraal. Behandel ze voorzichtig. De meeste lasers hebben een vermogen van minder dan 1 mW en zijn niet schadelijk voor de huid.
- Kijk nooit in het diafragma van de laser terwijl deze is ingeschakeld! **BLIJVEND OOGLETSEL KAN HET GEVOLG ZIJN.**
- Kijk nooit in de aankomende lichtbundel. Gebruik nooit vergrootglazen (zoals verrekijkers of telescopen) om naar de straal te kijken terwijl deze zich verplaatst of wanneer deze een oppervlak raakt.
- Richt nooit een laser op iemands ogen of gezicht, hoe ver weg ze ook zijn.
- Als je een laser in het klaslokaal of laboratorium gebruikt, gebruik dan altijd een straalstop of projecteer de straal op plekken waar mensen niet in of doorheen gaan.
- Laat een laser nooit onbeheerd achter als hij aan staat en trek altijd de stekker uit het stopcontact als hij niet wordt gebruikt.
- Probeer nooit de interne componenten van de laser te demonteren of aan te passen. Elektrische schokken kunnen het gevolg zijn.
- Laat het product niet vallen en stel het niet bloot aan vocht of stof - het kan gemakkelijk beschadigd raken.

INFORMATIEVE EN WAARSCHUWINGSLABELS



Dit symbool op het product of op de verpakking geeft aan dat dit product niet weggegooid mag worden met uw andere huishoudelijke afval. In plaats daarvan is het uw verantwoordelijkheid om uw afgedankte apparatuur in te leveren bij een aangewezen inzamelpunt voor recycling van afgedankte elektrische en elektronische apparatuur (AEEA). Voor meer informatie over waar u uw afgedankte apparatuur kunt inleveren voor recycling, kunt u contact opnemen met het gemeentehuis, onze afvaldienst voor huishoudelijk afval of de winkel waar u het product hebt gekocht.

LIJST VAN AUTEURS VAN FOTO'S

Blad: 02

Fotografie: Isaac Newton

Auteur: National Geographic Society/Corbis (Modern
portret, 1974, door Jean-Leon Huens)

Blad: 04

Fotografie: Zonnecorona tijdens een totale zonsverduistering

Auteur: Miloslav Druckmüller, Peter Aniol, Vojtech Rušin, Ľubomír Klocok, Karel Martišek, Martin Dietzel (2009)

Blad: 04

Fotografie: Ringvormige

zonsverduistering Auteur: Kevin Baird

Blad: 04

Fotografie: Blood Moon Auteur:

Getty

(BLOEDMAAN 2018)

Blad: 04

Fotografie: Geleidelijk verloop van gedeeltelijke

maansverduistering Auteur: Anthony Ayiomamitis, Twan

Blad: 05

Fotografie: Originele gezamenlijke foto waarin de helderheid van verschillende asteroïden in het zichtbare en infraroodspectrum wordt vergeleken Auteur: NASA/JPL-Caltech

Blad: 06

Fotografie: Galileo tegen de paus Auteur:

Orthodox tijdschrift FOMA

Blad: 09

Fotografie: De originele telescoop van Newton

Auteur: Photos.com/Jupiterimages

Blad: 11

Fotografie: Hubble diepe velden Auteur:

NASA, ESA

(G. Illingworth, D. Magee en P. Oesch, Universiteit van Californië, Santa Cruz; R. Bouwens, Universiteit Leiden en het HUDF09-team)

Blad: 11

Fotografie: James Webb Space Telescope Auteur:

Northrop Grumman

(afbeelding van de voltooide James Webb ruimtetelescoop)

Blad: 12

Fotografie: Parkes Radio Telescope

Auteur: Ian Sutton

(Sterrenwacht Parkes, New South Wales, Australië)

Blad: 12

Fotografie: Telescope FAST

Auteur: Xinhua Nieuwsagentschap

Blad: 13 Fotografie:

TESS

Auteur: NASA's Goddard Space Flight Center

(NASA's Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS), hier afgebeeld in een conceptuele illustratie, identificeert exoplaneten die rond de helderste sterren net buiten ons zonnestelsel draaien)

Blad: 14 Fotografie:

Pulsar

Auteur: ESO/L. Calçada

(Een roterende neutronenster in de begeleiding van een witte dwerg)

Blad: 14

Fotografie: Mira (Omikron Ceti)

Auteur: Beeld Hubble-ruimtetelescoop (1997)

Blad: 14

Fotografie: Supernova aan de rand van het sterrenstelsel NGC 4526

Auteur: Beeld van de Hubble-ruimtetelescoop

(Type Ia supernova 1994D in het sterrenstelsel NGC 4526)

