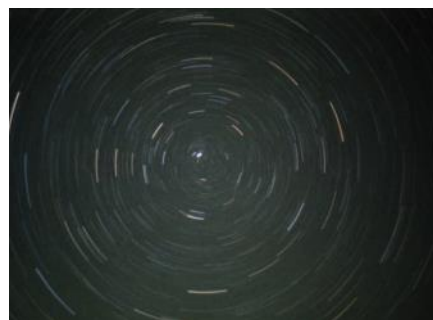




## PROSTE OBSERWACJE NIEBA

### Temat: Doba gwiazdowa

Większości ludzi wydaje się, że obrót Ziemi dookoła własnej osi trwa 24 godziny. A to przecież nie prawda!



Okres 24 godzin to tak zwana doba słoneczna, czyli odstęp czasu pomiędzy dwoma górowaniami Słońca w południe (najwyższymi położeniami nad horyzontem). Jedną z powodów wykonywania przez Ziemię ruchu obiegowego, doba słoneczna trwa dłużej niż jeden obrót. Po prostu w trakcie obracania się Ziemia przesuwa się na nowe miejsce swojej orbity i z tego miejsca Słońce widać w innym miejscu nieba.

To tak jakbyś mierzył czas obrotu karuzeli względem osoby stojącej obok. Jeśli osoba stoi to pasażer karuzeli będzie koło niej przejeżdżał w odstępach takich jak czas trwania obrotu karuzeli. Jednak, jeśli osoba stanowiąca punkt odniesienia zacznie iść w tę samą stronę, co ruch karuzeli to do kolejnych spotkań będzie dochodzić rzadziej. Karuzela musi wykonać jeden obrót oraz dodatkowo obrócić się o tyle o ile zdążyła przejść nasz punkt odniesienia.

Najdokładniejszym sposobem zmierzenia czasu trwania obrotu Ziemi jest wyznaczenie jednakowego położenia gwiazd na niebie. Okres ten to doba gwiazdowa i wynosi około 23 godzin i 56 minut. Gwiazdy leżą tak daleko od Ziemi, że jej ruch względem Słońca nie ma znaczenia dla naszego pomiaru.

Kluczową sprawą do dobrej obserwacji jest dobre stanowisko obserwacyjne i dokładny zegarek.

Potrzebna będzie możliwość obserwowania nieba najlepiej w kierunku południowym zawsze starannie z tego samego miejsca. Mierzyć będziemy odstęp czasu pomiędzy dwoma zniknięciami tej samej gwiazdy za jakąś pionową przeszkodą. Może być to słup, mur albo inny solidny fragment krajobrazu albo coś specjalnie przygotowanego na przykład kij przywiązany do balustrady balkonu.



Pamiętaj o tym, że obserwacje będą trwały kilka dni w czasie, których może na przykład wystąpić burza. Elementy stanowiska obserwacyjnego nie mogą ulec zniszczeniu ani stwarzać w takich okolicznościach żadnego niebezpieczeństwa.

Znikanie gwiazdy za przeszkodą należy obserwować z tego samego miejsca. Ja przykleiłem do butelki wypełnionej wodą metalową podkładkę. Butelka jest na tyle ciężka, że się nie wywraca a stawiam ją w miejscu zaznaczonym kredą. Ty możesz spróbować innej konstrukcji, która zapewni, że w czasie obserwacji oko będzie się znajdować dokładnie w tym samym miejscu.



Jakie gwiazdy obserwować?

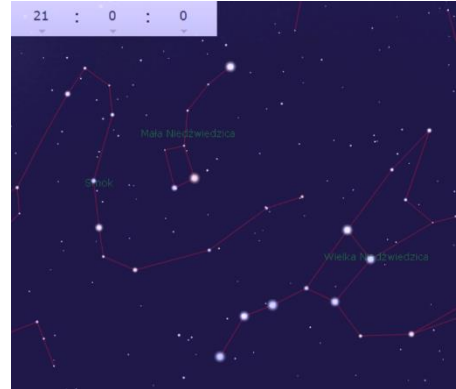
Najlepiej gwiazdy na wysokości od 20 do 40 stopni nad południowym horyzontem. Im bliżej 40 stopni tym lepiej. W moich obserwacjach balkonowych, aby kij od szczotki sięgał tak wysoko, to otwór obserwacyjny musiał się znaleźć nisko nad podłogą.

Pierwszej nocy wybierz sobie gwiazdę i zmierz, o której godzinie zniknie za przeszkodą. W kolejnych nocach powinna się chować codziennie o 4 minuty wcześniej, czyli po 2 dniach to będzie 8 minut po trzech 12 minut i tak dalej.

Obserwacji nie musisz wykonywać codziennie wystarczy 2 -3 pomiary, co kilka dni. Ważne jest oczywiście żeby obserwować tę samą gwiazdę z tego samego miejsca. Pomocny może się okazać szkic nieba z zaznaczoną gwiazdą wybrana do eksperymentu. A może uda Ci się ustalić, co to za gwiazda?



## PROSTE OBSERWACJE NIEBA



### Temat: Kosmiczny zegar

Umiejętność określania aktualnego czasu na podstawie obserwacji gwiazd (bez zegarka) może Ci się przydać na przykład na bezludnej wyspie lub żeby zaimponować kolegom.

Potrzeba po prostu zaobserwować położenie Gwiazdy Polarnej oraz tylnych kół Wielkiego Wozu. Odszukaj je na niebie i wyobraź sobie linię łączącą koła z gwiazdą Polarną



Teraz uruchom wyobraźnię!

Wyobraź sobie, że Polarna to środek tarczy zegara. Spróbuj określić, jaką godzinę pokazuje nasza linia, czyli kosmiczna wskazówka. Jeśli wskazówka nie celuje dokładnie w miejsca pełnych godzin to postaraj się „odczytać” z dokładnością do jednej trzeciej godziny, (czyli 20 minut) lub do kwadransa np. 4.3 lub 5.75



Zamiast wyobrazić sobie zegar to możesz sobie wydrukować jego tarczę. Trzymaj go pionowo w wyprostowanej ręce, aby przez wycięty w środku było widać gwiazdę Polarną.

Niestety odczytana z tarczy czy z wyobraźni godzina to nie jest jeszcze wynik.

Identyczny odczyt powtarza się, co 23 godziny i 56 minut (tzw. Doba Gwiazdowa) a nie, co 24 godziny. Musimy uwzględnić porę roku

Teraz masz dwie możliwości:

- 1) Przeprowadzić w pamięci następujące obliczenia:

Czas  $T = 55.3 - 2 \cdot (g+m)$  gdzie „g” to odczytana godzina (wraz z ułamkiem), „m” to numer miesiąca, również może być określony z ułamkiem np. 15 kwietnia to będzie  $m = 4.5$

Zatem jeśli 15 kwietnia wskazówka pokazywała godzinę 11 to

$$T = 55.3 - 2 \cdot (11 + 4.5) = 55.3 - 2 \cdot 15.5 = 55.3 - 31 = 24.3$$

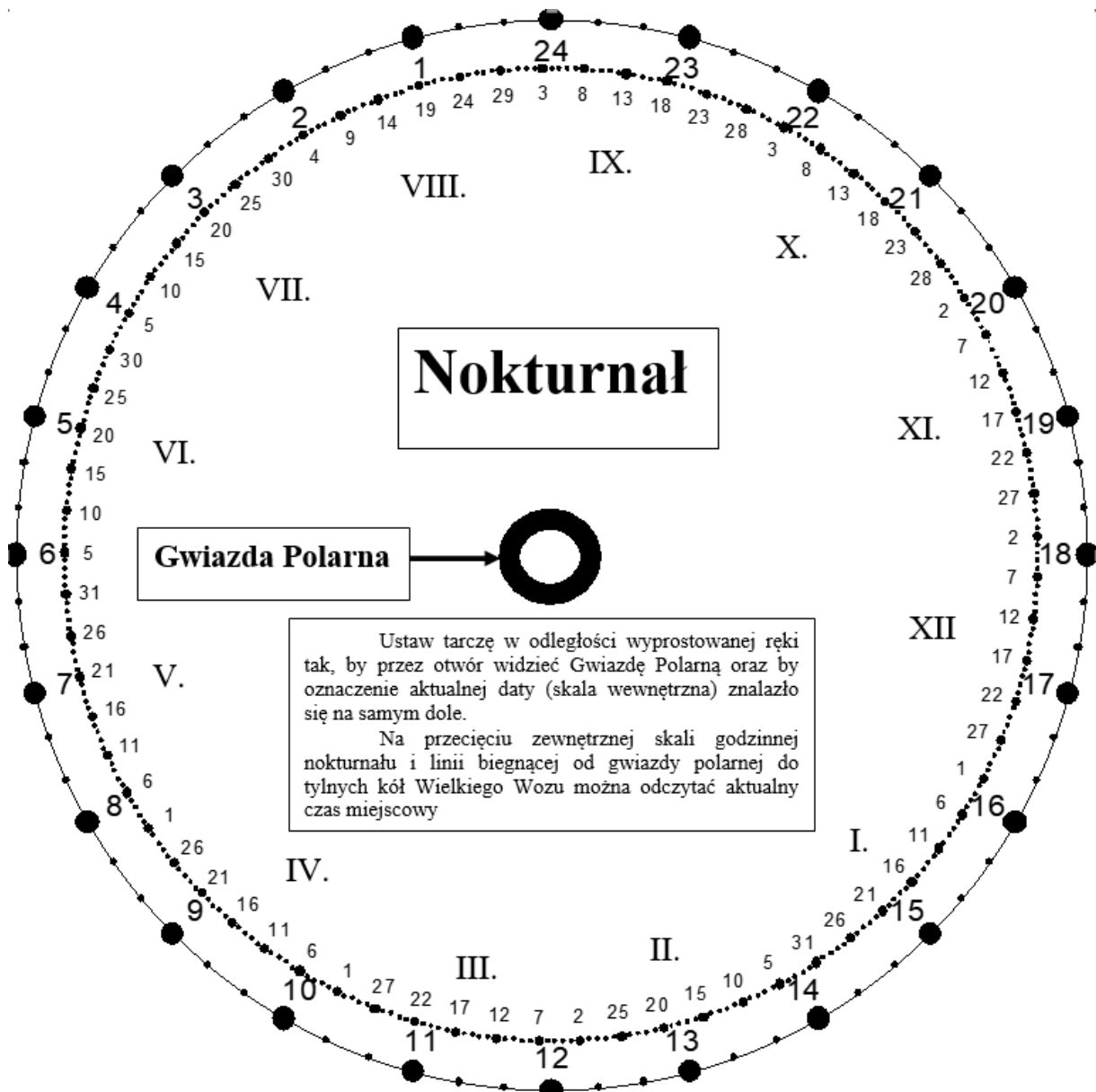
Jeśli wynik jest większy niż liczba godzin w dobie to odejmujemy 24

$$T = 24.3 - 24 = 0.3 \text{ czyli mamy około 20 minut po północy!}$$

(UWAGA! Dla czasu zimowego odjąć jeszcze jedną godzinę

- 2) Jeśli nie masz głowy do obliczeń pamięciowych to wydrukuj Nokturnał, czyli przyrząd do odczytywania godzin. Na wypadek nagłej potrzeby noś zawsze przy sobie!

Tarczę obróć tak, aby na dole znalazła się aktualna data. Kosmiczna wskazówka pokaże Ci aktualny czas.



Pytania:

Czy udało Ci się zmierzyć czas przy pomocy kosmicznego zegara?

Jaka była różnica pomiędzy twoim pomiarem a czasem wskazanym przez zegarki?



## PROSTE OBSERWACJE NIEBA

### Temat: Test wzroku ..

Oko astronoma to podstawowy instrument optyczny do badania kosmosu. Czy masz naprawdę sokoli wzrok? Aby to sprawdzić proponuję parę prostych testów obserwacyjnych.

#### 1) Ostrość widzenia:

Gołym okiem popatrz uważnie na gwiazdę na złamaniu dyszla Wielkiego Wozu. Ile gwiazd widzisz?

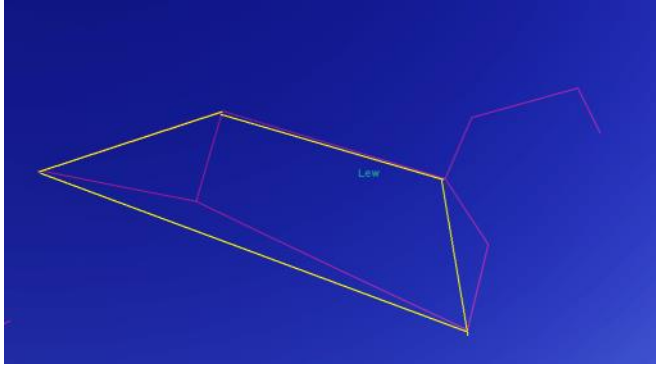


Jeśli dwie to OK, jeśli jedną to **idź do okulisty!**

Uwaga: ważne by wykonać prawdziwe obserwacje. Jeśli wiesz, że tam są dwie gwiazdy (Mizar i Alkor) to i tak sprawdź co widzisz. To test na wzrok a nie na pamięć.

## 2) Widzenie słabych obiektów

Odszukaj na niebie gwiazdozbiór Lwa i policz, ile gwiazd widzisz na obszarze charakterystycznego trapezu, wliczając 4 gwiazdy stanowiące wierzchołki trapezu



Zasięg widzenia w wielkościach gwiazdowych znajdziesz w tabeli:

Liczba gwiazd	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Zasięg wzroku	1. 4	2. 1	2. 2	2. 6	3. 3	4. 4	4. 8	5. 4	5. 4	5. 5	5. 5	5. 6	5. 7	5. 9	6. 1	6. 2

Jeśli przy dobrej pogodzie, twój wynik to mniej niż 6 gwiazd, **idź do okulisty!**



### 3) Widzenie barwne

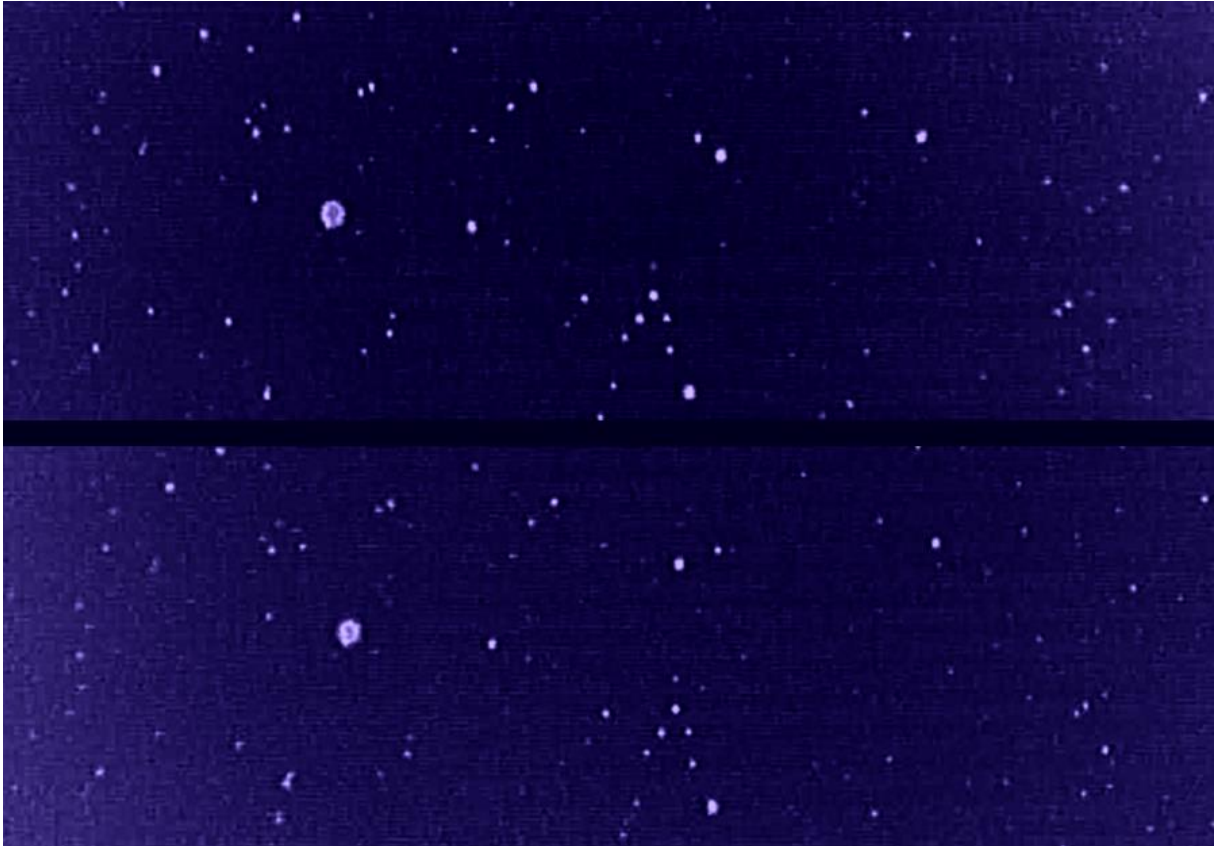
Na wieczornym niebie odszukaj najjaśniejsze gwiazdy w konstelacjach: Wolarza (Arktur), Panny (Spika) i Lwa (Regulus) i postaraj się określić ich kolor i zauważyć różnicę zabarwienia.



Jeśli według Ciebie Arktur jest czerwony a pozostałe gwiazdy mają podobną białą-niebieską barwę to masz dobry wzrok. Jeśli oceniłeś inaczej to **idź do okulisty!**

#### 4) Spostrzegawczość

Poniższe zdjęcia wykonano w odstępie 10 lat. W polu widzenia znajduje się Gwiazda Barnarda, czyli gwiazda o wyjątkowo dużym ruchu własnym. W czasie pomiędzy fotografiami gwiazda zdążyła się dość wyraźnie przemieścić na tle pozostałych gwiazd. Czy możesz wskazać, który z obiektów to Gwiazda Barnarda?



Znalazłeś?

Jeśli nie to nie wiem czy tu pomoże okulista ....



## PROSTE OBSERWACJE NIEBA

### Temat: Wyznaczamy długość geograficzną

Gdzie ja właściwie jestem? Wiemy już, że precyzyjna odpowiedź na to pytanie sprowadza się do wyznaczenia współrzędnych geograficznych, które precyzyjnie określają położenie obserwatora na kuli ziemskiej. Umiemy już wyznaczyć wartość szerokości geograficznej kolej na długość.

Tym razem zaplanujemy obserwacje dzienne. Długość geograficzną wyznaczymy na podstawie dokładnego czasu przejścia Słońca przez południk niebieski, czyli chwili, kiedy Słońce znajduje się dokładnie nad kardynalnym punktem „S”. Potrzebna będzie jak zwykle cierpliwość i pogoda oraz dokładny zegarek i kompas.

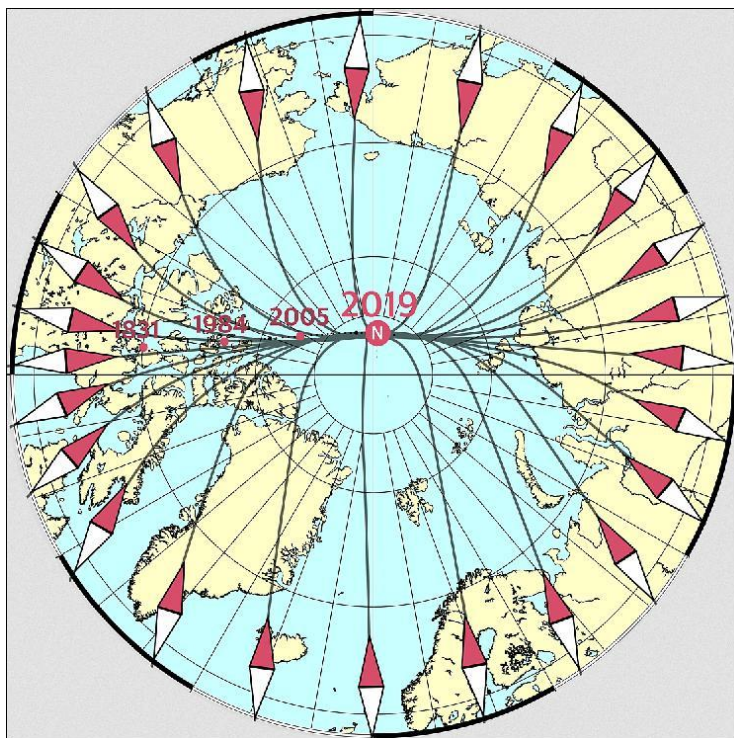
Ciekawostka: czy wiesz, że nazwa długość i szerokość wzięła się od kształtu morza śródziemnego. Starożytni żeglarze wiedzieli, że jest większe w kierunku wschód-zachód i dlatego nazwali ten wymiar długością. Krótszy wymiar północ-południe nazwali szerokością i tak już zostało.



Kierunek południa wyznaczymy przy pomocy kompasu. Niby to proste, ale diabeł jak zwykle tkwi w szczegółach.

Aby kompas precyzyjnie wskazywał kierunek ziemskiego pola magnetycznego, nie może go zakłócać obecność elementów metalowych i pól magnetycznych generowanych przez urządzenia elektryczne (np. telefon komórkowy w Twojej kieszeni). Sprawdź poprzez obracanie kompasu oraz przesuwanie czy igła utrzymuje ten sam kierunek.

Kompas wskazuje kierunek na biegun magnetyczny a nie na biegun geograficzny. Ściśle mówiąc północna strzałka kompasu (zwykle czerwona) wskazuje południowy biegun magnetyczny Ziemi, leżący geograficznie na półkuli północnej. Gdyby południowy biegun magnetyczny leżał dokładnie na północnym biegunie geograficznym sprawa byłaby prosta. Niestety biegun magnetyczny nie dość, że jest nieco przesunięty to jeszcze porusza się zmieniając swoje położenie. (<https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/m/magnetic-north-pole> )



Zobacz

też

animację:

[https://directory.eoportal.org/documents/163813/4225888/Polar\\_Wander.gif](https://directory.eoportal.org/documents/163813/4225888/Polar_Wander.gif)

Konieczna poprawka na wskazania kompasu nazywa się deklinacja magnetyczna.

Deklinacja magnetyczna to kąt pomiędzy rzeczywistym kierunkiem N na wskazaniach kompasu magnetycznego. Deklinacja jest zmienna w czasie. Jej wartość podają mapy nawigacyjne. Wartość deklinacji jest dodatnia lub ujemna.

- Dodatnia (E) jest wtedy, gdy południk magnetyczny jest odchylony od południka rzeczywistego w prawo, na wschód.
- Ujemna (W) wartość deklinacji jest wtedy, gdy południk magnetyczny jest odchylony od południka rzeczywistego w lewo, na zachód.

Wartość dla Polski możesz sprawdzić na mapce: <https://www.magnetic-declination.com>

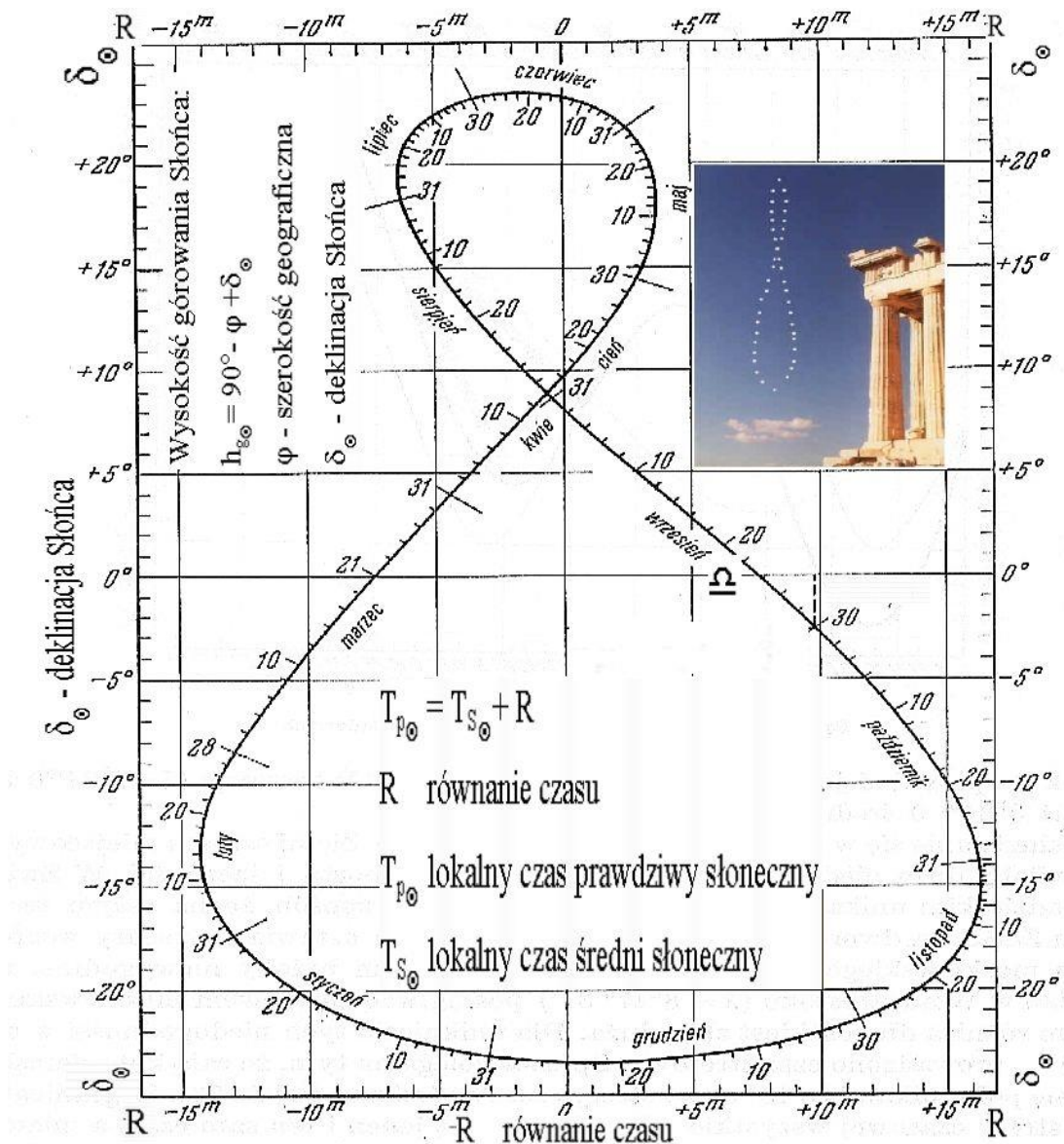
Obserwacje będą polegać na wyznaczeniu dokładnej godziny, gdy cień pionowych przedmiotów układa się wzdłuż rzeczywistej linii południe-północ (S-N)..

Na ziemi narysuj linię (S-N) uwzględniając poprawkę na deklinację magnetyczną. Jeśli twój kompas nie ma odpowiedniej podziałki to potrzebne 6-cio stopniowe odchylenie wyznacz kątomierzem. tak, by cień wybranego przedmiotu (np. gnomona) pokrył się z linią.

Wyznacz według dokładnego zegarka o której godzinie cień gnomona pokryje się z linią. Nie będzie to godzina 12:00 czasu letniego!

Late zegarki w naszej trefie czasowej zsynchronizowane są czasem południka 30°E i im dalej od tego południka się znajdziemy, tym większe będzie odstępstwo od godziny 12:00. Różnica czasu rośnie bowiem o 4 minuty na każdy jeden stopień różnicy długości geograficznej. Gdy obowiązuje czas zimowy zegary są synchronizowane z południkiem 15°E

I jeszcze ostatnia poprawka. Otóż nasze Słońce przemieszcza się po niebie nieregularnie. Dlatego o godzinie 12:00 czasu urzędowego na południku naszej strefy nie góruje wcale prawdziwe słońce lecz tak zwane „Słońce średnie” czyli umowny punkt niewidoczny na niebie. Odchylenie Słońca prawdziwego od średniego nazywa się „równanie czasu” a jego wartość można odczytać na poziomej osi wykresu.



Jak widać 1 czerwca równanie czasu  $R$  wynosi +2minuty. A jeśli obserwacje przeprowadzisz 18 czerwca to poprawka ta będzie wynosić 0. Podobnie postąpił Robinson Crusoe, który nie dysponując wykresem równania czasu odczekał z pomiarami do 24 grudnia, gdyż pamiętał, że w Wigilie również równanie czasu wynosi 0.

Zatem jeśli wyznaczony czas przejścia Słońca przez południk wynosi  $T$ , to długość geograficzna miejsca obserwacji  $\lambda = 30 + (R + T - 12h\ 00m)/4$

Na przykład: jeśli wyznaczymy, że  $T = 12h\ 30m$  dnia 1 czerwca to  $R = 2min$  a  $\lambda = 30 - (2m + 12h\ 30m - 12h\ 00m)/4 = 30 - 32m/4 = 30 - 8 = 22$

Wyrażenie w nawiasie jest różnicą czasów i powinno być obliczone w minutach. Dzielenie przez 4 stopnie na minutę zamienia jednostkę, więc uzyskany wynik podany jest w stopniach.



## PROSTE OBSERWACJE NIEBA

### Temat 7: Wyznaczamy szerokość geograficzną

Gdzie ja właściwie jestem? Precyzyjna odpowiedź na to pytanie sprowadza się do wyznaczenia współrzędnych geograficznych, które precyzyjnie określają położenie obserwatora na kuli ziemskiej. Zaczynamy od szerokości geograficznej. W tym celu należy zbudować przyrząd pozwalający zmierzyć wysokość północnego bieguna nieba nad astronomicznym horyzontem.

Problem w tym, że ani bieguna niebieskiego, ani horyzontu astronomicznego nie widać.

Horyzont to z definicji płaszczyzna prostopadła do pionu a ten możemy sobie zbudować na przykład za pomocą ciężarka na sznurku.

Wszyscy miłośnicy astronomii wiedzą, że w pobliżu bieguna na niebie świeci gwiazda Polarna, lecz nie wielu pamięta, że jej odległość od bieguna jest półtorej razy większa niż rozmiar tarczy księżycowej. Zatem wyznaczając jej wysokość popełnilibyśmy błąd sięgający  $\frac{3}{4}$  stopnia czyli około 84km.

Można jednak posłużyć się starą żeglarską regułą, która mówi:

*”wysokość Polarnej z Kohabem mierz w poziomie, a azymut na sztorc czyli w pionie”*

W sentencji tej chodzi o gwiazdę Kohab z Małego Wozu. Jak widać na mapie, Biegun nieba (przecięcia niebieskich linii) leży pomiędzy Polarną a Kohabem. Jeśli zatem pomiar wysokości przeprowadzić o takiej godzinie, że Kohab leży na tej samej wysokości co Polarna to również niewidoczny biegun niebieski ma tę samą wysokość. Obecnie wypada to tuż po zmierzchu.



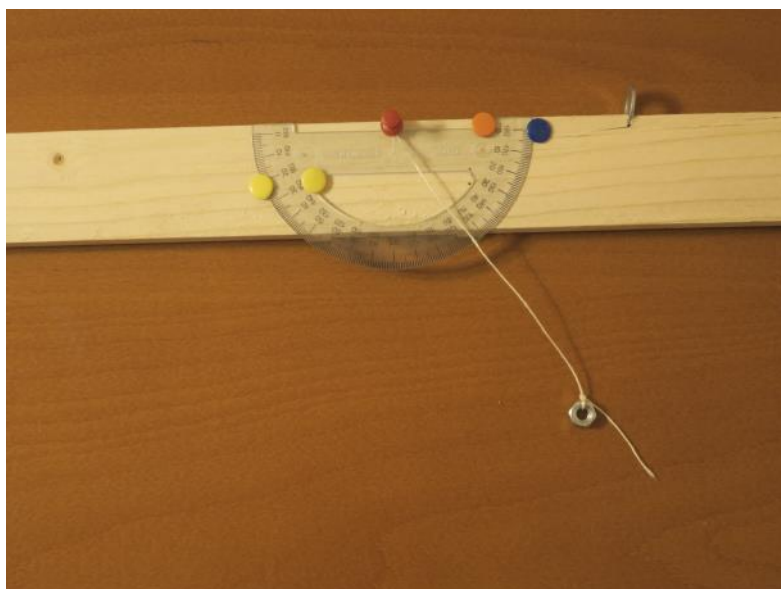
Druga część mówi o wyznaczeniu kierunku północy. Jak widać gdy po 6 godzinach niebo obróci się o  $90^\circ$  Polarna, Biegun i Kohab będą tworzyć linię pionową.

Trzeba teraz zbudować przyrząd do pomiaru wysokości. Potrzebna będzie prosta listewka i metalowe podkładki. W listewce należy zrobić nacięcia i wcisnąć lub delikatnie wbić podkładki tak jak na zdjęciu.



Nie wbijaj podkładek przy samym końcu, bo listewka pęknie. Podkładka od strony oka powinna być oddalona o około 20 cm czyli na odległość dobrego widzenia.

Do listewki pinezkami przytwierdzamy kątomierz, tak by jego podstawa była równoległa do brzegu listwy. Można to zrobić przy pomocy kleju lub pinesek, ale tak by sznurek z ciężarkiem (czy tak zwany pion) mogły się swobodnie dyndać.



Sznurek oczywiście powinien być zamocowany pinezką, wbitą tam, gdzie zwykle ustawia się wierzchołek kąta.



W nocy, gdy Kohab i Polarna będą na jednakowej wysokości, wyceluj przeziernicę tak, gwiazda polarna była widoczna poprzez obie podkładki. Poczekaj aż pion przestanie się kiwać gdy jesteś pewien, że gwiazda jest na środku przyciśnij sznurek palcem do skali i odczytaj wynik. Możesz też poprosić drugą osobę o odczytanie wyniku wtedy, gdy Ty naprowadzisz przeziernicę na cel.



I jeszcze jedno: zmierzony wynik to kąt pomiędzy kierunkiem na biegun a pionem a nam potrzeba kąt pomiędzy kierunkiem na biegun a poziomem.

Na szczęście pion i poziom są do siebie prostopadłe, więc

Szerokość geograficzna:  $\varphi = 90^\circ - h$  gdzie  $h$  wynik pomiaru.

Jeśli wybierzesz się w podróż nad morze to powtórz tam pomiar. Różnica w porównaniu z szerokością geograficzną Niepołomic będzie wyraźna. Pamiętając, że przesuając się wzdłuż południka ziemskiego o 111.2 km zmieniamy szerokość geograficzną o  $1^\circ$  możesz pomnożyć różnicę przez 111.2 i obliczyć przebyty dystans.

## Nieco poważniejsze ćwiczenia:

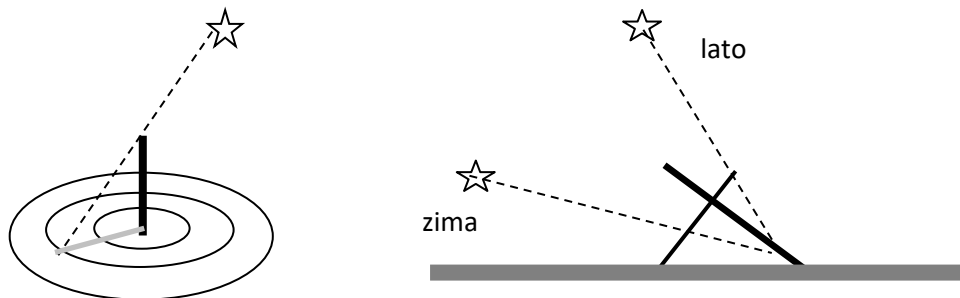
TEMAT: **Gnomon**

POJĘCIA: współrzędne niebieskie, równanie czasu, ruch dobowy i roczny Słońca.

POMOCE: gnomon

ZADANIE: Przeprowadzić obserwacje ruchu Słońca po sferze niebieskiej. Wyznaczyć: kierunek południowy, długość i szerokość geograficzną miejsca obserwacji.

WSKAZÓWKI: Gnomon to pionowy pręt rzucający cień na prostopadłą do niego płaszczyznę podstawy. Długość i położenie cienia zmienia się wraz z dobowym ruchem Słońca po niebie. Obserwacje trwają kilka godzin. Jeszcze bardziej żmudne są obserwacje rocznego ruchu Słońca.



*Gnomon*

Pewną modyfikacją gnomona jest zegar słoneczny. Można nachylić gnomon tak, by był równoległy do osi obrotu Ziemi, a tarczę zegara umieścić w płaszczyźnie prostopadłej do pręta. Taki zegar, w zależności od pory roku, będzie oświetlony od góry lub od dołu.

PRZEBIEG ĆWICZENIA:

A) Gnomon: wyznaczenie południka miejscowego i deklinacji Słońca.

- Ustawić gnomon i narysować wokół niego kilka koncentrycznych okręgów o stałej różnicy promieni.
- W pogodny dzień zaznaczyć położenie końca cienia w chwili gdy leży na narysowanych okręgach (2 punkty na każdym okręgu).
- Do zaznaczonych punktów dopasować parabolę. Oś symetrii paraboli wyznacza kierunek północ-południe.
- Wierzchołek paraboli odpowiada minimalnej długości cienia. Znając jego długość oraz deklinację Słońca danego dnia można obliczyć własną szerokość geograficzną.

B) Gnomon: tempo ruchu Słońca, długość geograficzna

- Ustawić gnomon i zaznaczyć kierunek północ-południe.
- W słoneczny dzień zaznaczyć położenie cienia w regularnych odstępach czasu (np. co godzinę).
- Zmierzyć kąty o jakie przesuwa się cień Słońca w zależności od pory dnia.
- Wyznaczyć moment, kiedy cień gnomonu pokrywa się z linią północ-południe.
- Znając dokładny czas przejścia Słońca przez południk, oraz wartość równania czasu obliczyć długość geograficzną miejsca obserwacji.

C) Zegar słoneczny:

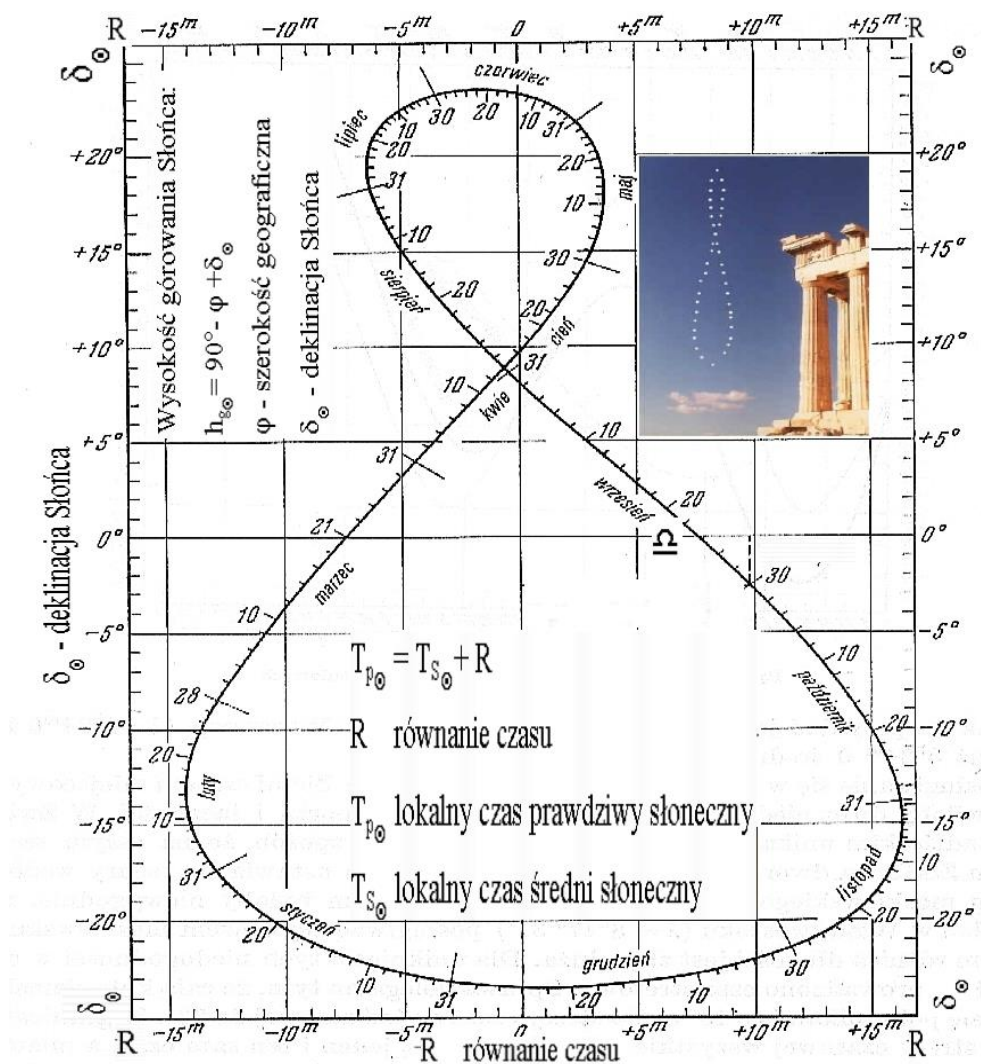
- Ustawić gnomon równolegle do osi obrotu Ziemi. Na płaszczyźnie prostopadłej do pręta narysować podziałkę zegara ze znakami godzin umieszczonymi co 15°.
- Sprawdzić „chód” zegara słonecznego.

D) Obserwacje całoroczne:

- Ustawić gnomon tak by pozostał stabilny w całym czasie trwania obserwacji.
- W każdy pogodny dzień zaznaczyć położenie końca cienia gnomonu w południe czasu środkowoeuropejskiego (czyli o 13 gdy obowiązuje czas letni).
- Zaznaczone punkty utworzą tzw. analemę (patrz zdjęcie). Na jej podstawie wyznaczyć własny wykres równania czasu oraz wykres rocznych zmian deklinacji Słońca

DANE:

Z wykresu można odczytać wartość deklinacji Słońca i równania czasu na dany dzień.



OPRACOWANIE WYNIKÓW: Raport z obserwacji powinien zawierać: opis przeprowadzonych obserwacji i oszacowanie dokładności pomiarów. Opisać położenie linii północ-południe w odniesieniu do różnych obiektów na widnokręgu (wierze, budynki, drzewa itp.).

TEMAT: **Przygotowanie lunety do obserwacji.**

POJĘCIA: montaż azymutalny i paralaktyczny, współrzędne niebieskie.

POMOCE: luneta, okular z krzyżem nitek, Mapa Obrotowa Nieba, latarka z filtrami.

ZADANIE: przygotować lunetę do obserwacji.

WSKAZÓWKI: Poprawne ustawienie lunety to podstawa udanych obserwacji. Schemat postępowania opisany w przebiegu ćwiczenia uwzględnia typowe czynności wstępne. Pamiętać należy że sprawne posługiwanie się lunetą jest efektem częstych obserwacji.

PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- Wybrać dogodny miejsce do obserwacji (płaski teren, z dala od świateł, z dobrą widocznością horyzontu, z dostępem do prądu itp.)
- Rozstawić statyw lunety. Przy pomocy poziomicy wyregulować go tak, by stał pionowo. (Najlepiej nie zmieniać wysokości jednej z nóg statywu, wtedy szybciej uzyskamy właściwy efekt a luneta będzie się znajdować na właściwej wysokości)
- Umocować głowicę na statywie, a następnie umocować lunetę i przeciwwagi.
- Przesuwając odpowiednio przeciwwagi wyważyć lunetę, Aby wyważyć niektóre lunety w deklinacji, gdy nie ma przeciwwag, przesuwamy całą lunetę na listwie mocującej. (Po zmianie konfiguracji sprzętu np. po zamianie okularu na aparat fotograficzny wyważenie trzeba poprawić)
- Zdjąć osłony z obiektywu, okularów itp.
- Jeśli dysponujemy lunetą o montażu paralaktycznym należy ustawić oś biegunową ustawić równoległe do osi świata
  1. Ustawić na skali głowicy właściwą szerokość geograficzną
  2. Obracając głowicę lunety w azymucie (a jeśli to niemożliwe całym statywem) wycelować oś biegunową w stronę Gwiazdy Polarnej
  3. Przez okular z krzyżem nitek obserwować gwiazdę położoną w pobliżu równika i jednocześnie w pobliżu południka niebieskiego. Jeśli gwiazda dryfuje na północ to znaczy, że oś jest wycelowana na zachód od bieguna. Należy obrócić głowicę lunety (a gdy to niemożliwe to cały statyw) w azymucie w kierunku wschodnim i ponownie sprawdzić kierunek dryfowania gwiazdy. Przy dryfie na południe obracamy głowicę na zachód.
  4. Dobór właściwej szerokości geograficznej sprawdzamy obserwując gwiazdę położoną przy równiku w kierunku wschodnim. Jeśli gwiazda dryfuje na północ oś biegunową lunety należy pochylić w dół.
  5. Jeśli budowa teleskopu na to pozwala, wyregulować tempo prowadzenia teleskopu obserwując gwiazdy w pobliżu południka
- Jeśli luneta ma ograniczony zakres ruchów drobnych należy przed obserwacjami ustawić pokrętła na środek tego zakresu. W lunetach bez automatycznego prowadzenia pokrętło ruchu w kącie godzinowym ustawić tak by jak najdłużej móc śledzić obiekt
- Jeśli luneta jest wyposażona w pomocniczą lunetkę celowniczą sprawdzić i wyregulować równoległość ich osi optycznych obserwując jasną gwiazdę lub jakiś charakterystyczny, odległy obiekt.
- Krzyż nitek ustawić tak, by jedno z ramion było równoległe do równika niebieskiego można to zrobić obracając odpowiednio okular z krzyżem by dryfująca w polu widzenia gwiazda (przy wyłączonym prowadzeniu) poruszała się równoległe do ramienia krzyża.

- Wyskalować pokręta ruchów drobnych tak by wiedzieć o jaki kąt i w którą stronę przesunie się obserwowana gwiazda po jednym obrocie pokręta. Jeśli luneta nie ma mechanicznego prowadzenia obliczyć co ile sekund obrócić pokrętem kąta godzinnego tak by śledzić obserwowany obiekt.
- Jeśli luneta ma nastawną skalę rektascensji wycelować ją w jasną gwiazdę o znanych współrzędnych i wyregulować skalę. W przypadku przeciwnym, do celowania w obiekty niewidoczne możemy się posłużyć metodą różnicową. (Celujemy w jasną gwiazdę o znanych współrzędnych, obliczamy różnicę współrzędnych tej gwiazdy i naszego obiektu i przesuujemy lunetę o wyliczone poprawki)
- Po wycelowaniu we właściwy obiekt sprawdzić jak długo można go obserwować bez obawy zawadzenia lunety o statyw itp.
- Jeśli mamy do dyspozycji rewolwer okularowy ustawić go tak by obserwacje były wygodne.

**OPRACOWANIE WYNIKÓW:** Sprawdzeniem wyników przygotowania do obserwacji jest satysfakcja z właściwego działania teleskopu w trakcie pracy.

TEMAT: **Wyznaczanie średnicy pola widzenia lunety.**

POJĘCIA: ruch dzienny sfery niebieskiej, odległości kątowe na niebie, pole widzenia lunety.

POMOCE: luneta, okulary z krzyżami nitek, Mapa Obrotowa Nieba, katalog gwiazd, stoper, latarka z filtrami

ZADANIE: wyznaczyć średnicę pola widzenia lunety wyposażonej w okulary o różnych ogniskowych.

WSKAZÓWKI: Kątowe rozmiary pola widzenia można wyznaczyć mierząc czas przejścia gwiazdy przez pole widzenia. Instrument wycelować tak by niewidoczna na początku gwiazda poruszająca się swym ruchem dziennym weszła w pole widzenia lunety. Luneta w tym czasie ma być oczywiście nieruchoma a trasa gwiazdy powinna pokrywać się ze średnicą pola widzenia lunety. Deklinację lunety dobrać obserwując kilka próbnych przejść i wprowadzając odpowiednie korekty w ustawienie lunety. Najszybciej przez pole widzenia przejdą gwiazdy leżące w pobliżu równika niebieskiego.

PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- Wybrać i zidentyfikować jasną gwiazdę, niezbyt odległą od równika niebieskiego. Z katalogu odczytać jej deklinację.
- Obracając okularem ustawić go w takim położeniu, aby jedna z nitek krzyża była równoległa do kierunku ruchu dziennego gwiazdy.
- Za pomocą stopera zmierzyć czas przejścia gwiazdy przez pole widzenia lunety . W czasie pomiaru kontrolować czy gwiazda przesuwana się po nitce krzyża.
- Korzystając ze wzoru:  $F ["] = 15 \cdot t[s] \cdot \cos(\delta)$  wyliczyć średnicę pola widzenia instrumentu.
- Przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników

OPRACOWANIE WYNIKÓW: Sprawozdanie powinno zawierać datę, czas i miejsce obserwacji, informacje o instrumencie, opis warunków atmosferycznych, wyznaczone średnice pola widzenia lunety dla różnych badanych okularów, oraz dyskusję błędów.

**TEMAT: Wyznaczanie zasięgu lunety.**

**POJĘCIA:** wielkości gwiazdowe, podstawowe charakterystyki teleskopów.

**POMOCE:** luneta z okularami o różnych ogniskowych., Mapa Obrotowa Nieba, katalog gwiazd, atlas nieba, przybory kreślarskie, kalka techniczna.

**ZADANIE:** Wyznaczyć zasięg lunety przy zastosowaniu różnych okularów.

**WSKAZÓWKI:** Do obserwacji należy wybrać taki rejon nieba by w polu widzenia lunety jednocześnie znalazło się wiele gwiazd o różnej (i znanej nam z katalogów) jasności. Dobrze do tego nadają się gromady otwarte i Północny Ciąg Biegunowy. Następnie sprawdzamy, które z gwiazd zaznaczonych na mapie tego rejonu widać w lunecie. Bardziej doświadczony obserwator może najpierw narysować widziany układ gwiazd i dopiero później porównać go z atlasem. Unika się w ten sposób błędów związanych z autosugestią.

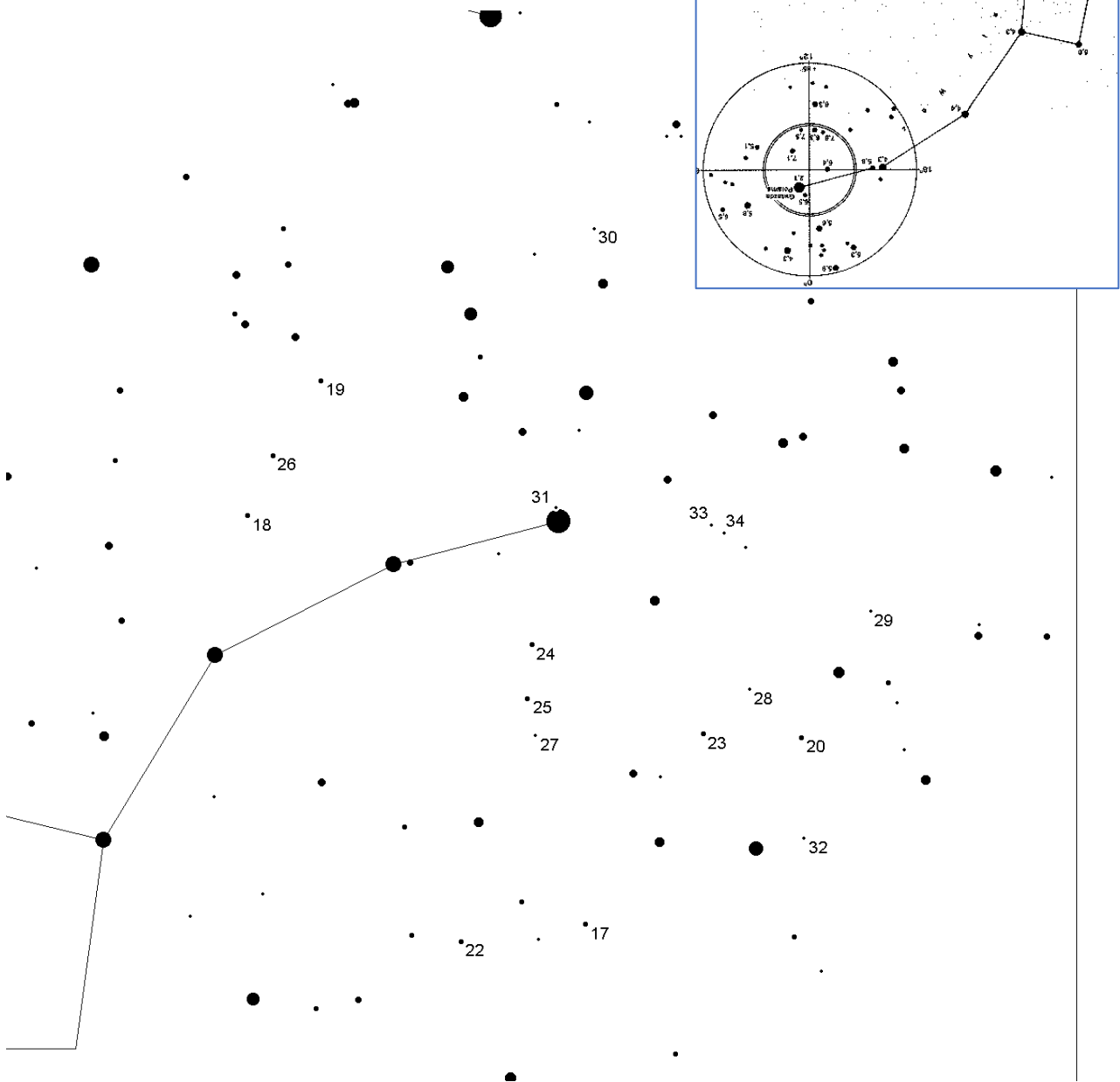
Podobną procedurę stosuje się także przy ocenie warunków pogodowych lecz wtedy najślabszych gwiazd szukamy okiem nieuzbrojonym w jednym z tzw. rejonów kontrolnych. (Patrz instrukcja pt. ” *Ocena warunków obserwacji*” )

**PRZEBIEG ĆWICZENIA:**

- Korzystając z atlasu nieba wykonać mapkę wybranego fragmentu sfery niebieskiej (np. Plejad, Praesepe, Północnego Ciągu Biegunowego).
- Przy pomocy Mapki Obrotowej sprawdzić czy będzie on widoczny danej nocy
- Porównać obraz widziany w lunecie z rysunkiem na mapce. Zidentyfikować i zaznaczyć na mapce wszystkie jasne gwiazdy i wokół nich odszukać charakterystyczne konfiguracje słabych gwiazd, aż do najślabszych widocznych w danym momencie.
- Na podstawie przeprowadzonej obserwacji określić zasięg lunety.
- Wyznaczanie zasięgu powtórzyć dla innego okularu.
- Wyliczyć teoretyczny zasięg instrumentu, korzystając ze wzoru:  
$$m = 2.1 + 5 \log D$$
 gdzie D - średnica obiektywu lunety [mm]
- Porównać i przedyskutować uzyskane wyniki.

**OPRACOWANIE WYNIKÓW:** Sprawozdanie powinno zawierać wyznaczony zasięg lunety, datę, czas i miejsce obserwacji, informacje o instrumencie, szczegółowy opis warunków atmosferycznych i oświetleniowych (jasność tła nieba, widoczność i faza Księżyca, itd.)

DANE:  
Północny Ciąg Biegunowy:



Nr.	Jasn.	Typ
1	2 <sup>m</sup> .1	B8
2	4.4	G5
3	4.44	A0
4	5.34	F2
5	5.38	A0
6	5.39	B3
7	5.55	A2

8	5.62	F0
9	5.64	A3
10	5.69	A0
11	5.73	G0
12	5.84	F5
13	5.86	A3
14	5.92	A2
15	5.99	A0

16	6.02	A2
17	6.13	A0
18	6.15	A2
19	6.16	A2
20	6.17	A0
21	6.2	B9
22	6.26	A0
23	6.26	F0



24	6.28	F0
25	6.33	F2
26	6.34	A2
27	6.38	F5
28	6.39	A0
29	6.39	A2
30	6.4	F8
31	6.48	A2
32	6.53	F2
33	6.54	A5
34	6.55	A0

TEMAT: **Skale współrzędnych astronomicznych**

POJĘCIA: montaż paralaktyczny, rektascensja ( $\alpha$ ), deklinacja ( $\delta$ ), kąt godzinny ( $t$ ), czas gwiazdowy ( $T^*$ )

POMOCE: luneta, okular z krzyżem nitek, katalog lub atlas gwiazd ze współrzędnymi astronomicznymi, latarka z filtrami, ew. zegarek

ZADANIE: odnaleźć na niebie obiekty o zadanych współrzędnych

WSKAZÓWKI: Aby ułatwić sobie odnalezienie obiektów, których nie widać gołym okiem lub w lunecie celowniczej można posłużyć się skalami współrzędnych astronomicznych jakie posiadają montaż lunet w układzie paralaktycznym. Nawet, jeśli montaż nie jest idealnie ustawiony względem stron świata to posługując się metodą różnicową można łatwo odnaleźć poszukiwany obiekt celując najpierw w stronę jasnej gwiazdy o danych współrzędnych a następnie przesuując lunetę o tyle, ile wynosi różnica współrzędnych obiektu i gwiazdy obliczona wcześniej na podstawie danych katalogowych. Przed przystąpieniem do obserwacji wynotować z atlasu lub katalogu rektascensję i deklinację poszukiwanego obiektu ( $\alpha_0$ ,  $\delta_0$ ) oraz rektascensję i deklinację jasnej gwiazdy ( $\alpha^*$ ,  $\delta^*$ ) leżącej w pobliżu.

PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- Przygotować lunetę do obserwacji.
- Skontrolować poprawność ustawienia lunety względem stron świata, ustawienie montażu w pionie, szerokość geograficzną, na jaką nastawiono oś montażu.
- Zbadać rodzaj skal współrzędnych, w jaki wyposażona jest luneta
- Jeśli montaż ma taką możliwość to włączyć mechanizm śledzący ruch dobowy sfery niebieskiej.
- Jeśli luneta nie ma silnika śledzącego niebo to operacja przestawiania lunety z gwiazdy na poszukiwany cel musi odbyć się jak najszybciej.

Jeśli luneta ma skale deklinacji i nastawną skalę rektascensji:

- Wycelować lunetę w jasną gwiazdę o znanych współrzędnych leżącą w pobliżu poszukiwanego obiektu.
- Nastawić skalę rektascensji tak by wskazywała wartość rektascensji gwiazdy odczytaną z atlasu lub katalogu.
- Sprawdzić czy skala deklinacji również wskazuje odpowiednią wartość. (Jeśli różnica deklinacji odczytanej ze skali i z katalogu nie jest duża można nadal korzystać ze skali deklinacji pamiętając o tym, aby dodać ją do deklinacji poszukiwanego obiektu)
- Przetawić lunetę na współrzędne poszukiwanego obiektu

Jeśli luneta ma skale deklinacji i kąta godzinnego:

- Wycelować lunetę w jasną gwiazdę o znanych współrzędnych leżącą w pobliżu poszukiwanego obiektu.
- Odczytać ze skali wartość kąta godzinnego gwiazdy  $t^*$ , Obliczyć aktualny czas gwiazdowy  $T^*$  z wzoru :  $T^* = t^* + \alpha^*$
- Nastawić zegarek na aktualny czas gwiazdowy, Ponieważ doba gwiazdowa jest o zaledwie 4 minuty krótsza od słonecznej, czas wskazywany przez zegarek w ciągu kilku godzin będzie się jedynie nieznacznie różnić od czasu gwiazdowego.
- Nastawić lunetę na deklinację obiektu  $\delta_0$  oraz kąt godzinny obiektu  $t_0$  obliczony ze wzoru:  $t_0 = T^* - \alpha_0$  ( $T^*$  odczytać z zegarka)

Inny sposób (bez zegarka):

- Obliczyć różnicę rektascensji gwiazdy i obiektu ( $\alpha^* - \alpha_0$ )
- Wycelować lunetę w jasną gwiazdę o znanych współrzędnych leżącą w pobliżu poszukiwanego obiektu.
- Odczytać ze skali wartość kąta godzinnego gwiazdy  $t^*$
- Obliczyć kąt godzinny obiektu  $t_0 = t^* + (\alpha^* - \alpha_0)$ . We wzorze uwzględniono fakt, że rektascensję i kąt godzinny mierzy się w tych samych jednostkach lecz na półkuli północnej tąt godzinny narasta w stronę zachodu (od południka niebieskiego) a rektascensja w stronę wschodu (od Punktu Barana).

DANE:

Jasne gwiazdy	$\alpha^*$	$\delta^*$ :	Obiekty	$\alpha_0$	$\delta_0$
Vega ( $\alpha$ Lyr)	18h37m	38°45'	Albireo	19h31m	27°57'
			$\epsilon$ Lyr	18h44m	39°39'
			M 13	16h42m	36°28'
			M 57	18h54m	33°01'
Navi ( $\gamma$ Cas)	00h57m	60°43'	M31	00h42ms	41°16'
			h i $\chi$ Per	02h21m	57°09'
			M103	01h33m	60°39'
			M52	23h25m	61°36'
Aldebaran ( $\alpha$ Tau)	4h35m	16°31'	M45	03h46m	24°11'
			M42	05h35m	-5°24'
			M1	05h34m	22°02'

Regulus ( $\alpha$ Leo)	10h08m	11°58'	M44	08h40m	19°41'
Alkaid ( $\eta$ Uma)	13h50m	49°12'	Mizar	13h42m	54°57'
			M51	13h30m	47°13'
			M101	14h03m	54°21'
Arcturus ( $\alpha$ Boo)	14h16m	19°11'	M3	13h42m	28°22'
			M53	13h13m	18°11'
			M5	15h15m	02°46'
			M49	12h30m	08°00'
			M87	12h31m	12°23'

## TEMAT: Zdolność rozdzielcza lunety

POJĘCIA: parametry teleskopu, zdolność rozdzielcza, seeing

POMOCE: luneta, atlas nieba, latarka

WSKAZÓWKI: Zdolność rozdzielcza to jeden z najważniejszych parametrów jakimi opisuje się teleskopy. Można go obliczyć na podstawie wzoru:  $r ["] = 11/D$  (gdzie D oznacza średnicę teleskopu w centymetrach). Formuła ta opisuje idealny instrument.

W praktyce lepiej wyznaczyć zdolność rozdzielczą samemu poprzez obserwacje np. specjalnych plasz w ciągu dnia. Można też wykorzystać gwiazdy podwójne sprawdzając przy jakiej separacji składników obserwator zobaczy tylko pojedynczy obiekt. Należy zwrócić uwagę na zjawisko seeingu tj. rozmywania punktowych obrazów gwiazd przez ziemską atmosferę.

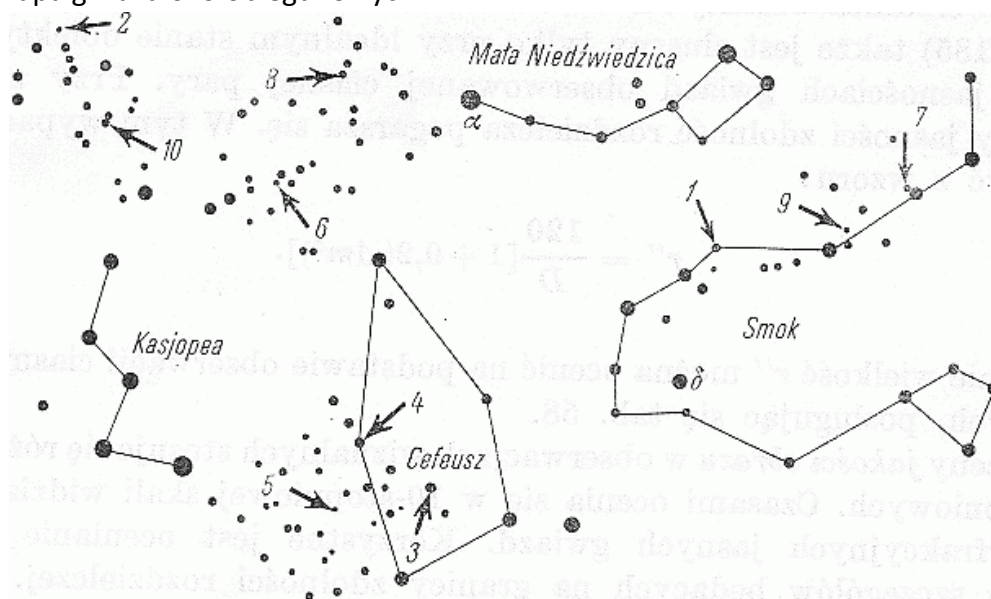
PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- W ciągu dnia ustawić tarczę kalibracyjną w odległości 20 metrów od lunety. Sprawdzić, które elementy obrazu pozostają rozdzielone, a które się zlewają
- W pogodną noc zaobserwować wybrane gwiazdy podwójne o coraz mniejszej separacji składników. Zanotować jakie układy udało się rozdzielić badanym teleskopem
- Obserwacje powtórzyć dla kilku okularów
- Porównać teoretyczną zdolność rozdzielczą z wynikami dziennych i nocnych obserwacji

OPRACOWANIE WYNIKÓW: Raport powinien zawierać opis przeprowadzonych obserwacji, porównanie wyników uzyskanych różnymi metodami, opis warunków atmosferycznych podczas obserwacji nocnych, dyskusję błędów.

DANE:

Mapa gwiazd okołobiegunowych



## Gwiazdy okołobiegunowe

Numer	Gwiazda	Jasność	Kąt pozycyjny	Separacja
1	$\psi$ Dra	4 <sup>m</sup> .0-5 <sup>m</sup> .2	15°	30.6''
2	$\Sigma$ 485	6.1-6.2	304	18.3
3	$\xi$ Cep	4.7-6.5	279	7.3
4	$\Sigma$ 2948	7.0-8.7	5	2.8
5	$\Sigma$ 2950	6.0-7.2	302	2.3
6	$\Sigma$ 185	7.0-8.5	20	1.3
7	$\Sigma$ 2054	5.7-6.9	355	1.2
8	$\Sigma$ 460	5.2-6.1	65	0.9
9	20 Dra	6.5-7.1	78	0.6
10	O $\Sigma$ 52	6.4-7.0	94	0.5

## Inne gwiazdy:

Gwiazdy podwójne:	$\alpha$ h m	$\delta$ ° '	Mag A+B	Mag <sup>A</sup>	Mag <sup>B</sup>	Kąt pozycyjny [°]	Separacja ''	Okres obiegu lata
$\zeta$ Psc AB	1 13.7	+7 35	4.8	5.2	6.2	62	22.7	
$\gamma$ Ari AB	1 53.5	+19 18	3.8	3.9	3.9	357	7.5	
$\alpha$ Psc AB	2 02.0	+2 46	3.9	4.3	5.2	269	1.8	930
$\gamma$ And A-BC	2 03.9	+42 20	2.0	2.1	4.8	63	9.6	
$\gamma$ And B-C	2 03.9	+42 20	4.5	4.8	6.0	103	0.4	64
33 Ori AB	5 31.2	+3 18	5.5	5.8	6.9	28	1.9	
$\lambda$ Ori AB	5 35.1	+9 56	3.3	3.5	5.5	44	4.3	
$\alpha$ CMa AB	6 45.1	-16 43	-1.5	-1.5	8.5	117	6.3	50
$\alpha$ Gem AB	7 34.6	+31 53	1.6	2.0	2.9	61	4.2	445
$\alpha$ CMi AB	7 39.3	+5 14	0.4	0.4	10.8	102	3.5	41
$\zeta$ Cnc AB	8 12.2	+17 39	5.0	5.6	6.0	61	0.9	60

ι Cnc AB	8 46.7	+28 46	3.9	4.0	6.6	307	30.7	
σ <sup>2</sup> UMa AB	9 10.4	+67 08	4.8	4.9	7.9	352	3.9	1100
γ Leo AB	10 20.0	+19 50	2.3	2.6	3.8	125	4.4	620
ξ UMa AB	11 18.2	+31 32	3.8	4.3	4.8	252	1.8	60
ε Boo AB	14 45.0	+27 04	2.0	2.3	4.5	344	2.8	
η CrB AB	15 23.2	+30 17	5.1	5.6	6.1	99	0.5	42
κ Her AB	16 08.1	+17 03	4.8	5.1	6.2	12	27.3	
α Sco AB	16 29.4	-26 26	1.0	1.0	5.4	275	2.4	890
λ Oph	16 30.9	+1 59	3.6	4.0	5.0	32	1.4	130
α Her AB	17 14.6	+14 23	3.3	3.5	5.4	104	4.6	3600
τ Oph AB	18 03.1	-8 11	4.8	5.3	5.8	283	1.7	260
70 Oph AB	18 05.5	+2 30	3.8	4.0	6.0	140	4.7	88
ε Lyr AB	18 44.3	+39 40	4.7	5.0	6.1	349	2.5	1200
ε Lyr Cc-D	18 44.3	+39 40	4.6	5.2	5.5	81	2.4	720
β Cyg Aa-B	19 30.7	+27 58	2.9	3.1	5.1	54	33.7	
16 Cyg Aa-B	19 41.8	+50 32	5.3	6.0	6.2	1333	39.8	
δ Cyg AB	19 45.0	+45 08	2.9	2.9	7.9	233	2.6	780
ε Dra AB	19 48.2	+70 16	3.9	4.0	6.9	20	3.2	
π Aql	19 48.7	+11 49	5.7	6.1	6.9	105	1.4	
β Cap Aa-Ba	20 21.0	-14 47	2.9	3.0	6.1	267	207	
τ Cyg AB	21 14.8	+38 03	3.7	3.8	6.3	277	0.7	50
μ Cyg AB	21 44.1	+28 45	4.4	4.7	6.1	311	1.8	790
ζ Aqr	22 28.8	-0 01	3.7	4.4	4.6	179	2.0	760
δ Cep AC	22 29.2	+58 25	4.0	4.1	6.3	191	42.1	

Planszę ustawić w odległości 20m od lunety.

