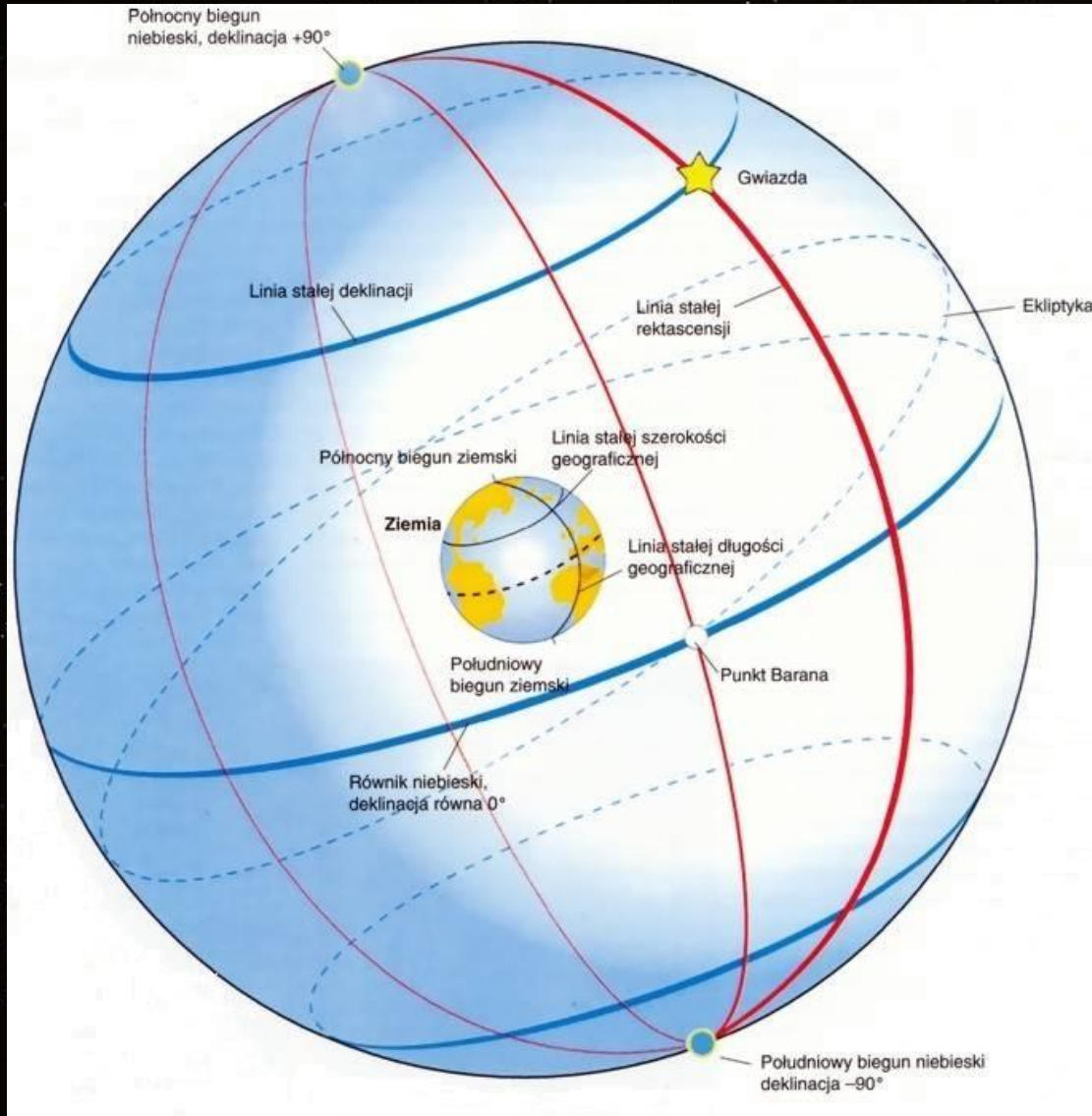
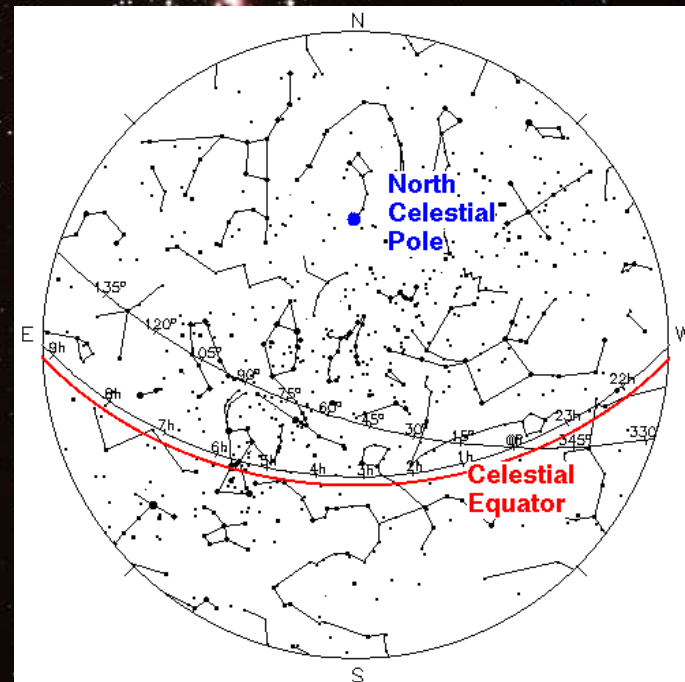


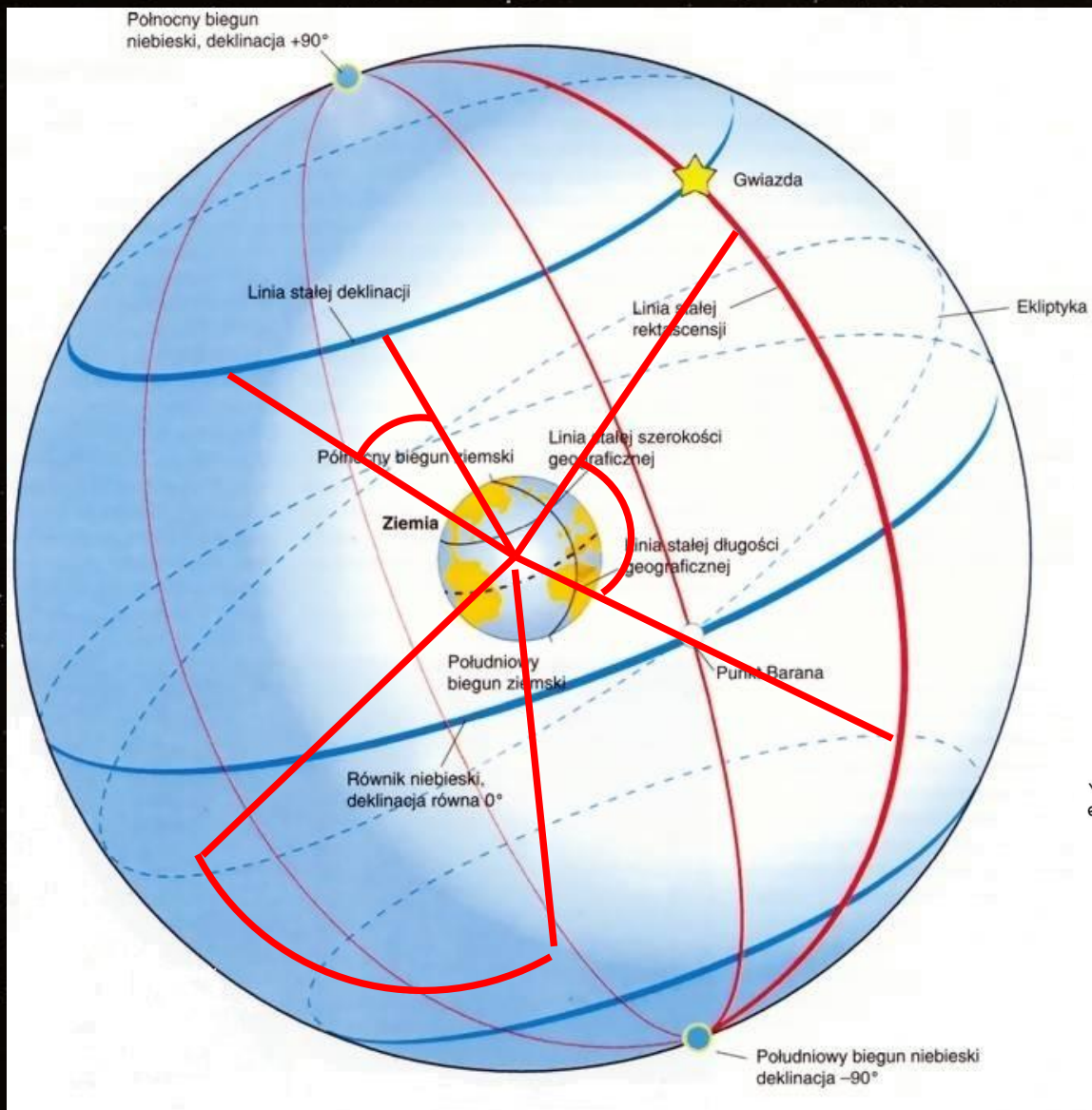
Sfera niebieska



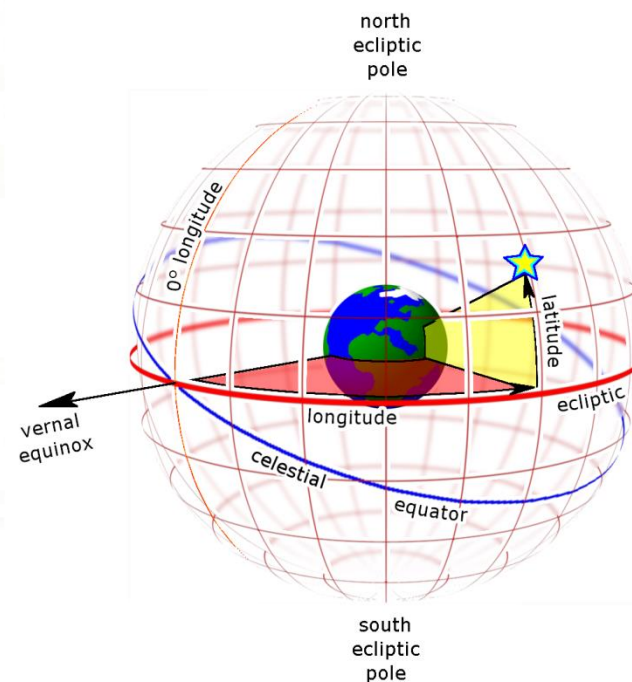
Sfera niebieska (firmament, sklepienie niebieskie) - abstrakcyjna sfera o nieokreślonym promieniu otaczająca obserwatora znajdującego się na Ziemi, utożsamiana z widzianym przez niego niebem.



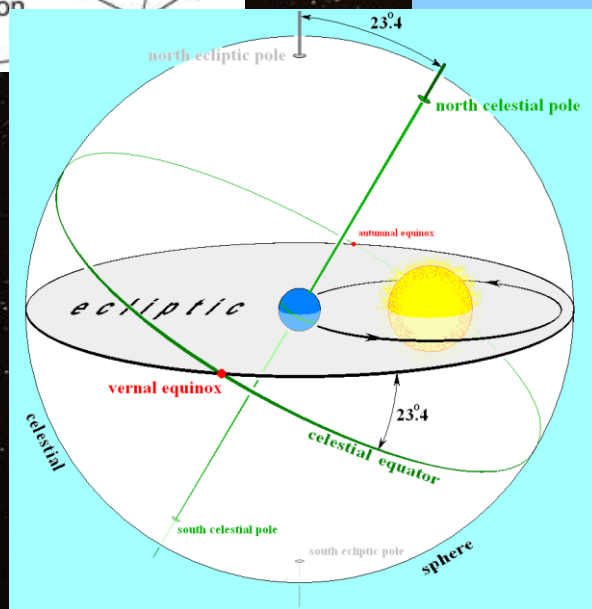
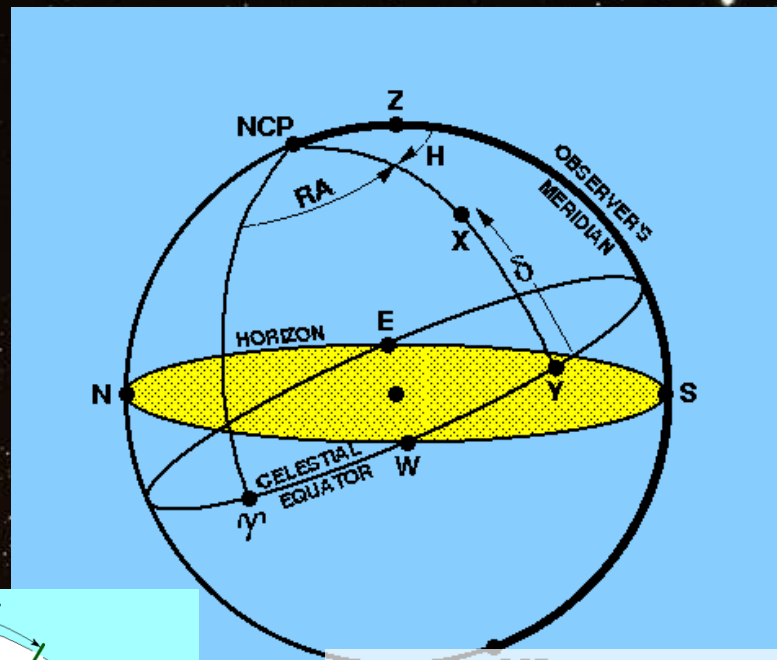
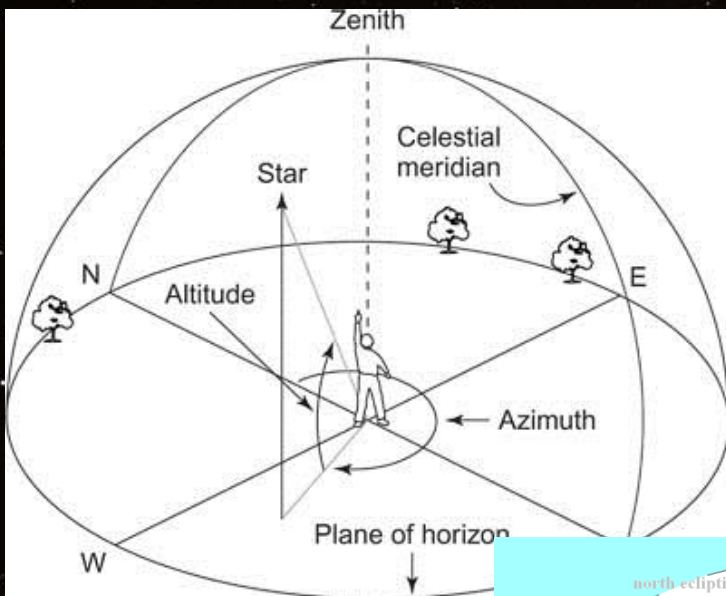
Sfera niebieska



Odległość kątowa punktów na sferze – kąt między dwiema prostymi przechodzącymi przez środek sfery i każdy z punktów.



Układy współrzędnych sferycznych



W zależności od potrzeb używamy jednego z kilku układów współrzędnych:

- horyzontalny
- równikowy I
- równikowy II
- ekliptyczny
- galaktyczny

Przykładowe odległości i rozmiary kątowe

Rozdzielczość kątowa oka: 1'

Mgławica Pierścień M57 — 1'

- Szerokość małego palca wyciągniętej dłoni to około 1 stopnia
- Szerokość trzech środkowych palców to 5 stopni
- Zaciśnięta pięść to 10 stopni
- Odległość między rozstawionymi maksymalnie palcem wskazującym i małym to 15 stopni
- Odległość między rozstawionymi maksymalnie kciukiem i małym to 25 stopni



Księżyc — 29'20" do 33'32"
Słońce — 31'31" do 32'35"

Mars — 31" do 25"

Jowisz — 30" do 50"

Co widać na niebie?

- Słońce
- Księżyc
- planety
- planetoidy, komety
- gwiazdy
- galaktyki
- mgławice
- gromady gwiazd
- sztuczne satelity, samoloty itd.

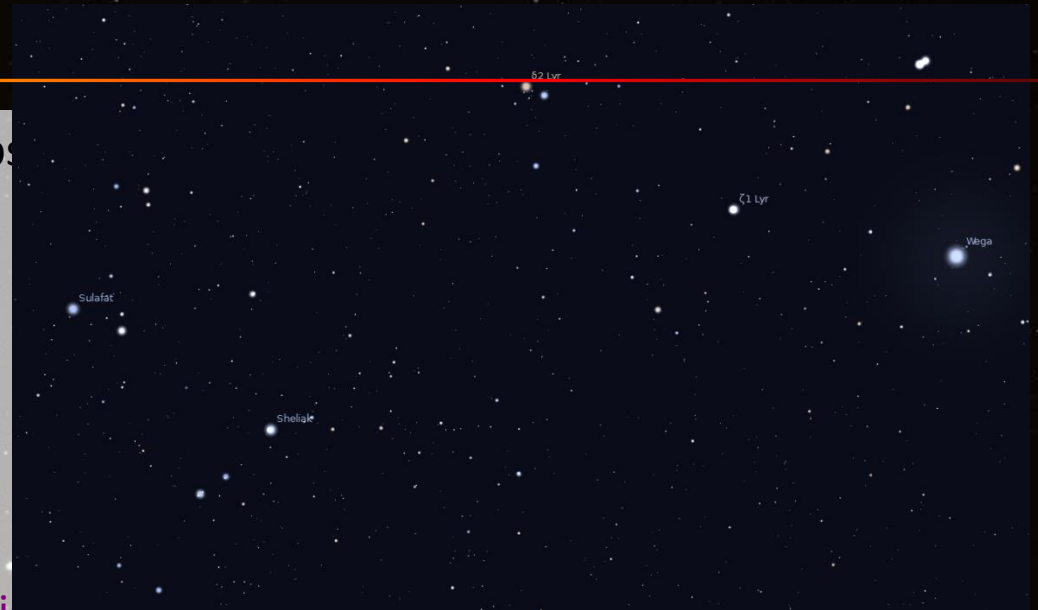


Gwiazdozbiór

Grupa gwiazd zajmujących określony obszar sfery niebieskiej. Gwiazdy te nie są związane ze sobą fizycznie. Ich układ jest wynikiem rzutowania na sferę niebieską.

Wykaz gwiazdozbiorów:

http://pl.wikipedia.org/wiki/Gwiazdozbiory_wed%C5%82ug_nazw_%C5%82aci%C5%84skich



Lutnia

Gwiazdozbiór



Kasjopeja (prawie)

Asteryzm

Charakterystyczny układ gwiazd na niebie, który nie jest jednym z gwiazdozbiorów



Trójkąt Letni

Asteryzm

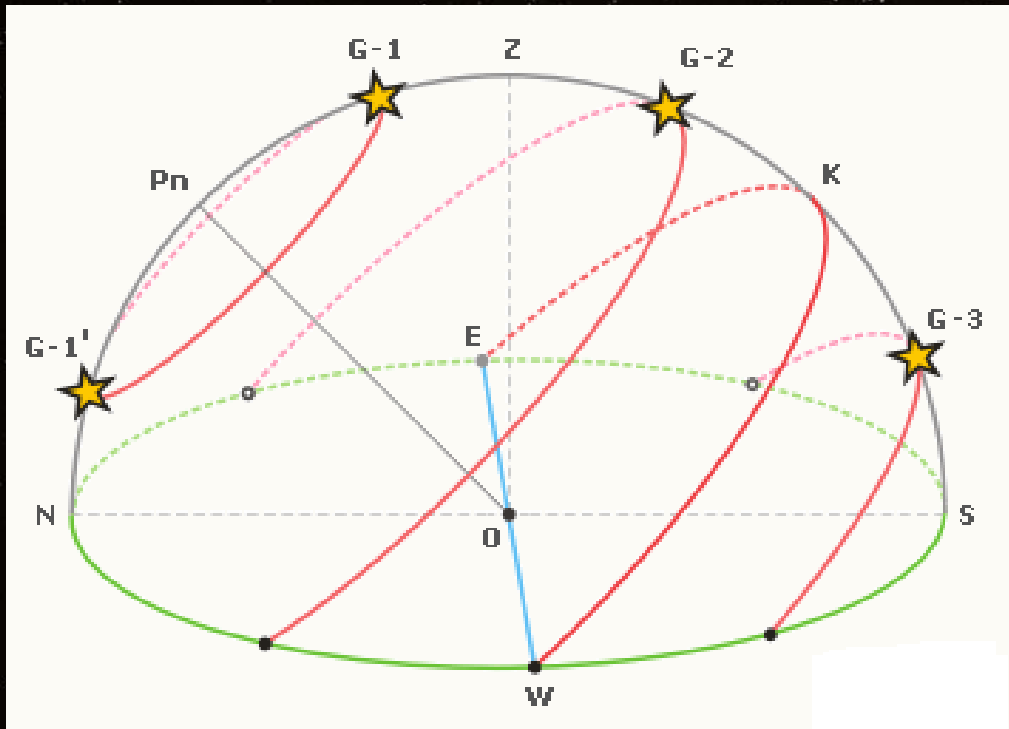


Wielki Wóz

Ruch dobowy sfery niebieskiej



Gwiazdozbiory niezachodzące



Górowanie, dołowanie – dwa skrajne położenia gwiazdy przy przejściu przez południk lokalny

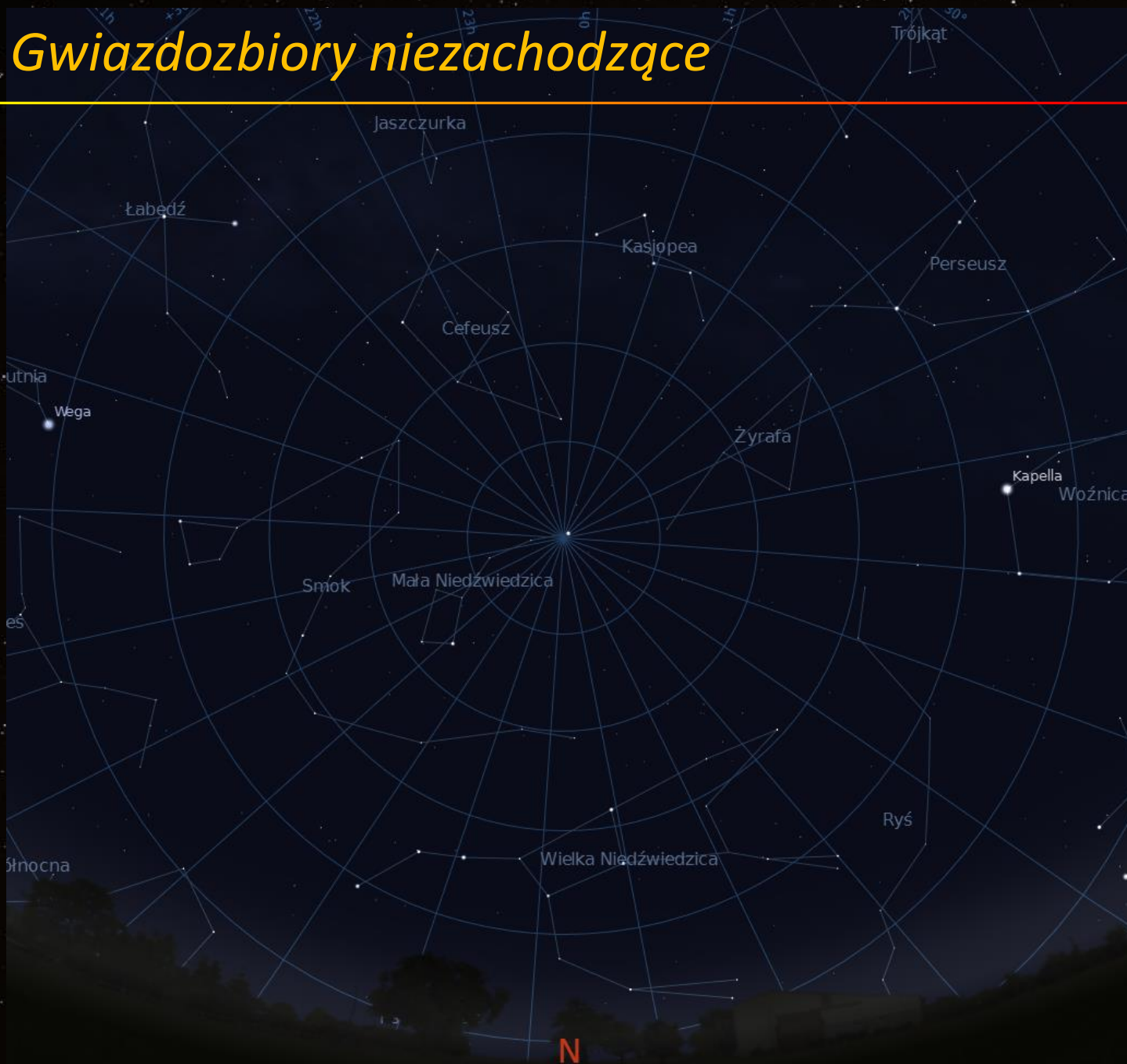
Gwiazdy niezachodzące – ich deklinacja spełnia warunek:

$$\delta \geq 90^\circ - \varphi$$

dla Wrocławia ($\varphi \approx 51^\circ$):

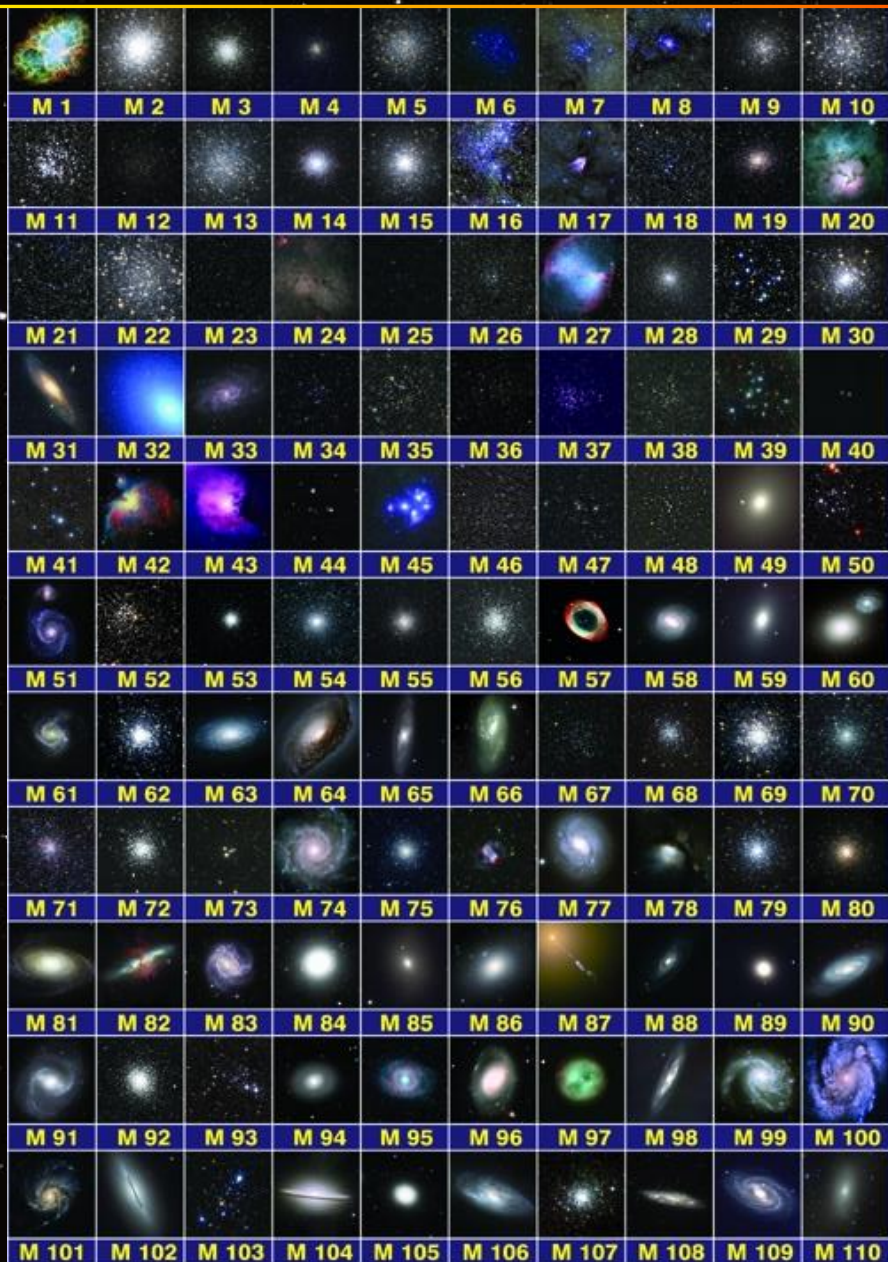
$$\delta \geq 39^\circ$$

Gwiazdozbiory niezachodzące



gwiazdozbiory
niezachodzące
na szerokości
geograficznej
Wrocławia

Katalog Messiera



Katalog opublikowany przez Charlesa Messiera w 1774

Obserwacje prowadzone tylko z Paryża – nie ma obiektów o deklinacji mniejszej niż -40°



Planowanie obserwacji

Obrotowa mapa nieba

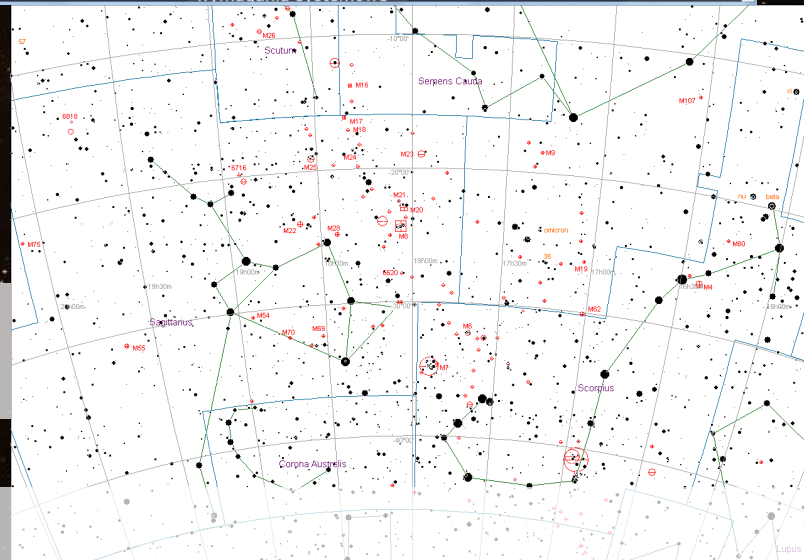


http://www.as.up.krakow.pl/edu/warsztaty/materialy/instrukcje/Obrotowa_Mapka_Nieba.pdf

A screenshot of the Stellarium website in a Firefox browser. The page features the Stellarium logo, version information (aktualna wersja 0.12.4), and system requirements for Linux, Mac OS X, Windows, and Ubuntu. A large image shows a 3D star field. Text on the page describes Stellarium as a free, open-source computer planetarium. A large watermark "STELLARIUM" and the URL "http://www.stellarium.org/pl/" are overlaid on the screenshot.

Atlas nieba

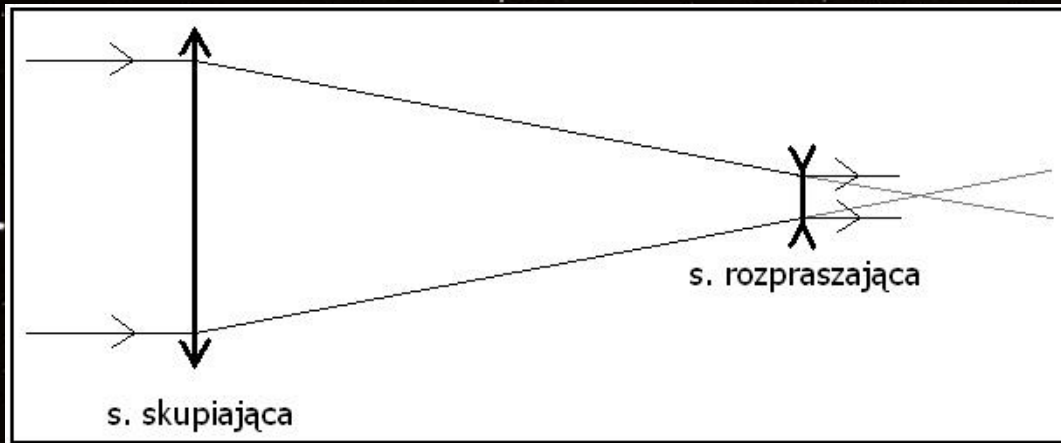
http://www.cloudynights.com/item.php?item_id=1052



Teleskopy

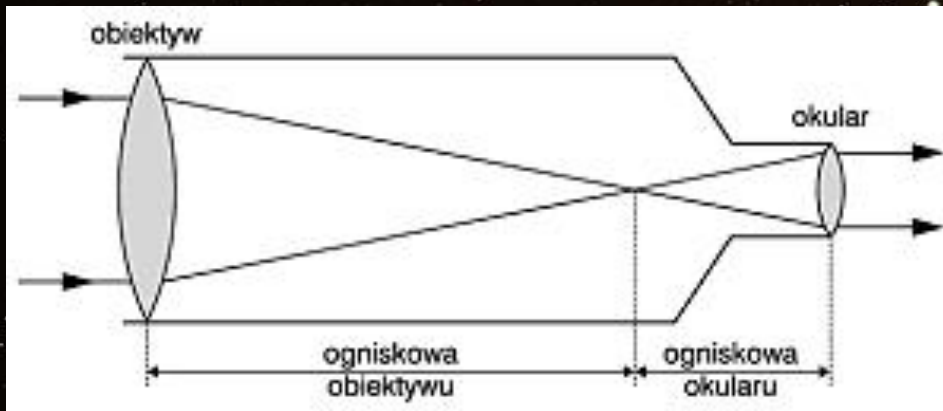


Refraktry



obraz
prosty

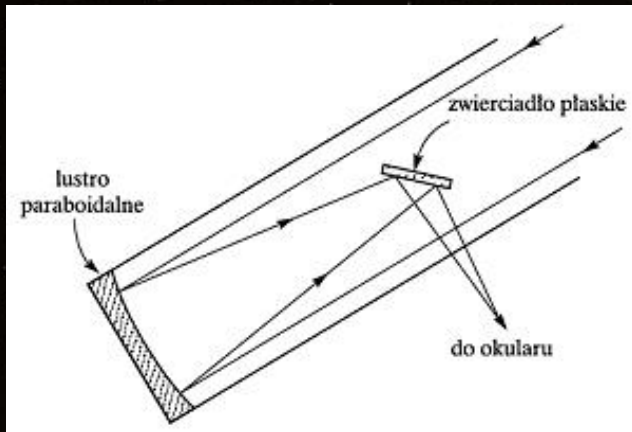
teleskop Galileusza



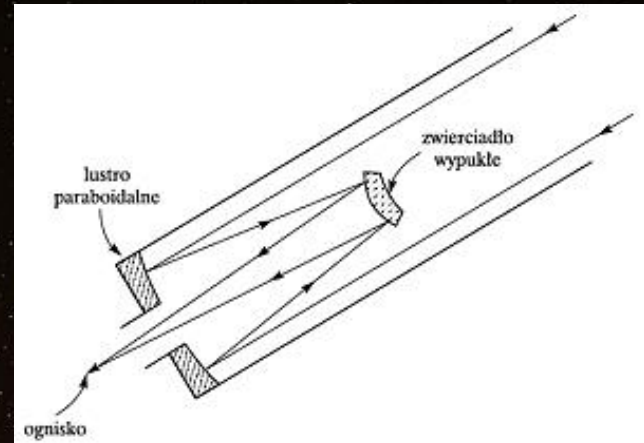
obraz
odwrócony

teleskop Keplera

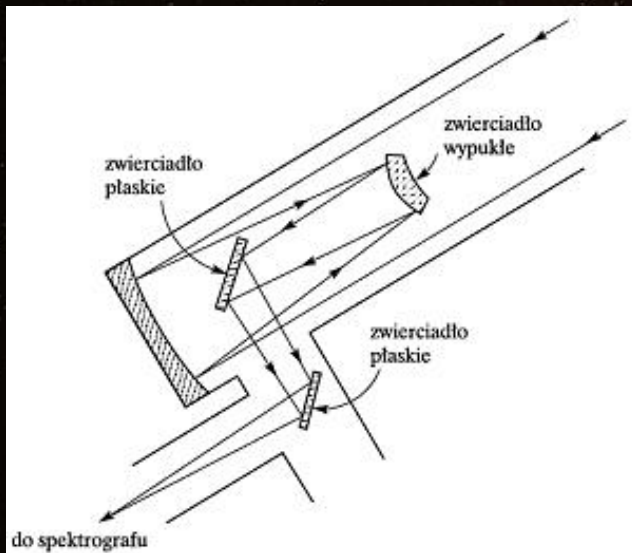
Reflektory



teleskop Newtona

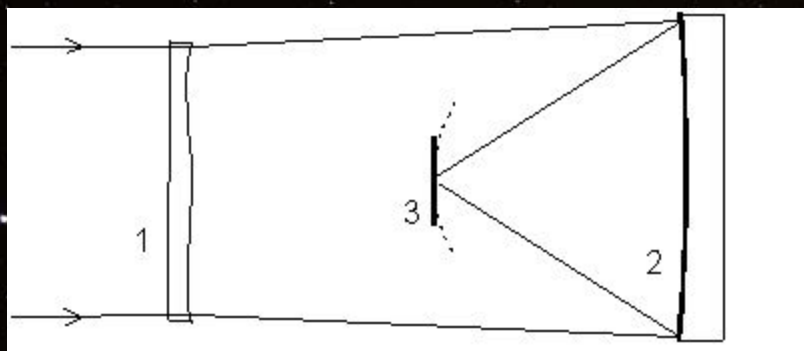


teleskop Cassegraina

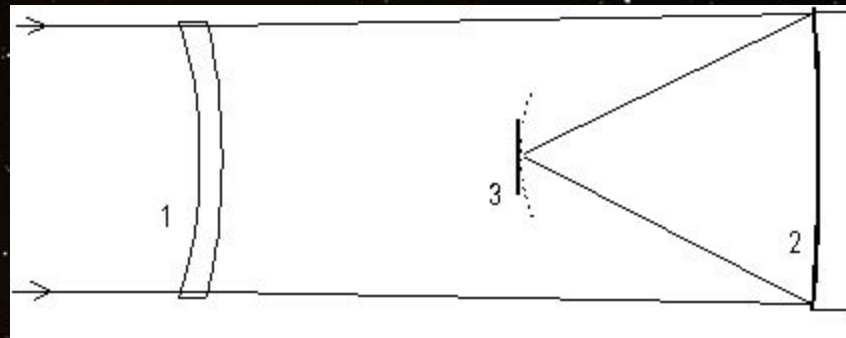


układ Coudé

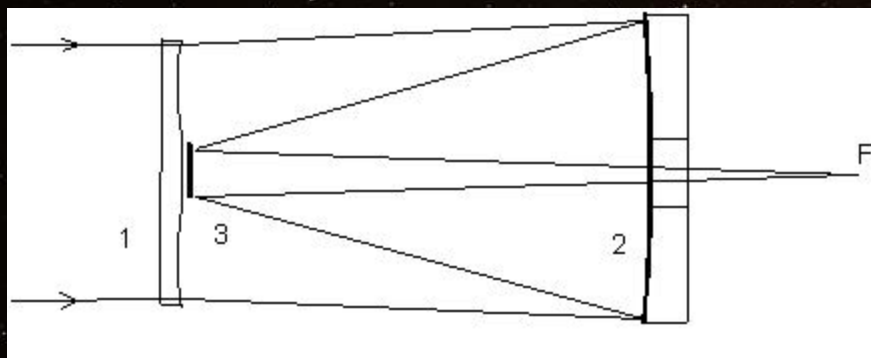
Układy katadioptryczne (zwierciadlano-soczewkowe)



kamera Schmidta



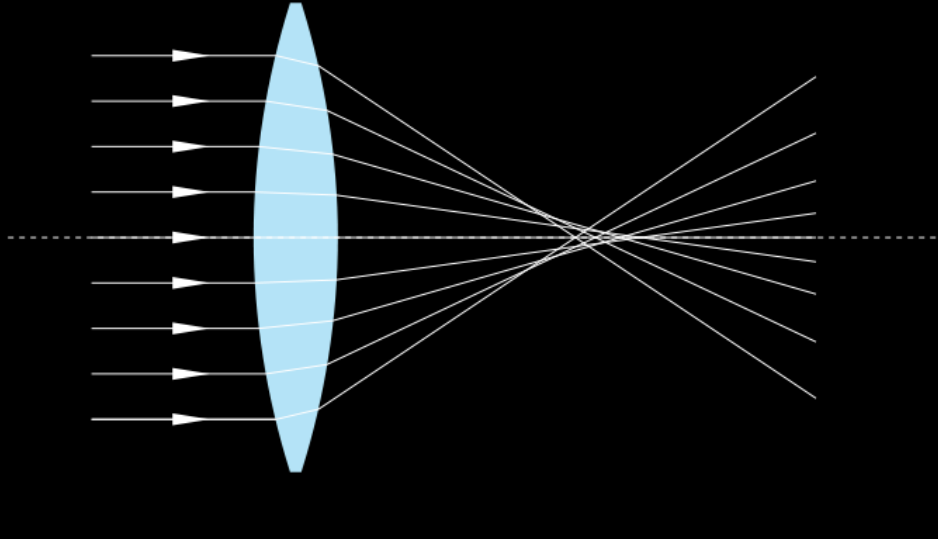
kamera Maksutowa



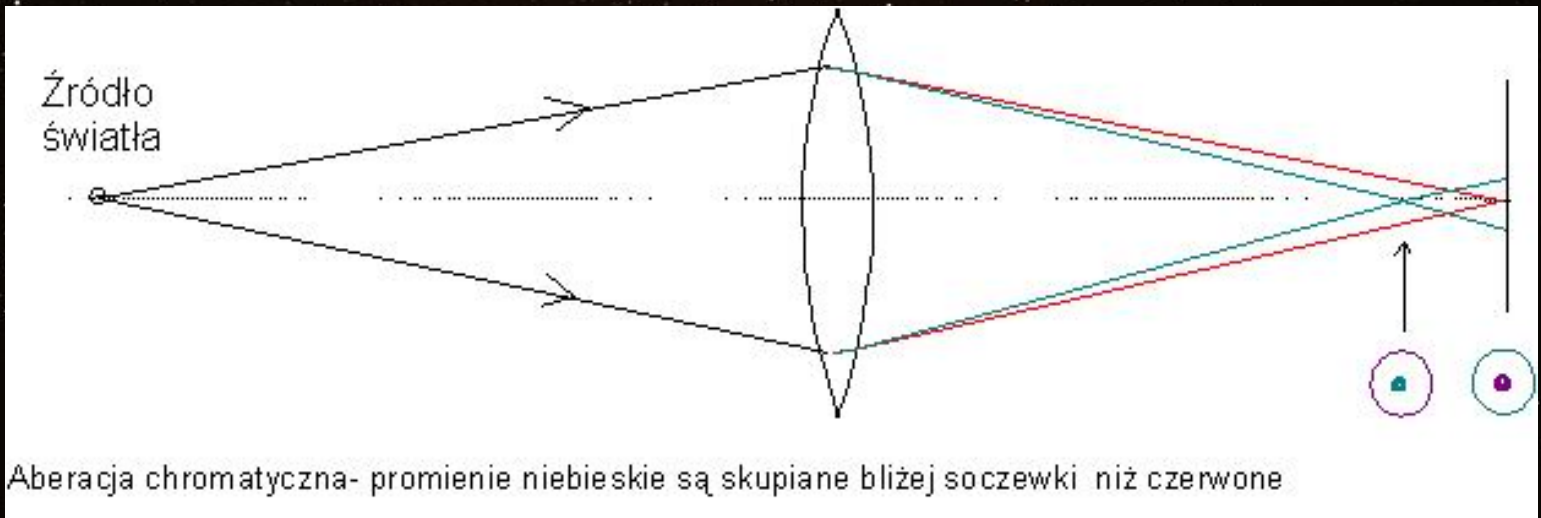
kamera Schmidta-Cassegraina

Wady układów optycznych (wybrane)

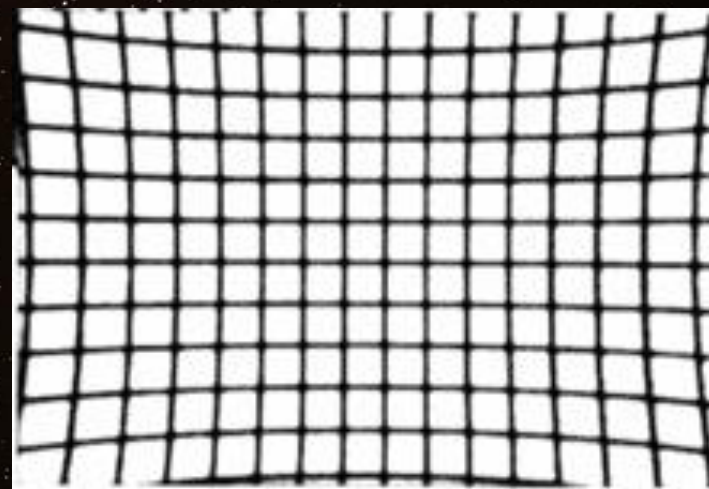
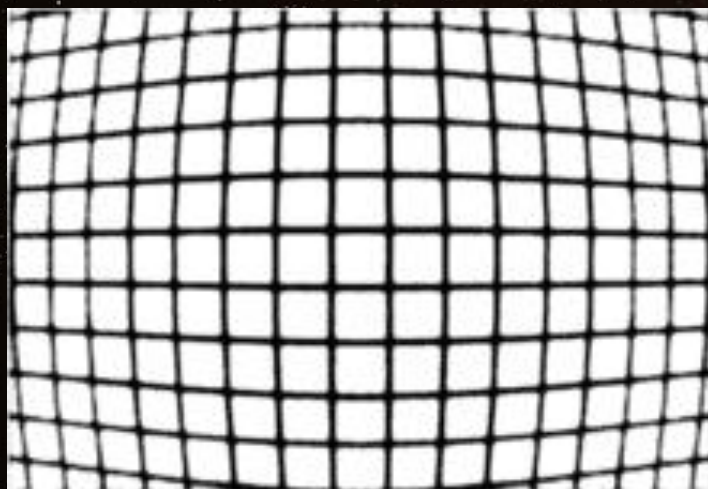
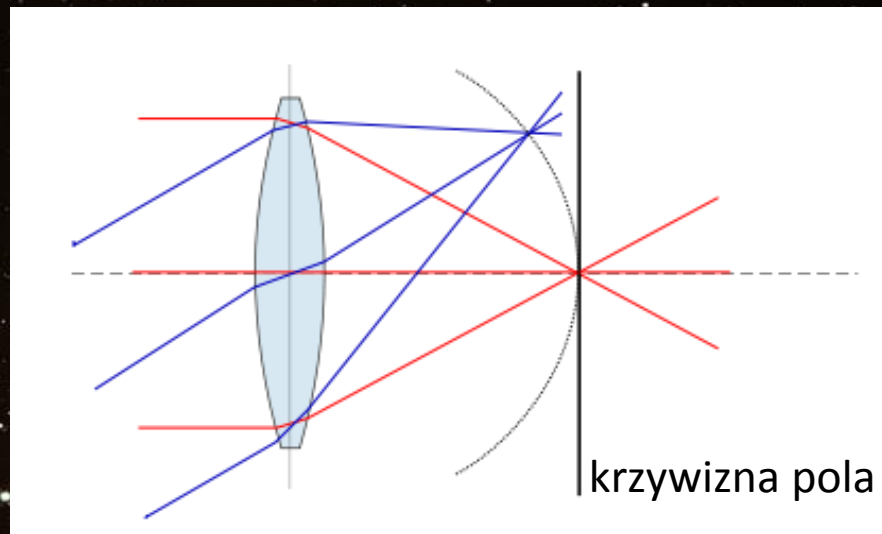
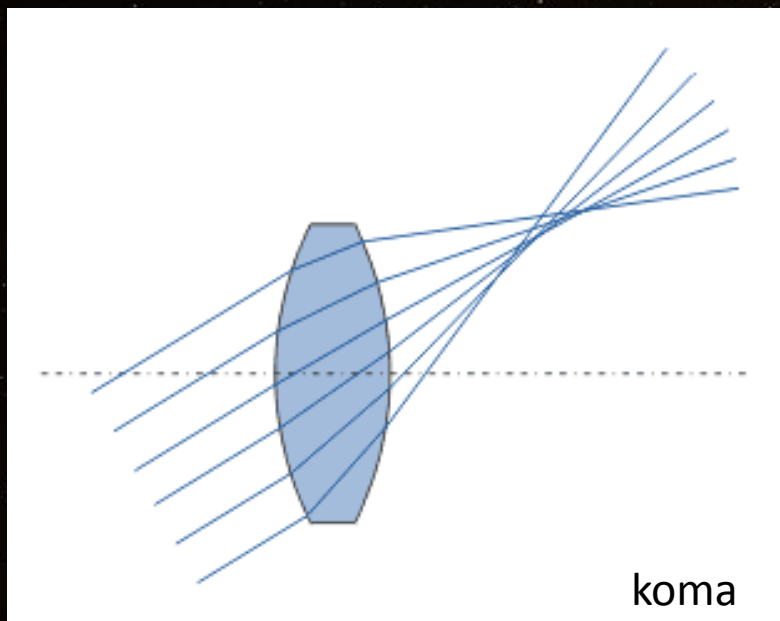
aberracja sferyczna



aberracja sferyczna a kształt lustra

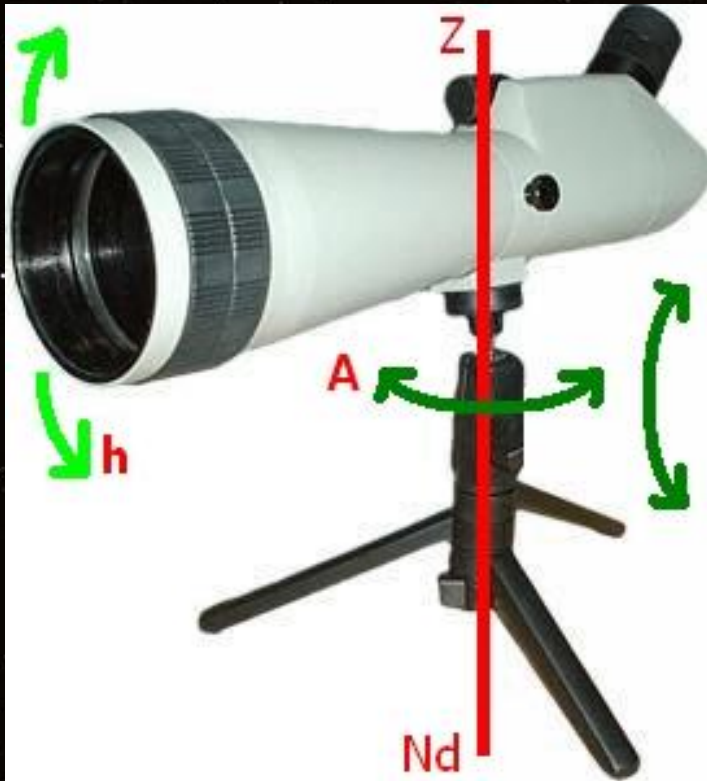


Wady układów optycznych (wybrane)

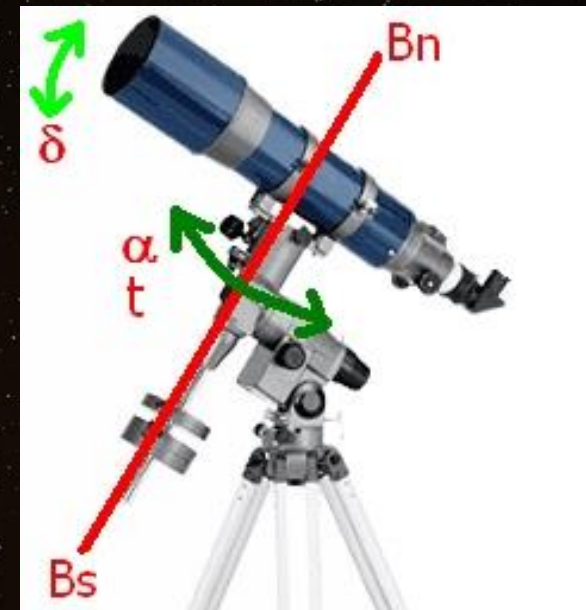


dystorsja

Montaże



montaż horyzontalny



montaż paralaktyczny
(niemiecki)

(angielski, widłowy, ...)

Wielkości opisujące teleskop

powiększenie kątowe: $p = F / f$

powiększenie minimalne $p_{\min} = D/7$ (zakładając średnicę źrenicy oka w ciemności = 7mm)

F, f - ogniskowa obiektywu i okularu

D – średnica obiektywu w mm

W praktyce, maksymalne powiększenie użyteczne:

-teleskop zwierciadlany: $1.5 * D$

-refraktor achromatyczny: $2 * D$

-refraktor apochromatyczny: $3 * D$



Wielkości opisujące teleskop

kątowa

zdolność rozdzielcza: $r = 2.44 \cdot (\lambda / D)$

$r'' = 140''/D$ [mm] - dla obserwacji wizualnych
(zakładamy, że maksimum czułości oka
przypada na 555 nm)

λ - długość fali

D - średnica obiektywu

To jest oczywiście TEORETYCZNA zdolność rozdzielcza

Wielkości opisujące teleskop

Zasięg (M):

$$M = 7,1 + 5 \log D$$

D – średnica zwierciadła w [mm]

Światłosiła:

$$S = D/f$$

D – średnica zwierciadła, obiektywu

f – ogniskowa zwierciadła, obiektywu

Wielkości opisujące teleskop

Pole widzenia (teoretyczne):

$$W[^{\circ}] = w_0 / p$$

w_0 – pole widzenia okularu (zwykle około 45°)

p – powiększenie teleskopu

Pole widzenia (z obserwacji):

$$W = 360^{\circ} (t / 24h) \cos \delta$$

δ – deklinacja obserwowanego obiektu

t – czas przejścia przez pole widzenia

Ćwiczenie

Zaplanuj/wykonaj obserwacje mające na celu wyznaczenie parametrów teleskopu: powiększenie, pole widzenia, zasięg. Proszę uwzględnić ewentualny brak pogody obserwacyjnej.

Co przeszkadza w prowadzeniu obserwacji?

Warunki atmosferyczne (wiatr, wilgotność, seeing, chmury) - ograniczenie (w Polsce) zdolności rozdzielczej do 1-2"

Wady optyczne

Jasność nieba



Jasność nocnego nieba

Jasność nocnego nieba

=

jasność naturalna

(poświata atmosfery, rozpraszanie światła od źródeł naturalnych)

+

jasność sztuczna

(zanieczyszczenie światłem)



Jasność naturalna

Naturalną jasność nieba powodują:

- ☼ poświata atmosfery - słabe świecenie atmosfery ziemskiej powstające w jonosferze, wywołane przez jonizację słonecznym promieniowaniem UV i promieniami kosmicznymi oraz chemiluminescencją
- ☼ rozpraszanie światła pochodzącego od gwiazd, planet, Drogi Mlecznej i światła zodiakalnego



- najciemniejsze niebo nocne (średnio): **22.0 mag/arcsec²**
- jasność nieba podczas kwadry Księżyca: **20.5 mag/arcsec²**
- jasność nieba podczas pełni Księżyca: **18.0 mag/arcsec²**

Sztuczna jasność nieba

Sztuczną jasność nieba powoduje:

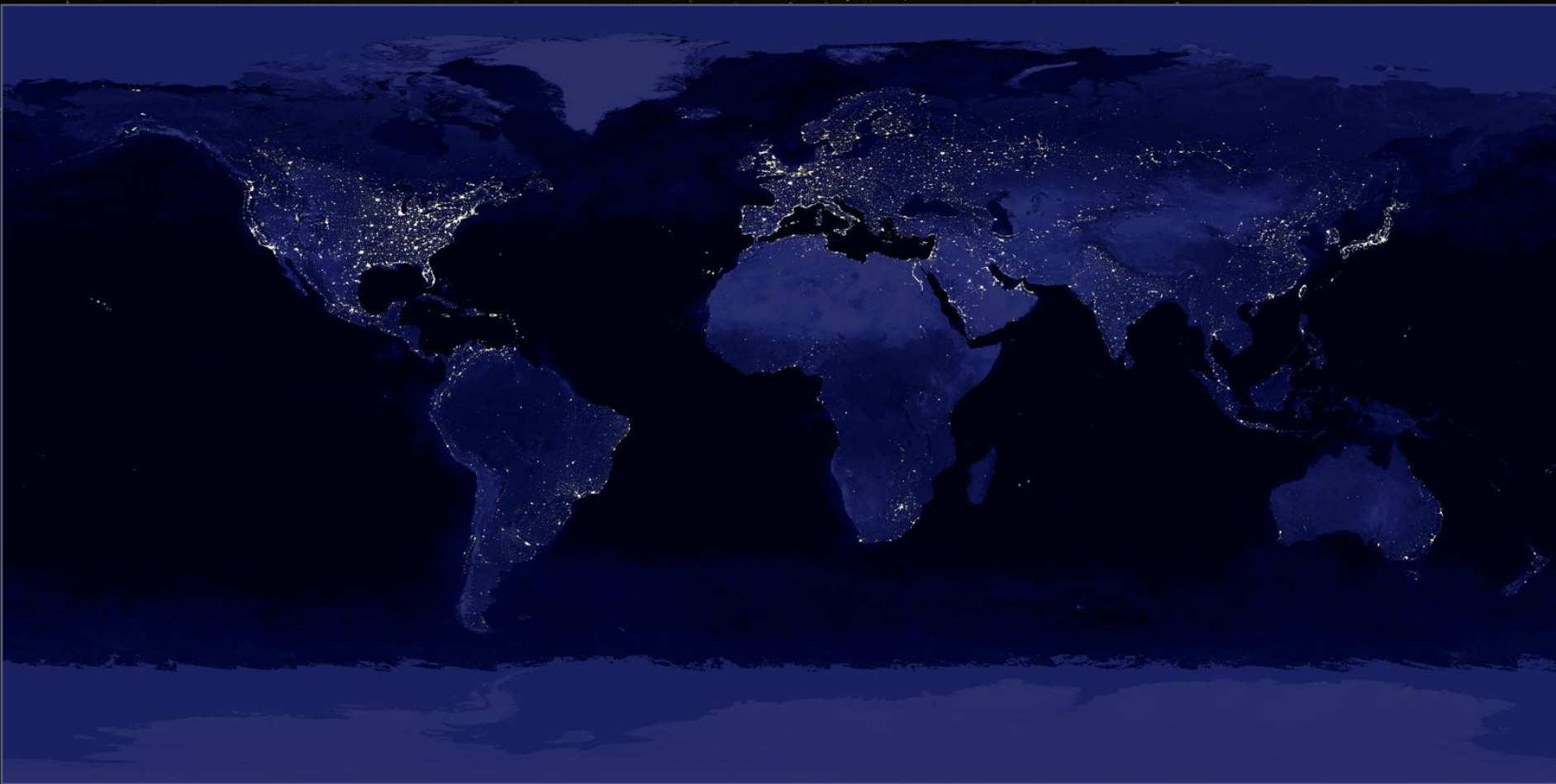
rozpraszanie światła pochodzącego od źródeł sztucznych:

- ☀ emitowanego bezpośrednio w niebo
- ☀ odbitego od powierzchni oświetlanych

rozpraszanie to zaburza naturalny poziom świecenia nocnego nieba i jest jednym z przejawów **zanieczyszczenia światłem**



Sztuczne światła



Mozaika zdjęć pokazująca Ziemię w nocy widzianą z orbity. Doskonale widoczne są obszary najbardziej zurbanizowane - Europa, Ameryka Północna i Japonia (źródło: NASA)

Sztuczne światła



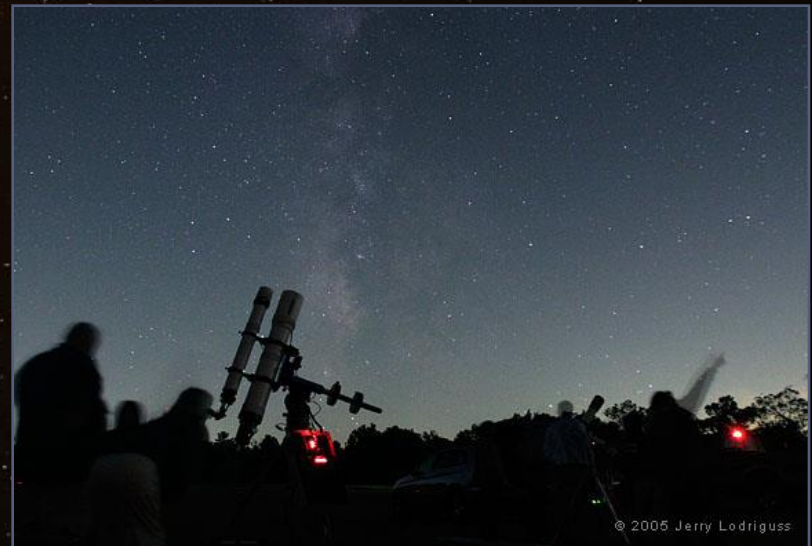
Nocne zdjęcie Europy
(źródło: NASA)



Polska w nocy (źródło: NASA)

Metody pomiaru jasności nieba

- światowy atlas zanieczyszczenia światłem
- metody instrumentalne
- metody na oko



Metody „na oko”

O czym musimy pamiętać:

- odpowiedni odstęp czasowy od zachodu lub wschodu Słońca/Księżycy (brak nocy astronomicznych w lecie)
- stopień zachmurzeni nieba i otoczenie (budynki, drzewa, góry, śnieg)
- przejrzystość atmosfery (aerozole, pyły)



Metody „na oko”

szacowanie liczby widocznych gwiazd ze zliczeń w kilku wybranych obszarach nieba

Metoda:

- ☼ przygotowujemy tubę o rozmiarach: 20-25 cm (długość L), 4-6 cm (średnica D)
- ☼ zliczamy gwiazdy mieszczące się w polu widzenia w 10 dowolnie wybranych obszarach nieba - otrzymujemy 10 próbek p_1, \dots, p_{10}
- ☼ dodajemy ilość gwiazd w każdym z 10 zliczeń i dzielimy wynik na 10

$$p_{\text{śr}} = (p_1 + p_2 + \dots + p_{10}) / 10$$

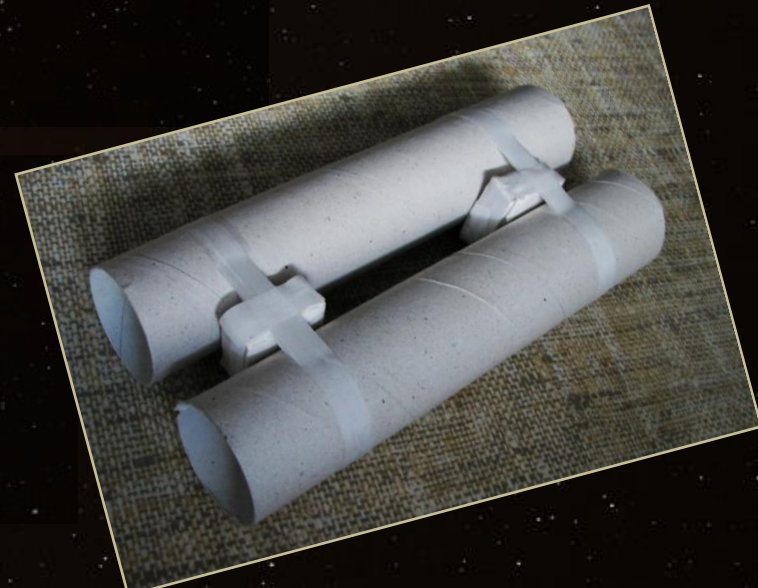
otrzymana wartość $p_{\text{śr}}$ jest średnią ilością gwiazd widocznych przez tubę

- ☼ aby więc oszacować całkowitą ilość widocznych gwiazd korzystamy z tego wzoru (wyraz w nawiasie określa jaką część nieba widać przez tubę):

$$\text{ilość_gwiazd} = (8L^2/D^2) * p_{\text{śr}}$$

Uwaga!

- przed przystąpieniem do zliczania musimy przyzwyczaić oczy do ciemności (ok. 15 min.)
- podczas zliczania unikajmy patrzenia na jasne źródła światła
- do oświetlenia kartki z raportem obserwacyjnym, używamy słabego światła (najlepiej czerwonego)



Zliczenia gwiazd - wyniki

SWA 1 (listopad 2007)

metoda: ramka

wynik: 820 gwiazd

SWA 4 (kwiecień 2009)

metoda: tuba

wynik: 1890 gwiazd

SWA 5 (kwiecień 2010)

metoda: tuba

wynik: 500 gwiazd

uwaga: pełnia Księżyca

SWA 6 (2010)

metoda: tuba

wynik: 1470 gwiazd

SWA 8 (2011)

metoda: tuba

wynik: 1960 gwiazd

SWA 10 (2012) - 1. noc

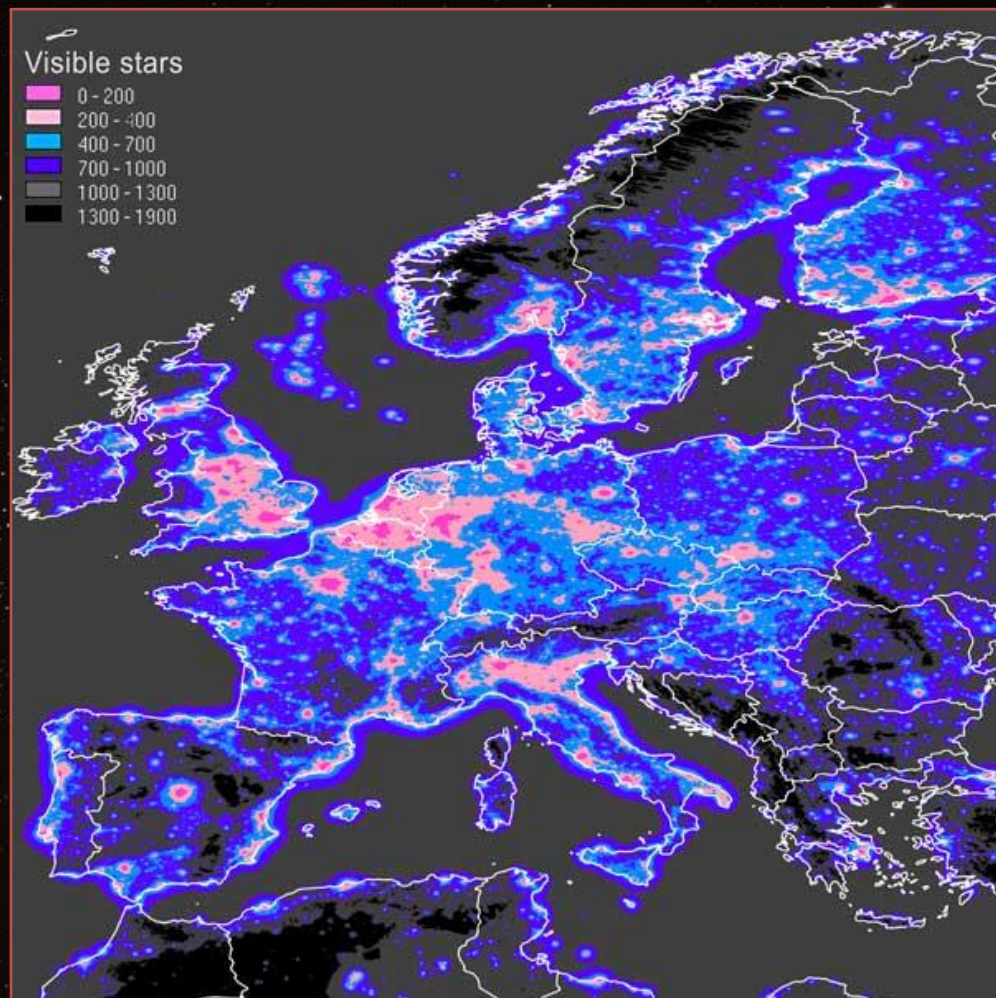
metoda: tuba

wynik: 1370 gwiazd

SWA 10 (2012) - 2. noc

metoda: tuba

wynik: 510 gwiazd



Zliczenia gwiazd

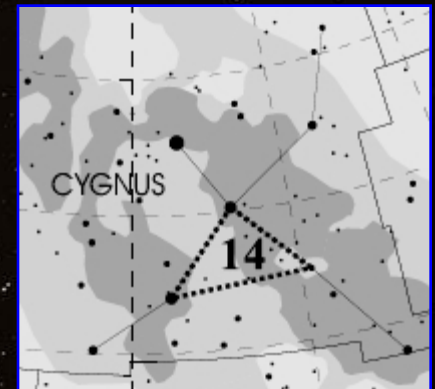
szacowanie granicznej jasności przez zliczenia ilości widocznych gwiazd w wybranych obszarach nieba

Metoda:

- ☼ opracowana przez International Meteor Organization dla obserwatorów meteorów
- ☼ należy wybrać jeden (lub więcej) z 30 obszarów na niebie wyznaczonych przez jasne gwiazdy.
- ☼ policzyć gwiazdy widoczne w tym obszarze (obszarach), wliczając w to gwiazdy ograniczające go.
- ☼ zapisać numer wybranego obszaru i liczbę zliczonych gwiazd a następnie odczytać z tabel jaka jest graniczna jasność.

Uwaga!

- przed przystąpieniem do zliczania musimy przyzwycząić oczy do ciemności (ok. 15 min.)
- podczas zliczanie unikajmy jasnych źródeł światła (lampy uliczne, nie przyciemniona latarka)



Jasność graniczna:

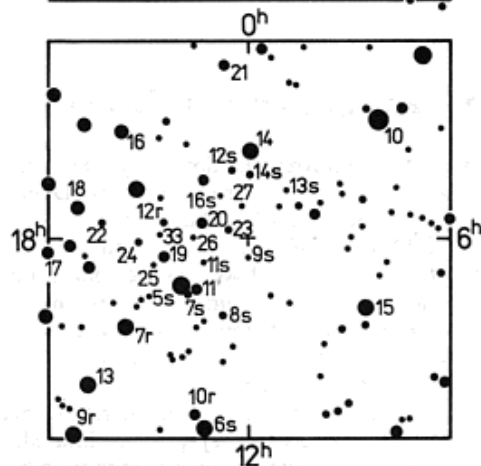
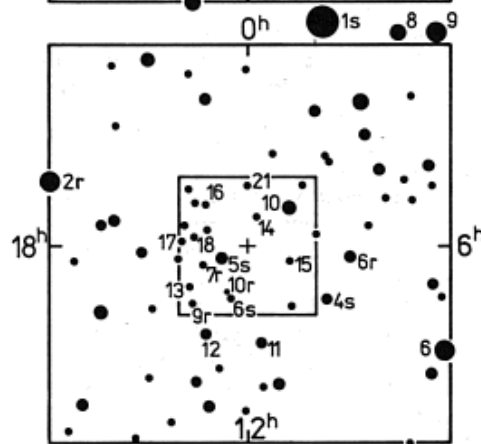
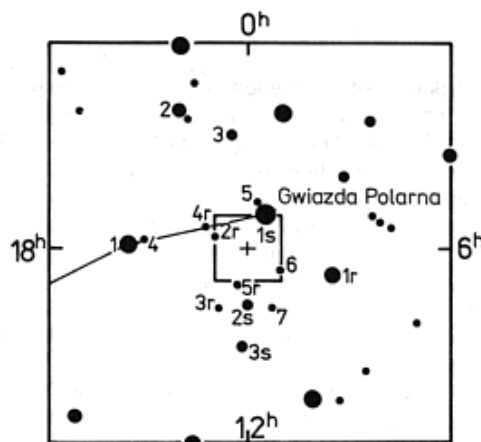
Północny ciąg biegunowy:

Teoretyczny zasięg instrumentu:
 $m = 2.1 + 5 \log D$

D - średnica obiektywu
lunety [mm]

Zliczenia gwiazd w wybranych
polach:

[http://www.imo.net/visual/
major/observation/lm](http://www.imo.net/visual/major/observation/lm)



PÓLNOCNY CIĄG BIEGUNOWY

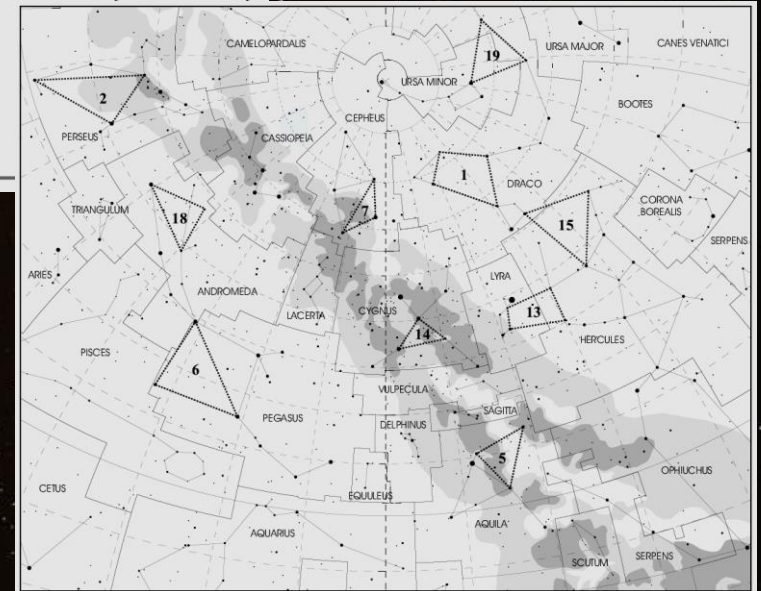
| Gwiazda | m_v | m_f |
|---------|-------|-------|
| 1s | 2,08 | 2,54 |
| 1 | 4,37 | 4,40 |
| 1r | 5,09 | 6,63 |
| 2 | 5,28 | 5,30 |
| 3 | 5,56 | 5,83 |
| 4 | 5,84 | 5,93 |
| 2s | 6,30 | 6,45 |
| 2r | 6,32 | 7,93 |
| 3s | 6,35 | 6,53 |
| 5 | 6,85 | 6,43 |
| 6 | 7,06 | 7,12 |
| 7 | 7,55 | 7,42 |
| 3r | 7,57 | 8,96 |
| 8 | 8,13 | 8,33 |
| 4r | 8,27 | 9,21 |
| 5r | 8,63 | 10,14 |
| 9 | 8,83 | 8,91 |
| 10 | 9,06 | 9,13 |
| 6r | 9,24 | 10,46 |
| 11 | 9,56 | 9,72 |
| 12 | 9,77 | 10,06 |
| 4s | 9,83 | 10,26 |
| 7r | 9,87 | 10,95 |
| 5s | 10,06 | 11,10 |
| 13 | 10,37 | 10,52 |
| 8r | 10,46 | 11,45 |
| 14 | 10,56 | 10,97 |
| 6s | 10,72 | 11,37 |
| 15 | 10,88 | 11,25 |
| 16 | 11,22 | 11,60 |
| 17 | 11,30 | 11,28 |
| 18 | 11,90 | 12,27 |
| 10r | 12,03 | — |
| 7s | 12,04 | 12,65 |
| 11r | 12,07 | 13,23 |
| 19 | 12,24 | 12,71 |
| 12r | 12,47 | 13,80 |
| 21 | 12,49 | 13,33 |
| 20 | 12,52 | 12,99 |
| 22 | 12,84 | 13,48 |
| 23 | 13,00 | 13,59 |
| 24 | 13,31 | 13,93 |
| 25 | 13,58 | 14,10 |
| 26 | 13,69 | 14,62 |
| 8s | 13,77 | 14,52 |

m_v — wizualna wielkość gwiazdowa

m_f — fotograficzna wielkość gwiazdowa

Zliczenia gwiazd

| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | |
|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|
| N | LM | N | LM | N | LM | N | LM | N | LM | N | LM | N | LM | N | LM | N | LM | N | LM |
| 5 | 4.2 | 6 | 5.0 | 5 | 4.5 | 5 | 4.3 | 4 | 4.6 | 4 | 4.7 | 3 | 4.0 | 4 | 4.7 | 7 | 4.4 | 4 | 4.5 |
| 6 | 4.9 | 7 | 5.1 | 6 | 4.6 | 6 | 5.0 | 5 | 5.1 | 5 | 5.2 | 4 | 4.5 | 5 | 4.8 | 8 | 5.0 | 5 | 5.8 |
| 8 | 5.0 | 8 | 5.4 | 7 | 4.8 | 7 | 5.1 | 6 | 5.2 | 6 | 5.4 | 5 | 4.6 | 7 | 5.1 | 11 | 5.6 | 7 | 5.9 |
| 9 | 5.2 | 10 | 5.6 | 8 | 5.2 | 8 | 5.3 | 7 | 5.4 | 7 | 5.7 | 7 | 4.9 | 8 | 5.3 | 13 | 5.7 | 8 | 6.0 |
| 10 | 5.3 | 11 | 5.7 | 9 | 5.4 | 9 | 5.6 | 8 | 6.0 | 8 | 5.9 | 8 | 5.2 | 9 | 5.5 | 15 | 6.0 | 11 | 6.1 |
| 11 | 6.0 | 12 | 5.8 | 11 | 5.7 | 10 | 5.7 | 10 | 6.2 | 9 | 6.2 | 10 | 5.4 | 10 | 5.9 | 18 | 6.1 | 12 | 6.4 |
| 12 | 6.1 | 13 | 6.0 | 13 | 5.8 | 11 | 5.9 | 11 | 6.4 | 12 | 6.3 | 12 | 5.5 | 11 | 6.0 | 20 | 6.3 | 15 | 6.5 |
| 15 | 6.3 | 14 | 6.1 | 14 | 6.0 | 12 | 6.1 | 12 | 6.5 | 14 | 6.4 | 13 | 5.9 | 12 | 6.1 | 21 | 6.4 | 16 | 6.7 |
| 16 | 6.4 | 15 | 6.2 | 15 | 6.1 | 13 | 6.2 | 13 | 6.6 | 17 | 6.5 | 14 | 6.0 | 15 | 6.2 | 24 | 6.6 | 17 | 6.8 |
| 17 | 6.5 | 17 | 6.3 | 16 | 6.2 | 14 | 6.3 | 19 | 6.9 | 20 | 6.6 | 15 | 6.1 | 16 | 6.3 | 25 | 6.7 | 19 | 7.0 |
| 18 | 6.6 | 20 | 6.4 | 17 | 6.3 | 15 | 6.4 | 22 | 7.0 | 25 | 6.7 | 17 | 6.2 | 17 | 6.4 | 29 | 6.9 | 22 | 7.1 |
| 20 | 6.7 | 23 | 6.6 | 18 | 6.4 | 16 | 6.5 | 24 | 7.1 | 29 | 6.8 | 18 | 6.3 | 20 | 6.5 | 32 | 7.0 | 23 | 7.2 |
| 23 | 6.8 | 26 | 6.7 | 19 | 6.5 | 18 | 6.6 | 25 | 7.2 | 30 | 6.9 | 20 | 6.4 | 21 | 6.6 | 34 | 7.1 | 25 | 7.3 |
| 28 | 6.9 | 27 | 6.8 | 20 | 6.6 | 20 | 6.7 | 26 | 7.3 | 33 | 7.0 | 22 | 6.5 | 23 | 6.7 | 38 | 7.2 | 26 | 7.4 |
| 34 | 7.0 | 29 | 6.9 | 23 | 6.7 | 22 | 6.9 | 27 | 7.4 | 35 | 7.1 | 23 | 6.8 | 26 | 6.8 | 40 | 7.3 | 31 | 7.5 |
| 41 | 7.1 | 31 | 7.0 | 25 | 6.8 | 23 | 7.0 | | | 40 | 7.2 | 26 | 6.9 | 28 | 6.9 | 44 | 7.4 | | |
| 46 | 7.2 | 35 | 7.1 | 27 | 6.9 | 25 | 7.2 | | | 43 | 7.3 | 33 | 7.0 | 29 | 7.0 | 45 | 7.5 | | |
| 55 | 7.3 | 42 | 7.2 | 29 | 7.0 | 26 | 7.3 | | | 46 | 7.4 | 41 | 7.1 | 31 | 7.4 | | | | |
| 60 | 7.4 | 44 | 7.3 | 33 | 7.1 | 30 | 7.5 | | | 49 | 7.5 | 48 | 7.2 | 32 | 7.5 | | | | |
| 73 | 7.5 | 54 | 7.4 | 37 | 7.2 | | | | | | | 49 | 7.3 | | | | | | |
| | | 59 | 7.5 | 44 | 7.3 | | | | | | | 57 | 7.4 | | | | | | |
| | | | | 49 | 7.4 | | | | | | | 65 | 7.5 | | | | | | |
| | | | | 54 | 7.5 | | | | | | | | | | | | | | |

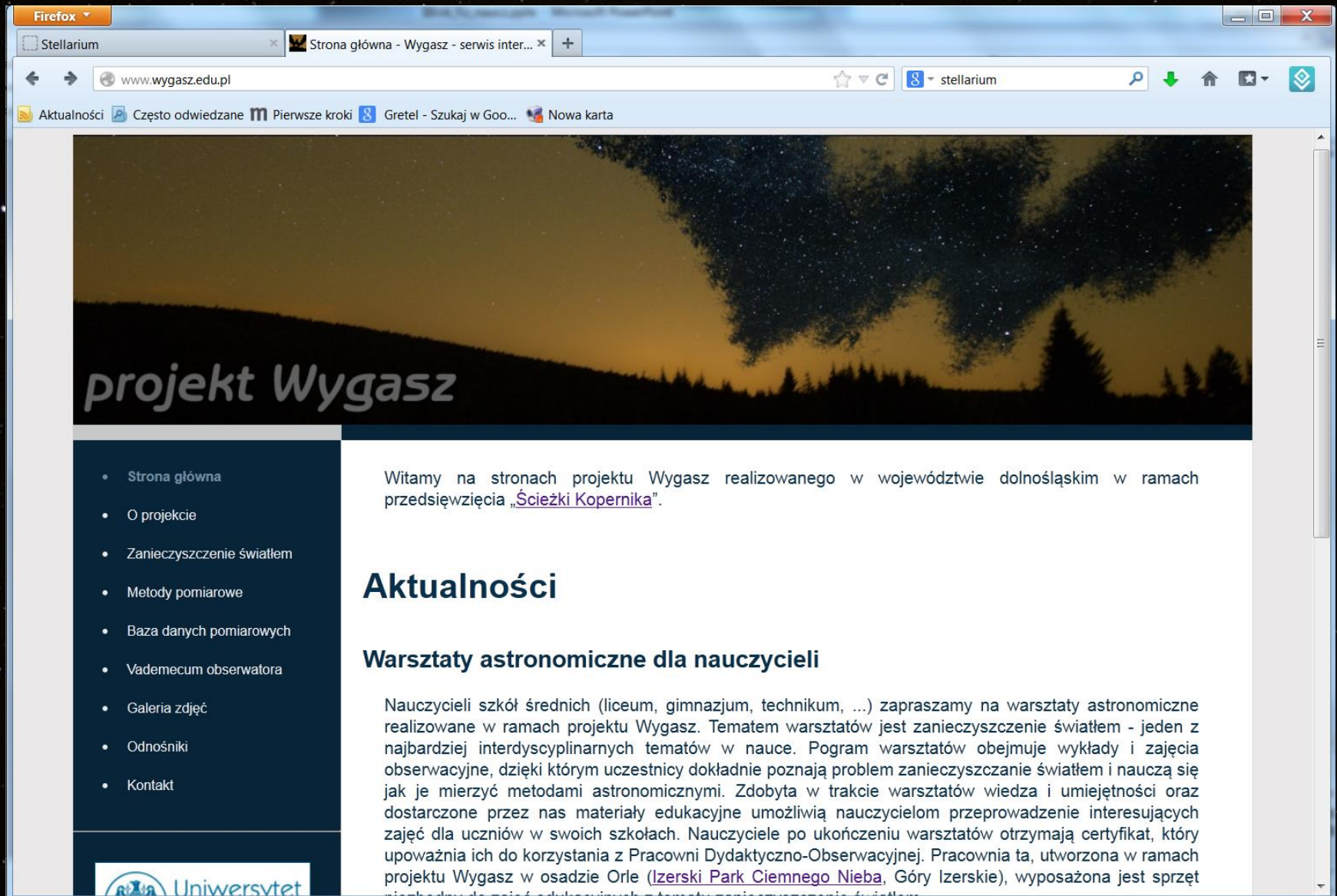


Ćwiczenie:

1. Proszę ocenić liczbę gwiazd widocznych na niebie w miejscu obserwacji.
2. Wytypować obiekty do obserwacji (wizualnych i teleskopowych – średnica teleskopu 15-20 cm, ogniskowa 100-160 cm) podczas następnych ćwiczeń obserwacyjnych – uzasadnienie wyboru.

Sprawozdanie: 1 strona A4, czcionka 12pt

Strona internetowa



Firefox

Stellarium Strona główna - Wygasz - serwis inter... +

www.wygasz.edu.pl

stellarium

Aktualności Często odwiedzane Pierwsze kroki Gretel - Szukaj w Goo... Nowa karta

projekt Wygasz

- Strona główna
- O projekcie
- Zanieczyszczenie światłem
- Metody pomiarowe
- Baza danych pomiarowych
- Vademecum obserwatora
- Galeria zdjęć
- Odnośniki
- Kontakt

Witamy na stronach projektu Wygasz realizowanego w województwie dolnośląskim w ramach przedsięwzięcia „[Ścieżki Kopernika](#)”.

Aktualności

Warsztaty astronomiczne dla nauczycieli

Nauczycieli szkół średnich (liceum, gimnazjum, technikum, ...) zapraszamy na warsztaty astronomiczne realizowane w ramach projektu Wygasz. Tematem warsztatów jest zanieczyszczenie światłem - jeden z najbardziej interdyscyplinarnych tematów w nauce. Program warsztatów obejmuje wykłady i zajęcia obserwacyjne, dzięki którym uczestnicy dokładnie poznają problem zanieczyszczanie światłem i nauczą się jak je mierzyć metodami astronomicznymi. Zdobyta w trakcie warsztatów wiedza i umiejętności oraz dostarczone przez nas materiały edukacyjne umożliwią nauczycielom przeprowadzenie interesujących zajęć dla uczniów w swoich szkołach. Nauczyciele po ukończeniu warsztatów otrzymają certyfikat, który upoważnia ich do korzystania z Pracowni Dydaktyczno-Obserwacyjnej. Pracownia ta, utworzona w ramach projektu Wygasz w osadzie Orle ([Izerski Park Ciemnego Nieba](#), Góry Izerskie), wyposażona jest sprzęt

Uniwersytet

Ćwiczenia na zajęciach w Białkowie

wyznaczenie liczby widocznych gwiazd
wyznaczenie jasności granicznej
wyznaczenie pola widzenia teleskopu
wyznaczenie zasięgu teleskopu
zdjęcie wybranego obiektu astronomicznego
pomiar jasności tła metodą fotograficzną

Zajęcia zaczną się o 16:00 i potrwać do 4:00 rano

- ciepłe rzeczy, śpiwory, jedzenie