



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

FENIKS

- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo-technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów

Pakiet nr 11:

**Droga do gwiazd - astronomia,
astrofizyka, kosmologia**

dr hab. Stanisław Zoła, prof. UJ

Obserwatorium Astronomiczne

Uniwersytet Jagielloński

szola@oa.uj.edu.pl

Wersja OAUJ/0.1, listopad 2009

Zawarte w tym opracowaniu materiały przeznaczone są do wspomagania pracy nauczycieli i uczniów w czasie zajęć pozalekcyjnych w szkołach biorących udział w Projekcie edukacyjnym FENIKS.

<http://feniks.ujk.kielce.pl/>

<http://www.fais.uj.edu.pl/FENIKS/>



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo - technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów

Projekt współfinansowany jest ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



Spis treści

Zajęcia w Obserwatorium Astronomicznym UJ	2
Podstawy obserwacji radioastronomicznych	2
Wstęp:.....	2
Obserwacje optyczne w astronomii	3
Wprowadzenie:.....	3
Współrzędne astronomiczne: równikowe i horyzontalne	5
Wstęp:.....	5
Teleskopy optyczne	7
Wprowadzenie:.....	7
Zajęcia praktyczne.....	7
Odnosiniki i linki:.....	8
Detektory światła stosowane w astronomii optycznej	8
Wprowadzenie:.....	8
Czas w astronomii	9
Dodatkowe propozycje obserwacji i ćwiczeń astronomicznych (zajęcia pozalekcyjne).	11
1. Wyznaczenie lokalnego południka	11
2. Wyznaczenie lokalnego czasu gwiazdowego	12
3. Orientacja na niebie: rozpoznawanie gwiazdozbiorów i najjaśniejszych gwiazd.....	13
4. Szacowanie odległości na sferze niebieskiej.....	15
5. Szacowanie jasności obiektów astronomicznych.....	17
6. Obserwacje przelotów sztucznych satelitów Ziemi	18
7. Obserwacje ciekawych zjawisk astronomicznych: koniunkcji planet, planet i Księżyca, zaćmień Księżyca	20
8. Obserwacje meteorów:	23
9. Obserwacje powierzchni Słońca	26
10. Obserwacje mgławic planetarnych.....	28
Darmowe programy do wykorzystania w szkole lub zajęciach pozalekcyjnych:	30
Literatura:	30

Wersję kolorową skryptu można znaleźć na stronie:

<http://th-www.if.uj.edu.pl/~feniks>

w zakładce **Pakiety**

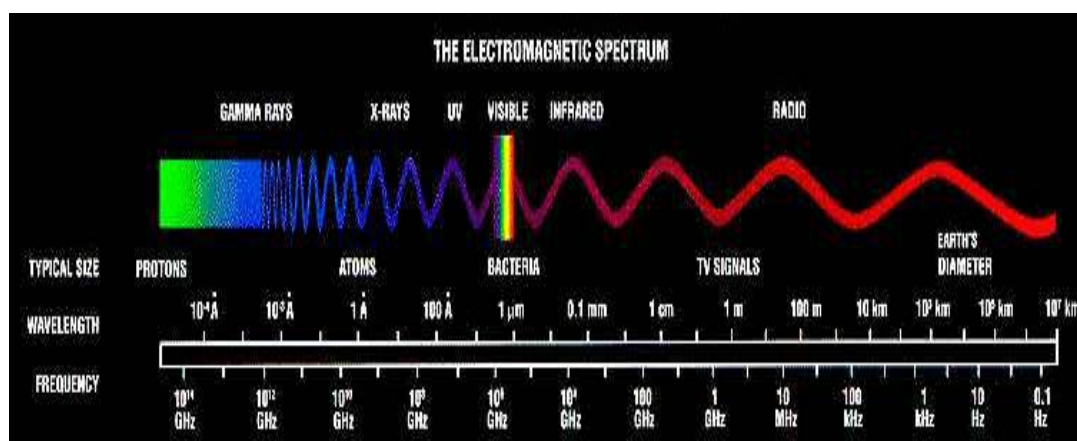
Zajęcia w Obserwatorium Astronomicznym UJ

Podstawy obserwacji radioastronomicznych

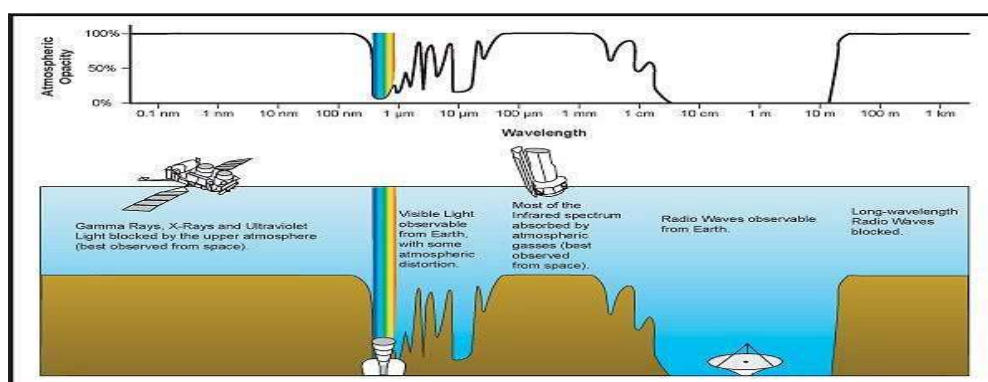
Pojęcia: widmo elektromagnetyczne, zakres radiowy, radioteleskop

Wstęp:

Radioastronomia rozwinęła się po drugiej wojnie światowej. Wraz z rozwojem techniki, stała się możliwa detekcja znacznie mniej energetycznych fotonów niż fotony z części optycznej widma radiomagnetycznego.



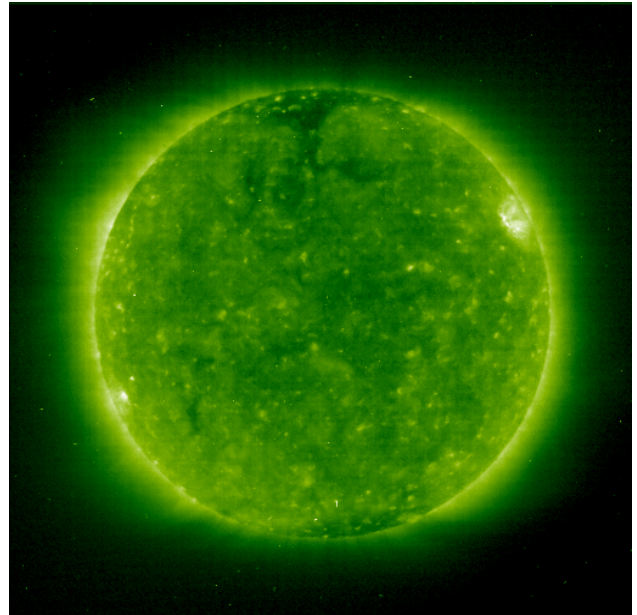
Zakres radiowy jest jednym z przedziałów promieniowania przepuszczanych przez atmosferę ziemską.



Przedstawione zostaną podstawy budowy i działa nie radioteleskopów na przykładzie 15m radioteleskopu w OAUJ. Opisane będą także rodzaje wykonywanych obserwacji oraz obiekty astronomiczne najczęściej obserwowane na falach radiowych: Słońce, gwiazdy, układy gwiazd z gwiazdą neutronową lub czarną dziurą, galaktyki i galaktyki aktywne.

a) obserwacje Słońca 8m teleskopem w OAUJ.

Uczniowie mają okazję zobaczyć prowadzone w OAUJ obserwacje radiowe Słońca na kilku częstotliwościach. Obserwują aktualną aktywność Słońca z wykresu pojawiającego się w czasie rzeczywistym. Prowadzący objaśnia przyczyny aktywności, struktury widoczne na powierzchni Słońca (granulacja, ciemne plamy, protuberancje, rozbłyśki chromosferyczne obrazując je najnowszymi zdjęciami Słońca wykonanymi przez satelitę SOHO.



Zdjęcie Słońca w dalekim ultrafiolecie wykonane 11 listopada 2009 przez satelitę SOHO. Jaśniejsze obszary wskazują na aktywne obszary (np. na plamą o numerze 1030) w chromosferze Słońca.

Obserwacje optyczne w astronomii

*Pojęcia: teleskopy optyczne: soczewkowe (refraktery), zwierciadlane (refraktery)
wielkości gwiazdowe, współrzędne astronomiczne (równikowe, horyzontalne)
czas: cywilny, UT, gwiazdowy
ruch obrotowy i obiegowy Ziemi, precesja
detektory optyczne (CCD)*

Wprowadzenie:

Od czasów starożytnych podstawowym detektorem używanym w astronomii było oko ludzkie. Tak robione optyczne obserwacje polegały na wyznaczaniu położenia i oszacowaniu jasności obiektów astronomicznych: gwiazd, planet czy komet. Definicję jasności stosowaną w astronomii wprowadzili w starożytności Grecy, dzieląc obiekty widoczne na niebie na sześć klas jasności: najjaśniejsze z nich nazwano pierwszej wielkości gwiazdowej, najśłabsze zaś szóstej. Ten podział uwzględniał własności odbioru bodźców przez zmysły ludzkie: w skali logarytmicznej. Tak więc jasność gwiazdową można wyrazić wzorem:

$$m = a \log I + c \tag{1}$$

gdzie I jest strumieniem, natomiast a i c to stałe. W czasach starożytnych stała a nie była dokładnie zdefiniowana i wynosiła około 2.5.

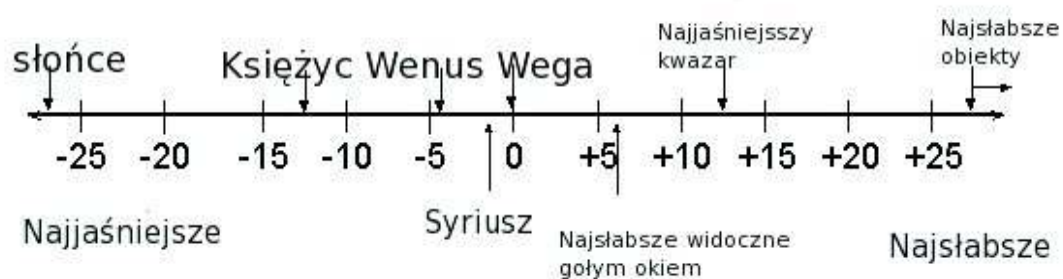
Formalną definicję wielkości gwiazdowych wprowadził Pogson w 1850 roku:

$$m_2 - m_1 = 2.5 \log (I_1/I) \tag{2}$$

gdzie stała a z wzoru (1) wynosiła dokładnie 2.5. Należy także zdefiniować wartość drugiej stałej (c), czyli punkt zerowy skali wielkości gwiazdowych (nazywanej także magnitudo). Jako punkt zerowy tej skali wybrano jasność gwiazdy Wega (α Lyr), najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiore Lutni. Zwiększająca się

dokładność pomiarów, nawet wizualnych, spowodowała, konieczność podziału wielkości gwiazdowych na mniejsze jednostki: ułamki magnitudo. Gwiazdy mogą mieć -1.6 wielkość gwiazdową, słabsze 1.55, 5.6 magnitudo, niewidoczne już gołym okiem: więcej niż 6 magnitudo (np. 10.34, 17.3).

Obserwowane wielkości gwiazdowe



wielkości obserwowane	
Obiekt	Magnitudo
Syriusz	-1.5
Wenus	-4.4
Księżyc	-12.6
Słońce	-26.8
najslabsze ★ widoczne gołym okiem	6
najslabsze gwiazdy obserwowane przez teleskop na Ziemi	~25

Zadania:

- 1/ Znaleźć łączną jasność (wielkość gwiazdową) układu podwójnego gwiazd o jasności 2 magnitudo każda
- 2/ Jaką jasność będzie mieć gromada składająca się z tysiąca gwiazd, każda o jasności 10 magnitudo?



Ćwiczenie obserwacyjne:

3/ Znając jasności kilku wybranych z katalogu gwiazd, oszacować jasności kilku innych gwiazd o nieznannej jasności.

Komentarz do zadań 1 i 2:

zad. 1:

z definicji jasności gwiazdowej:

$$m_1 = -2.5 \log I \quad m_2 = -2.5 \log I, \text{ z warunków zadania: } m_1 = m_2 = 2^{\text{mag}}$$

$$\text{sumaryczna jasność } m_{\text{sum}} = -2.5 \log(I+I) = -2.5 \log(2I) = -2.5 (0.301 + \log(I)) =$$

$$= -0.753 + 2 \text{ [m]}$$

$$m_{\text{sum}} = 1.247^{\text{m}}$$

zad. 2 rozwiązuje się w analogiczny sposób, w zasadzie w pamięci, gdyż $\log(1000) = 3$

Te zadania rachunkowe można dowolnie komplikować, np. wybierając gwiazdy różniące się jasnością. W obydwu zadaniach spełnione musi być założenie o takiej samej odległości gwiazd od obserwatora. W powyższych przykładach, odległości między składnikami czy to układu podwójnego gwiazd, czy odległości w gromadzie są dużo mniejsze od odległości do obserwatora.

Komentarz do zad. 3:

Oko ludzkie nie potrafi w sposób bezwzględny wyznaczyć jasności jednego obiektu (np. gwiazdy), ale w różnicowych pomiarach, wprawny obserwator może wyznaczyć jasność gwiazdy z dokładnością sięgającą 0.1 magnitudo. Jako gwiazdy porównania, należy wybrać kilka gwiazd o jasnościach zarówno większych jak i mniejszych od tej, jaką ma obiekt nieznan.

Współrzędne astronomiczne: równikowe i horyzontalne

Wstęp:

Do identyfikowania obiektów na niebie służą współrzędne astronomiczne. Układ współrzędnych równikowych związany jest z ruchem obrotowym Ziemi, oś świata wyznacza oś obrotu Ziemi, przecięcie osi świata ze sferą niebieską to północny biegun niebieski, a koło wielkie prostopadłe do osi świata to równik niebieski. Jedną współrzędną: rektascensję (α) definiuje się jako kąt pomiędzy kołem wielkim przechodzącym przez punkt Barana a kołem wielkim przechodzącym przez dany obiekt. Drugą współrzędną w tym układzie jest deklinacja (δ): kąt pomiędzy równikiem niebieskim a równoleżnikiem, na którym leży dany obiekt. Rektascensja rośnie w kierunku wschodnim. Deklinacja na półkuli północnej zmienia się od 0 (na równiku) do 90 stopni (północny biegun niebieski). Deklinacja na półkuli południowej przyjmuje ujemne wartości. Odmianą układu równikowego jest układ godzinny, w którym deklinacja ma taką samą definicję a drugą współrzędną jest kąt godzinny definiowany przez południk miejscowy i koło wielkie przechodzące przez dany obiekt. Kąt godzinny rośnie w kierunku na zachód. Ruch dobowy Ziemi nie zmienia ani rektascensji ani deklinacji obiektu, w układzie godzinnym deklinacja nie zmienia się w wyniku obrotu Ziemi, zmienia się natomiast kąt godzinny. Obiekt będący na południku lokalnym (górujący) ma kąt godzinny równy 0. Zarówno rektascensję jak i kąt godzinny wyrażamy w godzinach (minutach i sekundach czasowych): 0h-24h. Ponieważ 24 godziny odpowiada 360 stopni, więc 1 godzina to 15 stopni.

Definicję układu horyzontalnego stanowią: linia łącząca **zenit** (najwyższy punkt na sferze niebieskiej) i **nadir** (najniższy) oraz koło wielkie prostopadłe do tej linii pionu: horyzont. Początkiem tego układu jest położenie obserwatora. Współrzędne w tym układzie to azymut i wysokość. Azymut (**A**) to kąt pomiędzy



południkiem lokalnym (od punktu S) w kierunku na zachód a wysokość (**h**) to kąt pomiędzy horyzontem a kierunkiem na dany obiekt. Często, zamiast wysokości używa się odległości zenitalnej (**z**). Oczywista zależność pomiędzy wysokością nad horyzontem a odległością zenitalną to: $z = 90 - h$. Ruch obrotowy Ziemi powoduje zmianę obydwu tych współrzędnych, wysokość nad horyzontem gwiazdy po wschodzie rośnie aż do pewnej wartości maksymalnej w momencie górowania, po czym maleje do 0 gdy gwiazda zachodzi. Tak więc współrzędne horyzontalne opisują chwilowe położenie obiektu.

Zadania:

- 4/ Podać rektascensję i deklinację północnego bieguna niebieskiego oraz punktu Barana i Wagi.
- 5/ Jaka jest odległość zenitalna gwiazdy o deklinacji =0: a/wschodzącej, b/górującej?
- 6/ Obliczyć deklinację gwiazd okołobiegunowych (nigdy nie zachodzących) w Krakowie ($\phi = 50$ stopni)
- 7/ Wyznaczyć obserwacyjnie szerokość miejsca obserwacji.

Rozwiązania zadań 4, 5 i 6

Zad. 4:

Północny biegun niebieski: nieokreślona, $=+90$
punkt Barana $= 0, =0$
punkt Wagi $=12h = 0$

Komentarz: Punkt Barana (czyli przecięcie równika niebieskiego z ekliptyką) rzeczywiście był położony w gwiazdozbiornie Barana w momencie definiowania układu, jednak w wyniku precesji ziemi, punkt ten przesuwa się wzdłuż ekliptyki z okresem ok. 26tys. lat i obecnie znajduje się w gwiazdozbiornie Ryb.

Zad. 5:

a/ $h=0$

b/ $h = 90^\circ - \phi + \delta = 90^\circ - \phi$, gdzie ϕ to szerokość geograficzna miejsca obserwacji

Zad. 6:

Gwiazda nie będzie zachodzić, gdy w chwili dołowania jej wysokość będzie równa 0, czyli:
gwiazdy o deklinacji $90^\circ - \phi$ będą stale nad horyzontem. Dla Krakowa: $\delta > 40$ stopni.

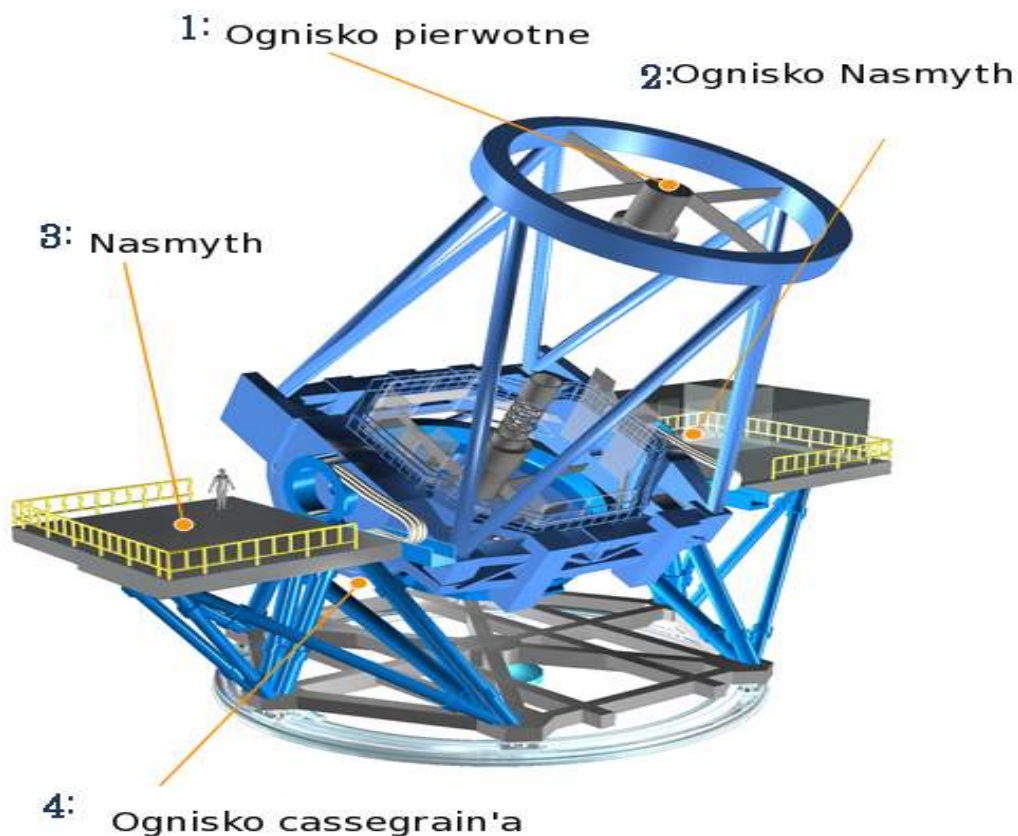
Komentarz do zadania 7

Szerokość miejsca obserwacji jest równa wysokości bieguna niebieskiego (na półkuli północnej, bieguna północnego) nad horyzontem. Najbliższą od bieguna jasną gwiazdą jest Polaris. Zmierzenie jej wysokości daje dobre oszacowanie szerokości geograficznej miejsca obserwacji. Przybliżonego pomiaru wysokości lub odległości zenitalnej Polaris można zrobić w pogodną noc za pomocą bardzo prostego urządzenia wykorzystującego np. odpowiednio dużych rozmiarów kątomierz lub niewielkiego teleskopu optycznego o montażu horyzontalnym i wyposażonym w skale.

Teleskopy optyczne

Wprowadzenie:

Pierwszy teleskop został skonstruowany przez Galileusza. Był to teleskop soczewkowy. Obecnie częściej stosowane są teleskopy zwierciadlane.



(c) MBTA Corporation Japan #150132

Schemat budowy teleskopu optycznego na przykładzie teleskopu SUBARU.

Zajęcia praktyczne

Uczniowie zapoznają się z budową teleskopu w systemie Cassegrain'a na przykładzie 50cm teleskopu OAUJ. Opisywane są podstawy konstrukcji teleskopu, sposobu prowadzenia za ruchem sfery niebieskiej. Uczniowie identyfikują wybrane elementy konstrukcji. Opisywane są skale do nastawiania współrzędnych obiektu oraz sposób prowadzenia obserwacji. Uczniowie nastawiają teleskop na wybrane współrzędne .

Ustawienie niewielkiego teleskopu na obiekt widoczny gołym okiem zwykle nie przedstawia większych trudności gdyż można to zrobić „na oko”. Ustawiamy teleskop z grubsza w kierunku wybranego obiektu (np. gwiazdy, planety, Księżycy) i powoli korygujemy pozycję teleskopu dotąd aż wybrany obiekt znajdzie



się w jego polu widzenia. Trudność pojawia się, gdy chcemy zaobserwować obiekt niewidoczny gołym okiem. Konieczne staje się wtedy znalezienie jego współrzędnych na moment obserwacji z katalogu astronomicznego. Zwykle konieczne jest też wykonanie mapki niewielkiego obszaru nieba w celu identyfikacji obiektu obserwacji. Aby właściwie nastawić teleskop należy rektascensję z katalogu przeliczyć na kąt godzinny. Wykorzystuje się do tego celu zależność pomiędzy czasem gwiazdowym a rektascensją i kątem godzinnym:

$$S = t + \alpha$$

gdzie przez S oznaczono czas gwiazdowy,

Wyznaczony kąt godzinny wraz z deklinacją dają nam jednoznaczne położenie obiektu na niebie na moment obserwacji.

Odnosiniki i linki:

czas gwiazdowy:

<http://www.jgiesen.de/SiderealTime/index.html>

<http://www.timeanddate.com/worldclock/city.html?n=535>

<http://tycho.usno.navy.mil/sidereal.html>

mapy nieba:

<http://www.heavens-above.com/skychart.aspx?SL=1&SN=1&lat=50&lng=20&loc=Krakow&alt=300&tz=CET>

(pokazuje całe niebo)

http://archive.stsci.edu/cgi-bin/dss_form

Detektory światła stosowane w astronomii optycznej

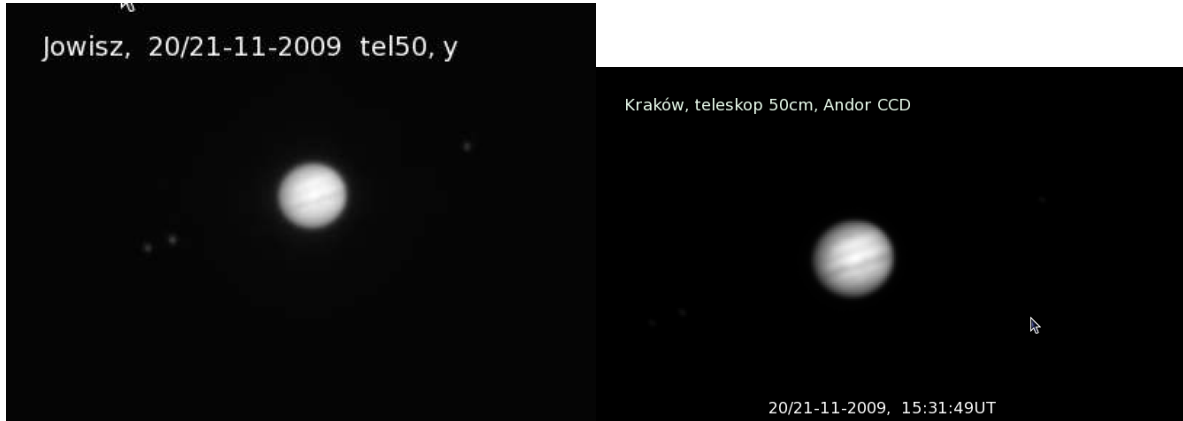
Wprowadzenie:

Obecnie powszechnie stosowanym w astronomii detektorem są kamery CCD. Są to matryce niewielkich elementów światłoczułych (pikseli) gdzie zastosowano materiały, w których zachodzi efekt fotoelektryczny wewnętrzny. W tego typu materiałach, po ich oświetleniu światłem np. widzialnym, dochodzi do wybicia elektronów i wytworzenia się ładunków elektrycznych. Kolejne przychodzące fotony generują coraz więcej ładunków proporcjonalnie do ich liczby. Konstruuje się matryce składające się z milionów pikseli mające rozmiary od ułamka centymetra do kilku centymetrów. Po naświetleniu obraz z matrycy jest sczytywany i zapisywany na dysku twardym komputera w postaci cyfrowej, wygodnej do dalszej obróbki.

W czasie pobytu uczniów w OAUJ zapoznają się oni z podstawami budowy kamer CCD, sposobem ich działania a następnie sposobem i rodzajami wykonywanych z ich użyciem obserwacji astronomicznych. Bardziej szczegółowo opisywana jest procedura przygotowania do właściwych obserwacji. Korzystając z programu *jastrocam*, stosowanego do wykonywania regularnych obserwacji i napisanego w OAUJ, wykonują obrazki kalibracyjne: bias/dark i flatfield. Do tego celu wykorzystywana jest kamera CCD firmy Andor. Kalibracja na flatfield wykonywana jest albo na ekranie (wiosna-jesień) lub na niebie po zachodzie Słońca (zima).

Po wykonaniu obrazków kalibracyjnych teleskop kierowany jest na jasny obiekt (Księżyc, Jowisz) i

wykonują kilka testowych zdjęć. Ostatnia część odbywa się tylko w zimie, ze względu na porę zajęć w OAUJ. Poniżej zdjęcie Jowisza wykonane 20 listopada przez uczniów I-go gimnazjum im. S. Konarskiego w Krakowie. Widoczne są także 3 księżycy Jowisza.



Zdjęcia Księżyca wykonane teleskopem 50cm w OAUJ przez uczniów z Gimnazjum w Mnikowie 27 listopada 2009 roku:





Czas w astronomii

Obserwując jakieś zjawisko astronomiczne, nie mamy żadnego wpływu na jego przebieg. Oprócz pomiarów np. pozycji jakiegoś obiektu, zmian jego jasności w jednym lub wielu zakresach widma, koniecznie trzeba zanotować moment obserwacji. Zjawisko, które gdzieś daleko od nas zaszło, już nigdy się nie powtórzy. Dlatego, równie ważne jest odnotowanie dokładnego czasu. Tak więc, pomiarom astronomicznym zawsze musi towarzyszyć pomiar czasu. Wykonując pomiary z zastosowaniem komputera, należy się upewnić, że jego czas systemowy jest dokładny. Można to np. zrealizować poprzez synchronizację zegara systemowego z internetowymi serwerami czasu np. z projektu NTP. Wybierając taki serwer, najlepiej stosować taki, który nie jest daleko, w sensie opóźnień w sieci komputerowej.

Obserwatorium Astronomiczne UJ posiada dwa serwery czasu zarejestrowane w projekcie NTP i publicznie dostępne do synchronizowania czasu systemowego komputerów w Polsce. Pierwszy z nich ma adres: clock.aa.uj.edu.pl (IP: 149.156.70.5). Źródłem zewnętrznym czasu dla tego serwera jest podłączony do niego GPS pracujący w systemie PPS a jego wewnętrzna dokładność nie jest gorsza od 10 mikrosekund. Drugi serwer ma adres tel50.aa.uj.edu.pl (IP: 149.156.70.60).

W przypadku braku możliwości podłączenia komputera używanego do obserwacji do internetu, można również zastosować GPS bezpośrednio do tego komputera podłączony, można też nastawić zegar według np. zegara radiowego (DCF77) lub też sygnałów czasu nadawanych w radio. Korzystając z zegarka ręcznego, należy również sprawdzić jego dokładność przed obserwacjami.

Linki do stron podających czas w internecie:

<http://www.timeanddate.com/worldclock/full.html>

<http://www.timeanddate.com/worldclock/city.html?n=535>

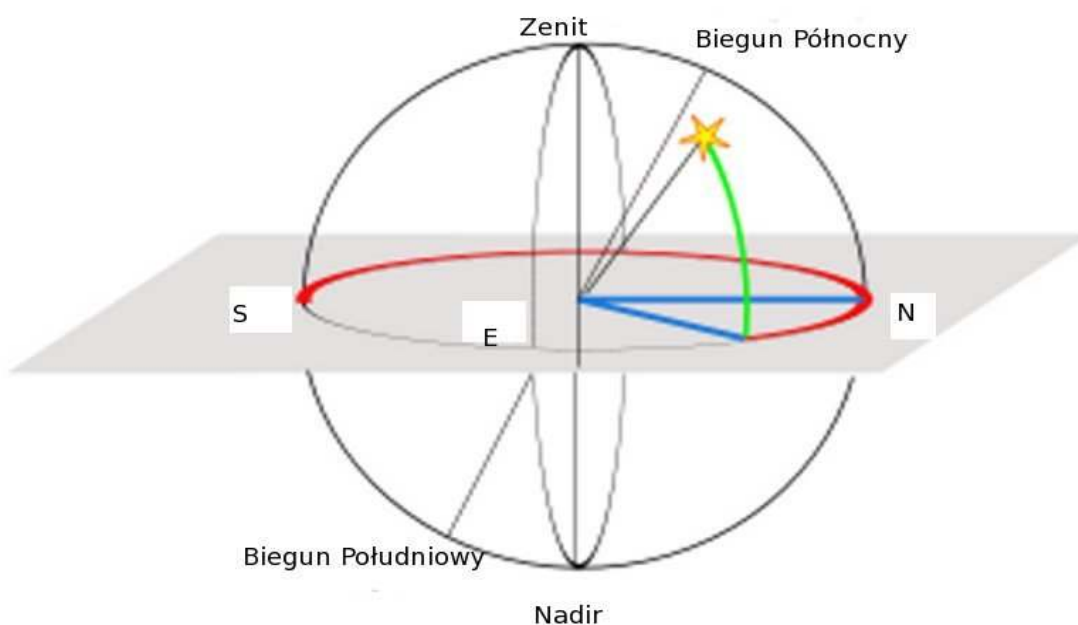
<http://tycho.usno.navy.mil/simpletime.html>

<http://www.heavens-above.com/whattime.aspx?lat=50&lng=19.8&loc=Unspecified&alt=0&tz=CET>

Dodatkowe propozycje obserwacji i ćwiczeń astronomicznych (zajęcia pozalekcyjne).

1. Wyznaczenie lokalnego południka

Celem tego ćwiczenia jest wyznaczenie z obserwacji Słońca kierunku na lokalny południk, czyli koło wielkie przecinające: zenit, nadir i bieguny niebieskie. Przecięcie południka lokalnego z horyzontem wyznacza punkt południa S. To koło wielkie przecina również punkt N (punkt północy), a koło wielkie prostopadłe do południka lokalnego wyznacza dwa pozostałe punkty kardynalne: E i W (wschodu i zachodu).



Ćwiczenie zalicza się do łatwych a wymagana wiedza ogranicza się do znajomości zagadnienia ruchu obrotowego Ziemi oraz współrzędnych horyzontalnych, wschodów i zachodów, górowania obiektów astronomicznych. Nie są potrzebne żadne przyrządy, wymagana jest np. kreda do znaczenia punktów na asfalcie lub innym podłożu.

Przebieg ćwiczenia:

Metoda wyznaczenia południka lokalnego polega na obserwacji cienia obiektu oświetlonego przez Słońce. Dlatego musi być wykonane w słoneczny dzień, na płaskim terenie, np. boisku szkolnym. Przedmiot dający cień, np. słupek, wskazane by był zamontowany pionowo oraz w takiej odległości od przeszkód by nie ograniczały jego cienia. Obserwacje zaczynamy np. godzinę-dwie przed południem znacząc kredą koniec cienia. Powtarzamy pomiary co określony przedział czasu i znajdujemy miejsce gdzie cień był najkrótszy. Kierunek od tego punktu do podstawy słupka wyznacza kierunek na południk, czyli



koło wielkie na sferze niebieskiej, gdzie wszystkie obiekty górują. Kierunek ten można na asfalcie/ziemi zaznaczyć w sposób bardziej trwały i wykorzystać to później, w czasie obserwacji nocnych, np. takich jak w następnym proponowanym ćwiczeniu.

Uwaga: nie należy bezpośrednio patrzeć na Słońce, gdyż może to spowodować uszkodzenie wzroku.

<http://www.nauticalissues.com/astronomy.html>

2. Wyznaczenie lokalnego czasu gwiazdowego

Cel ćwiczenia: obserwacyjne wyznaczenie lokalnego czasu gwiazdowego z obserwacji jasnych gwiazd o znanych współrzędnych.

Wprowadzenie:

W życiu codziennym jako miary czasu używamy czasu słonecznego. Doba średnia słoneczna jest definiowana jako odstęp czasu pomiędzy dwoma kolejnymi górowaniami słońca średniego, przy czym, z powodu niejednostajnego obrotu Ziemi, za wzorcową dobę przyjęto tę z początku roku 1900. Czas gwiazdowy definiowany jest jako kąt godzinny punktu Barana natomiast dobę gwiazdową jako odstęp czasu pomiędzy dwoma kolejnymi górowaniami punktu Barana. Doba gwiazdowa jest krótsza od średniej słonecznej, a spowodowane to jest ruchem obiegowym Ziemi, gdyż w czasie doby słonecznej obraca się więcej niż o pełny kąt (360 stopni). Ten niewielki dodatkowy kąt (niepełny 1 stopień) to tyle ile w tym czasie Ziemia przemieszcza się na orbicie dookoła Słońca. Różnica pomiędzy dobą słoneczną i gwiazdową to 3 minuty 55.9 sekundy. Znajomość czasu gwiazdowego ważna jest przy nastawianiu teleskopu na obiekt o znanych współrzędnych równikowych, podawanych w atlasach i katalogach astronomicznych. Znajomość czasu gwiazdowego przydatna może być również w nawigacji. Ponieważ kąt godzinny obiektu plus jego rektascensja jest równy kątowi godzinnemu punktu Barana, czyli lokalnemu czasowi gwiazdowemu:

$$t + \alpha = S$$

Z tego wzoru wynika, że jeśli obiekt góruje, to lokalny czas gwiazdowy jest równy rektascensji tego obiektu.

Ćwiczenie to jest łatwe, wymagana znajomość układów współrzędnych horyzontalnych i równikowych, zegarek z dokładnym czasem i znajomość kierunku południka lokalnego (patrz poprzednie ćwiczenie) oraz tabelka współrzędnych kilku jasnych gwiazd

Przebieg ćwiczenia:

Obserwacje wykonywane są po zmroku, w miejscu gdzie wcześniej wyznaczony został kierunek na lokalny południk. Uczniowie, wyposażeni w zegarki siadają na linii południka i zapisują czas przejścia jasnej gwiazdy lub kilku, przez linię południka. Notują jaka to gwiazda i odszukują jej rektascensję. Lokalny czas gwiazdowy jest równy rektascensji górującej gwiazdy. Znając czas gwiazdowy o zapisanej godzinie, uczniowie wyliczają go także dla kilku późniejszych i wcześniejszych momentów, np. równych godzin.

Komentarz do ćwiczenia (2)

Dokładność wyznaczenia czasu gwiazdowego znacznie się poprawi, gdy do jego wyznaczenia użyjemy nawet niewielki teleskop, ustawiony w południku. Sprawdzenie wyniku uczniów można zrobić albo



poprzez odczyt czasu gwiazdowego dla danego miejsca obserwacji z jednej ze stron internetowych podających czas gwiazdowy albo poprzez odczytanie czasu gwiazdowego na początek doby (0 UT), odczytanie czasu i przeliczenie według wzoru:

$$S = S_G + T \times k + \lambda$$

gdzie S to szukany czas gwiazdowy, S_G – czas gwiazdowy o godzinie 0 UT danej doby, T – czas upływający od początku doby, k to stała wynikająca z różnicy między czasem gwiazdowym i słonecznym ($k=1.002737$), a λ to długość geograficzna, wyrażona w godzinach.

Czas gwiazdowy na początek doby podawany jest m.in. w *Astronomical Almanac*. Możliwe jest też wyliczenie przybliżonej wartości np. według przepisu ze strony:

<http://www.usno.navy.mil/USNO/astronomical-applications/astronomical-information-center/approx-sider-time?searchterm=siderea>

lub wprost z wielu pomocnych appletów zwykle napisanych w języku java:

<http://users.zoominternet.net/~matto/Java/clocks.html>

3. Orientacja na niebie: rozpoznawanie gwiazdozbiorów i najjaśniejszych gwiazd

Już w starożytności grupy najjaśniejszych gwiazd zostały nazwane według kształtów przypominających starożytnym postaci lub przedmioty. Pierwsze (także jeszcze w starożytności) zostały nazwane gwiazdozbiory z pasa, w którym odbywa się roczny, pozorny ruch Słońca – zodiaku. Ptolemeusz wyróżnił 48 gwiazdozbiorów, większość z nich na niebie północnym. Po XV wieku dodane zostały gwiazdozbiory z półkuli południowej a ostateczną liczbę 88 gwiazdozbiorów i ich granice na sferze niebieskiej ustalone zostały przez Międzynarodową Unię Astronomiczną w 1928 roku.

Niektóre gwiazdozbiory są w Polsce widoczne niezależnie od pory roku. Są to gwiazdozbiory okołobiegunowe: Wielka i Mała Niedźwiedzica, Cefeusz, Kasjopea, Smok, Żyrafa. Inne widoczne są o różnych porach roku. Wybrane gwiazdozbiory zimowe: Byk, Bliźnięta, Orion, Wielki Pies, Woźnica. Letnie: Delfin, Herkules, Łabędź, Orzeł, Strzelec, Wodnik.

Cel ćwiczenia: Zapoznanie uczniów z układem gwiazdozbiorów i najjaśniejszymi gwiazdami na niebie. Znajomość ta może zostać wykorzystana do orientacji w terenie.

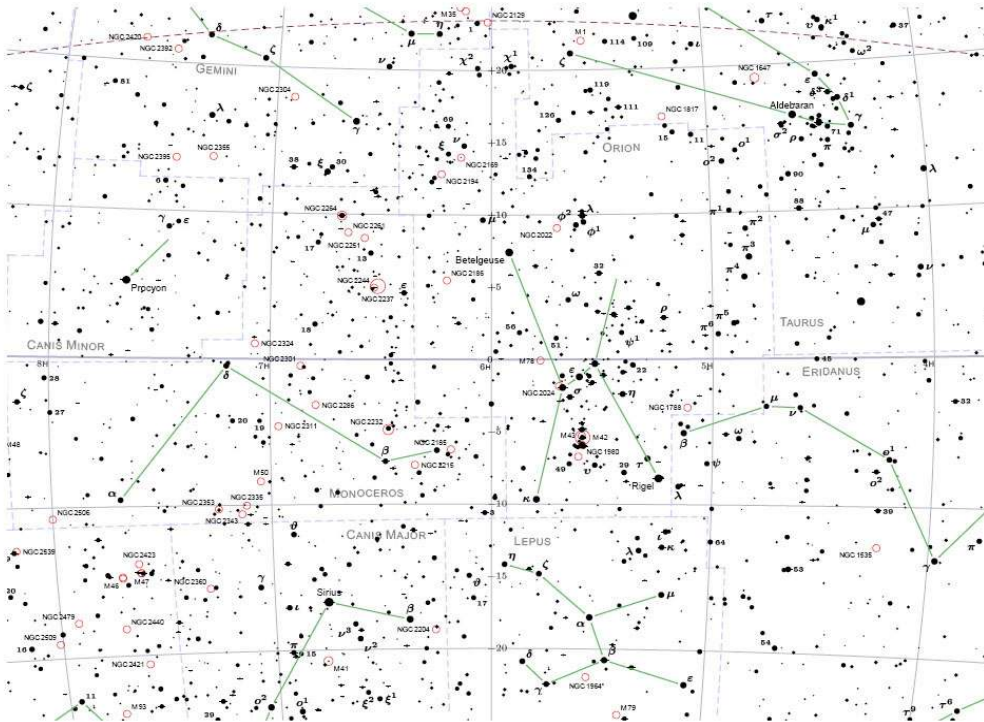
Ćwiczenie zalicza się do łatwych, potrzebne materiały to mapa nieba północnego, np. obrotowa mapka nieba lub dowolna inna.

Przebieg ćwiczenia:

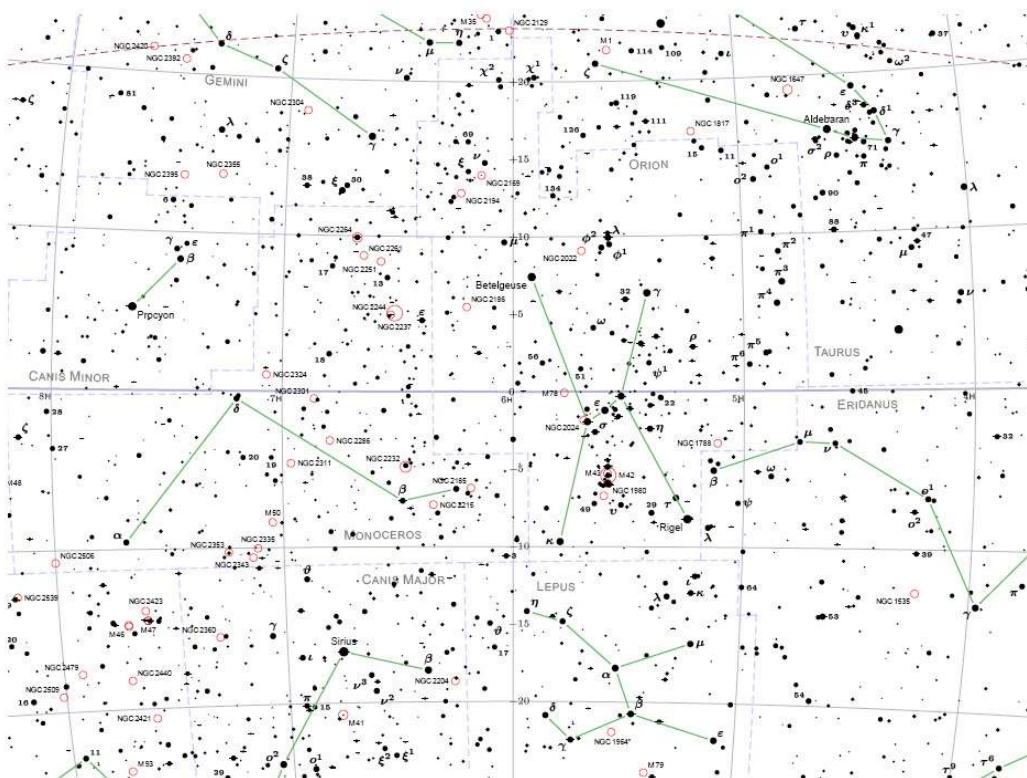
Pierwsza część polega na przypomnieniu zagadnień ruchu obrotowego i rocznego Ziemi wokół Słońca oraz ich konsekwencji na wygląd nieba w różnych porach roku. Zaznajomienie uczniów z gwiazdozbiorami widocznymi w czasie obserwacji z uwzględnieniem metody odszukania gwiazdy polarnej i gwiazdozbiorów okołobiegunowych. Pokazanie najjaśniejszych widocznych o danej porze roku gwiazd na niebie.

W drugiej części przygotowujemy mapkę wybranego gwiazdozbioru, widocznego w planowanym czasie wykonania obserwacji. Z mapki usuwany 2-3 gwiazdy a celem uczniów jest narysowanie pozycji brakujących gwiazd a potem ich identyfikacja z dowolnej mapki lub atlasu nieba.

Przykład tak przygotowanej mapki:



Z mapki usunięte zostały 2 jasne gwiazdy: β Canis Minoris oraz γ Orionis. Oryginalna mapka poniżej.





Linki do mapek nieba:

<http://www.wiw.pl/astrologia/niebo/>

http://www.as.up.krakow.pl/edu/mapa_nieba/mapa.html

Obrotowa mapa nieba on-line:

<http://www.teleskopy.pl/obrotowamapanieba.html>

Program komputerowy do rysowania map nieba:

<http://www.stargazing.net/astropc/>

Komentarz do ćwiczenia:

Przykładowa mapka załączona powyżej, wybrana została na okres zimowy i wczesnej wiosny. Usunięto z mapki 2 jasne gwiazdy, aby uczniowie mogli w niezbyt długim czasie znaleźć je na niebie. Dla uczniów z większym doświadczeniem w rozpoznawaniu gwiazdozbiorów można wybrać do szukania gwiazdy słabsze. Dla młodszych uczniów i wykonujących ćwiczenie pierwszy raz, sugerowane jest ograniczenie pola mapki do około 20x20 stopni.

4. Szacowanie odległości na sferze niebieskiej

Określając pozycję na niebie podajemy jej współrzędne np. równikowe. Czasem możemy być świadkiem ciekawego zjawiska np. przelotu jasnego bolidu i wtedy określenie gdzie to zostało zaobserwowane musi odbywać się podając położenie względem kierunków świata lub orientacji według najbliższych zjawisku gwiazd. Trudność może sprawiać także oszacowanie skali na niebie.

Cel ćwiczenia: Nauczenie uczniów jak wykorzystując proste metody i „wzorce” odległości na niebie w miarę dokładnie oszacować odległości kątowe na niebie. Ćwiczenie jest łatwe i wymaga tylko podstawowej orientacji na niebie.

Przebieg ćwiczenia:

Oszacowanie odległości kątowej pomiędzy jasnymi gwiazdami. Kilka przykładów:

α Ori – γ Ori :

α Ori – β Ori:

β Gem – γ Gem:

α CMi – α Ori:

Komentarz do ćwiczenia:

Do oszacowania odległości kątowych na niebie możemy zastosować jako wzorzec znane odległości pomiędzy jasnymi gwiazdami np. w Wielkiej Niedźwiedzicy, patrz schemat poniżej. Możemy wykorzystać także do pomiarów rękę: kąt zasłaniany przez palec wyprostowanej ręki to około 1 stopnia, zaciśniętej dłoni: 10 stopni, wyprostowanej dłoni: 20 stopni. Inny wzorzec, do szacowania mniejszych odległości, to Księżyc, którego tarcza ma pół stopnia.

Odległości pomiędzy jasnymi gwiazdami w gwiazdozbiornie Wielkiej Niedźwiedzicy:



Miara odległości kątowych wykonanych za pomocą wyciągniętej ręki:



(wykorzystano mapki: <http://www.wiw.pl>)

Odpowiedź: odległości z zadania:

- α Ori – γ Ori : 7.7 stopni
- α Ori – β Ori: 18.7 stopni
- β Gem – γ Gem: 20 stopni
- α CMi – α Ori: 26 stopni

Znając współrzędne dwu dowolnych gwiazd, ich odległość kątową można znaleźć korzystając ze strony:

<http://users.zoominternet.net/~matto/Java/Angle%20between%20two%20stars.htm>

Zadanie dodatkowe:

Wykorzystując wyznaczoną odległość kątową na niebie, znaleźć odległość w przestrzeni, pomiędzy gwiazdami α Ori i γ Ori, wiedząc, że odległości od Ziemi do nich wynoszą:

α Ori = 425 , γ Ori = 242 lata świetlne.



5. Szacowanie jasności obiektów astronomicznych

Określenie jasności obiektu astronomicznego przez początkującego obserwatora jest zazwyczaj bardzo trudne. Bierze się to stąd, że oko ludzkie nie potrafi w sposób bezwzględny wyznaczyć jasności pojedynczego obiektu, jeśli nie ma gwiazd odniesienia. Dokładność wyznaczenia jasności nieznaną gwiazdy zwiększa się, gdy wybierzemy jako gwiazdy odniesienia (porównania) gwiazdy o znanych jasnościach, zarówno jaśniejsze jak i słabsze od niej.

Cel ćwiczenia: Nauczenie uczniów szacowania jasności obiektów astronomicznych przez poznanie jasności „wzorców” - gwiazd i innych obiektów o znanych jasnościach. Przy tej okazji, uczniowie zdobywają także lepszą orientację na niebie.

Przebieg ćwiczenia:

Ćwiczenie zalicza się do łatwych, potrzebne materiały to przygotowana mapka nieba okolicy wybranej do wyznaczenia jasności kilku gwiazd. Na tej mapce należy oznaczyć kilka gwiazd o znanych jasnościach, najlepiej niezbyt odległych. Uczniowie oceniają jasność wybranych do wyznaczenia jasności gwiazd porównując je z tymi, których jasność jest znana.

Przykład:

Oszacować jasność gwiazdy znając jasności okolicznych gwiazd (w magnitudo):

a/ γ Ori (łatwiejsze)

alpha Ori (Betelgeuse): 0.56, epsilon Ori 1.61, kappa Ori=2.05, delta Ori: 2.41, eta Ori: 3.51

b/ ω Ori (trudniejsze)

μ Ori=4.13, ρ Ori=4.48, ψ 2 Ori=4.61, ψ 1 Ori=4.86

Wszystkie podane jasności w filtrze żółtym.

Odpowiedzi:

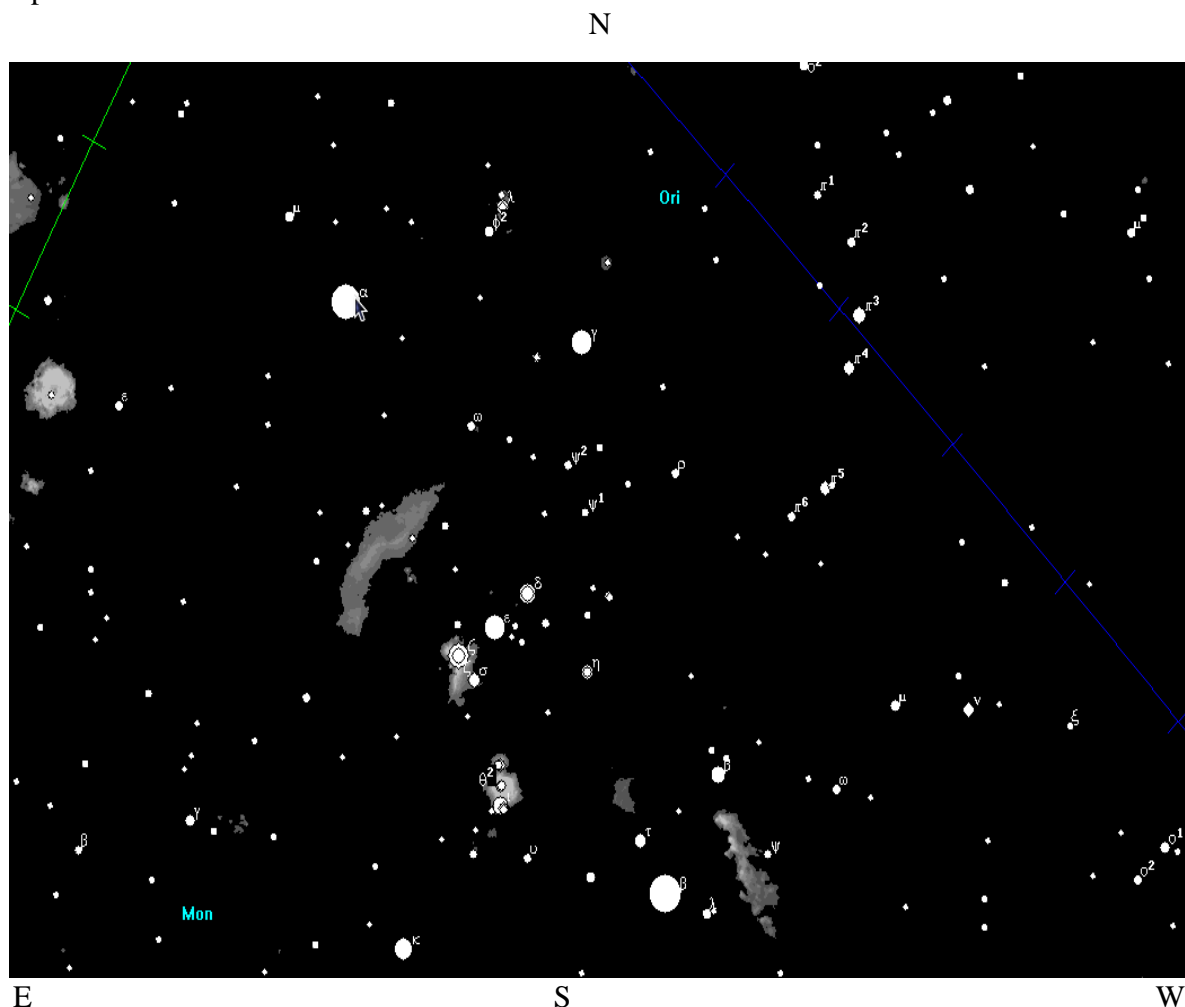
a/ jasność katalogowa γ Ori: 1.65 mag

b/ jasność katalogowa ω Ori : 4.52 mag

Informacje o jasnych gwiazdach: <http://asa.usno.navy.mil/SecH/BrightStarsSearch.html>

http://pl.wikipedia.org/wiki/Lista_najja%C5%9Bniejszych_gwiazd_w_poszczeg%C3%B3lnych_gwiazdozbiorach

Mapa Oriona:



6. Obserwacje przelotów sztucznych satelitów Ziemi

Wprowadzenie:

Oprócz naturalnych obiektów, Ziemię obiega wiele sztucznych, wystrzelonych z Ziemi satelitów. Przeloty niektórych satelitów mogą być obserwowane gołym okiem, jako poruszające się punkty na tle prawdziwych gwiazd. Efektowne mogą być zwłaszcza przeloty Stacji Kosmicznej (ISS) czy błyski satelitów Iridium.

Cel ćwiczenia: Nauczenie uczniów odróżniania sztucznych satelitów Ziemi od naturalnych obiektów czy zjawisk astronomicznych, pogłębienie orientacji na niebie, szacowania jasności gwiazdowych, zainteresowanie badaniami kosmicznymi.

Przebieg ćwiczenia:

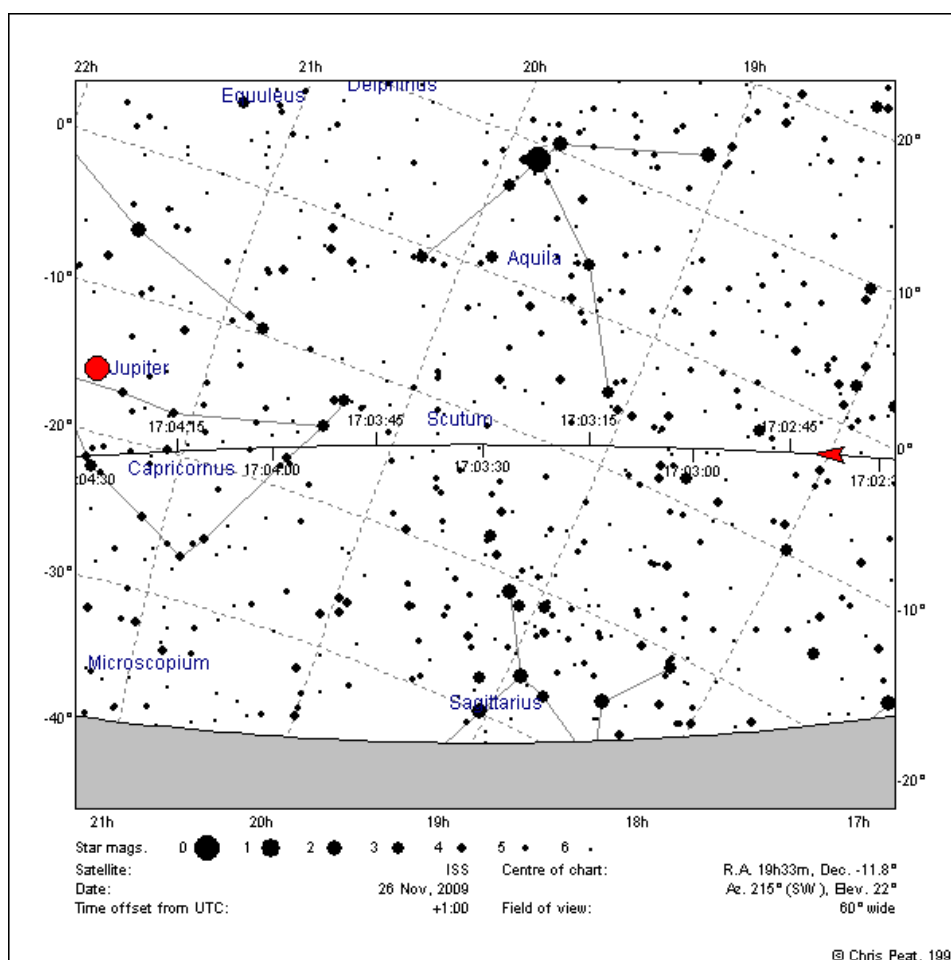
Ćwiczenie należy do łatwych, wymaga tylko znajomości współrzędnych geograficznych miejsca obserwacji oraz wcześniejszego sprawdzenia, jakie jasne satelity przelatują danego wieczoru nad miejsce obserwacji. Najłatwiej znaleźć je można na stronie „Heavens-Above”:

<http://www.heavens-above.com/>

Otwierając w przeglądarce tę stronę, po wprowadzeniu współrzędnych miejsca obserwacji (można je wybrać z bazy danych projektu, mapy lub wprowadzić je ręcznie) mamy informację o przelotach satelitów nad naszą lokalizacją. Szczególne wrażenie robi obserwacja błysków satelitów Iridium (w zakładkach pod „iridium flares”) ze względu na ich jasność (do -8mag) oraz obserwacja przelotów stacji kosmicznej (zakładka ISS). Te drugie mogą być szczególnie interesujące w czasie lotów serwisowych NASA do stacji kosmicznej, gdy tuż przed dokowaniem promu ze stacją a później po odłączeniu zarówno ISS jak i prom poruszają się blisko siebie na tle gwiazd po podobnej orbicie. Informacje o przelotach zawierają dokładne czasy przelotu nad danym miejscem, trasę na niebie na tle gwiazd jak również przewidywania jasności satelitów.

Obserwując przelot satelity, uczniowie wyznaczają jego jasność na trasie przelotu porównując z pobliskimi gwiazdami oraz rysują trasę przelotu na wcześniej przygotowanych mapkach. Korzystając z cyfrowych aparatów fotograficznych (koniecznie na statywie), można zrobić zdjęcia przelotu, które można później wykorzystać również do oszacowania jasności.

Poniżej przedstawiono mapkę z trasą przelotu ISS i promu Atlantis po rozłączeniu w dniu 26 listopada 2009 nad Krakowem. W czasie tego przelotu jasność ISS była porównywalna z jasnością Jowisza a prom kosmiczny, poruszający się około 15 stopni za stacją, miał jasność ok. 3 magnitudo.



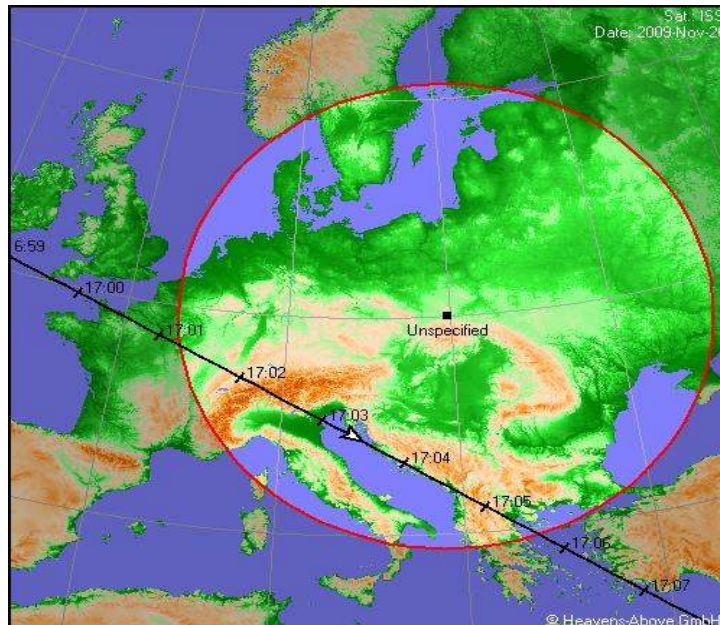
Następna misja promu kosmicznego do stacji kosmicznej (STS-130) planowana była na 4 lutego 2010.

Droga do gwiazd - astronomia, astrofizyka, kosmologia



Szczegółowe informacje można znaleźć na stronie internetowej NASA (www.nasa.gov).

Trasa przelotu ISS z dnia 26go listopada przedstawiona na mapie Europy:



Zdjęcie przelotu ISS i promu Atlantis wykonane przez J. Perkinsa prezentowane na stronie „Heavens Above”:



7. Obserwacje ciekawych zjawisk astronomicznych: koniunkcji planet, planet i Księżyca, zaćmienia Księżyca

a/ zbliżenia kątowe planet i Księżyca

Planety i Księżyc poruszają się w pobliżu ekliptyki. Co pewien czas dochodzi do ich bliskich położenia na niebie. Bliskie położenie jasnych obiektów wygląda to bardzo efektownie i budzi zwykle duże

zainteresowanie. Cel ćwiczeń: utrwalenie wiedzy o budowie układu słonecznego, ruchach planet i Księżyca.

Przebieg ćwiczenia:

Wcześniej znaleźć datę, gdy dojdzie do pozornego zbliżenia położenia Księżyca i Jowisza na niebie. Znajdujemy współrzędne Księżyca i Jowisza i wybieramy daty, gdy ich położenie na niebie będzie najbliższe. Przygotowanie mapki nieba tej okolicy. Wykonujemy obserwacje notując czas oraz zaznaczając pozycje Księżyca i Jowisza na tle gwiazd. Obserwacje powtarzamy w miarę możliwości następnego wieczoru. Wskazane byłoby wykonanie cyfrowym aparatem fotograficznym zamocowanym na statywie kilku-kilkunastu zdjęć, również notując czas ich wykonania.

Wykorzystując pozycje Księżyca obliczyć o ile porusza się Księżyc w czasie doby słonecznej.

Komentarz do ćwiczenia:

Obecnie wieczorem widoczne są 3 planety: Jowisz, Uran i Neptun oraz Pluton. Ze względu na ich jasność najłatwiejsze do zaobserwowania (i najbardziej efektowne) będzie zbliżenie się Księżyca i Jowisza. Informacje o zbliżeniach Księżyca i innych planet można znaleźć pod adresem:

<http://asa.usno.navy.mil/index.html>

oraz

<http://news.astronet.pl/>

Współrzędne planet oraz Księżyca na bieżący dzień łatwo można znaleźć pod adresem:

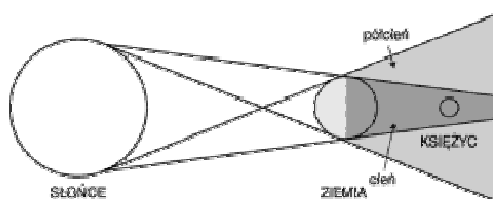
<http://www.heavens-above.com/>

Kalendarz zjawisk astronomicznych na dany miesiąc pod adresem:

<http://www.skymaps.com/articles/>

b/ obserwacja zaćmień Księżyca

Do zaćmień Księżyca dochodzi wtedy, gdy Słońce, Ziemia i Księżyc znajdują się na jednej linii, Ziemia pomiędzy Słońcem a Księżycem.



Schematyczne przedstawienie zajścia zaćmienia Księżyca (rysunek zaczerpnięty ze strony: <http://www.wiw.pl>)

Cień lub półcień Ziemi przesłania światło Słońca powodując zmianę jego barwy. Część światła, rozpraszane w atmosferze Ziemi nadal trochę oświetla Księżyc, co powoduje, że nawet w czasie zaćmienia całkowitego jest on widoczny.

Cel ćwiczenia: zaobserwowanie zaćmienia Księżyca, zanotowanie przebiegu tego zjawiska: czasu rozpoczęcia i/lub zakończenia, oszacowanie jaka część tarczy Księżyca jest zaćmiewana gdy zaćmienie jest

częściowe, podanie barwy Księżyca w zaćmieniu. Wskazane jest zachęcenie uczniów do wykonania zdjęć cyfrowym aparatem fotograficznym, koniecznie notując czas wykonania każdego zdjęcia.

Komentarz do tego ćwiczenia:

Zaćmienia Słońca i Księżyca nie są wcale tak rzadkim zjawiskiem. Informacja o tym kiedy one będą dostępna jest w publikacjach astronomicznych np. Astronomical Almanac jak również w wielu astronomicznych serwisach internetowych. Dla przykładu:

<http://www.usno.navy.mil/USNO/astronomical-applications/data-services/upcom-eclipses>

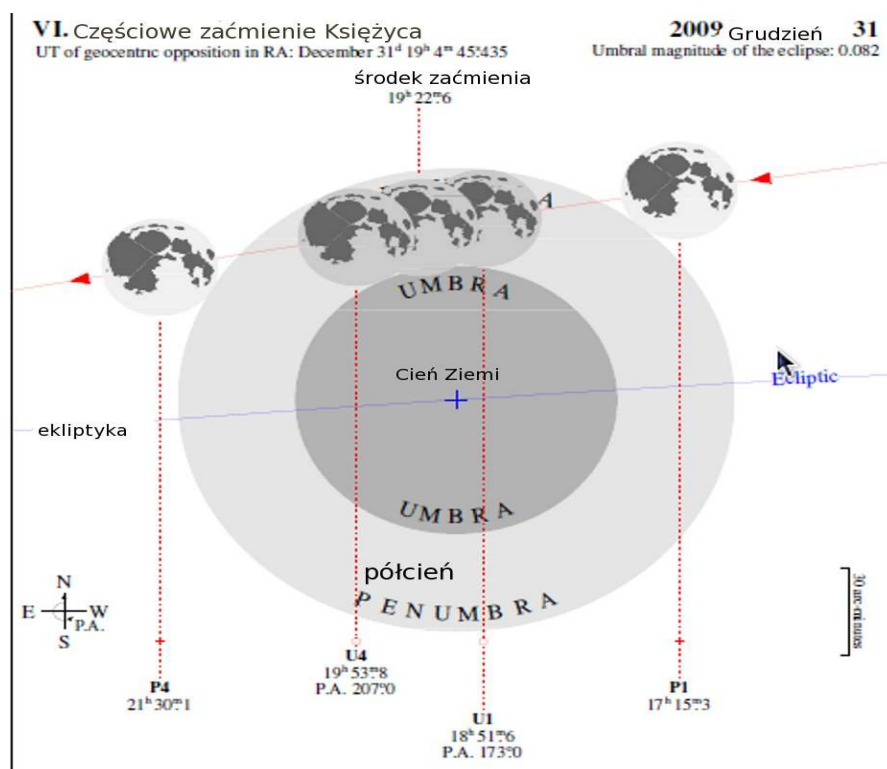
<http://www.skymaps.com/articles/n0911.html>

<http://www.skymaps.com/articles/n0912.html>

<http://www.skyandtelescope.com/observing/highlights/63302977.html>

<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/lunar.html>

Przebieg częściowego zaćmienia Księżyca w dniu 31-go grudnia 2009 o godzinie 19:22:36 UT (godzinę później w czasie urzędowym w Polsce) przedstawia rysunek poniżej:



Kolejne całkowite zaćmienia Księżyca będą: 15 czerwca i 10 grudnia 2011 roku. Szczegółową informację o ich przebiegu można znaleźć na podanej powyżej stronie NASA.

Barwa, jaką Księżyc ma w czasie zaćmienia nie jest zawsze taka sama, nawet w czasie zaćmień całkowitych. Zależy ona od stanu atmosfery Ziemi, duże zachmurzenie globalne czy niedawny wybuch wulkanu powoduje, że Księżyc jest słabiej widoczny i ma barwę o dużo ciemniejszym odcieniu czerwieni.



8. Obserwacje meteorów:

Wprowadzenie:

Meteory, zwane też „spadającymi gwiazdami” to częste zjawisko zachodzące wtedy gdy niewielki pyłek materii albo pozostałość z czasów formowania się układu Słonecznego, lub wyrzuconej przez komety, wpada do atmosfery ziemskiej. Wpadając do atmosfery, na wskutek dużej prędkości i tarcia jonizuje cząstki powietrza, które następnie wyświecają energię. Ich masa waha się w przedziale od 0,01grama do tysięcy kilogramów. Znakomita większość tych ziarenek (meteoroidów) całkowicie rozpyła się w atmosferze na wysokościach od 15-140 km i nigdy nie dociera do powierzchni. Tylko części dużych brył mogą dotrzeć do Ziemi i czasem są znajdowane jako meteoryty. Na orbitach komet okresowych znajduje się zwykle więcej materii niż średnio w przestrzeni międzyplanetarnej jako efekt rozpadu komet w wyniku ogrzewania ich przez Słońce czy oddziaływań grawitacyjnych planet, zwłaszcza Jowisza. Gdy Ziemia natrafi na pozostałości po kometach na trasie ich przelotu, mamy do czynienia wtedy ze zwiększoną liczbą obserwowanych meteorów. Ponieważ ta materia jest rozrzucona wzdłuż orbity komety, meteory z niej pochodzące, w wyniku rzutowania na sferę niebieską, obserwowane są tak jakby wszystkie wylatywały z jednego punktu, zwanego radiantem. Mówimy wtedy o roju meteorów, a jego nazwa pochodzi od gwiazdozbioru, w którym jest radiant. Przeciętna liczba obserwowanych meteorów zwykle nie przekracza 10 na godzinę, w czasie maksimum kilku najbardziej aktywnych rojów (np. Perseid czy Leonidów) można zaobserwować nawet kilkaset przelotów na godzinę. Wyjątkowo, gdy Ziemia natrafi na większą ilość materii pokometarnej, można obserwować deszcze czyli jednoczesny przelot kilku lub wielu meteorów. Przelot większych odłamków materii jest bardzo widowiskowy. Takie jasne meteory nazywane są bolidami, mogą im towarzyszyć także efekty dźwiękowe, obserwowane są też na falach radiowych. Astronomowie badający meteory i materię planetarną często w swoich badaniach wykorzystują obserwacje wykonane przez amatorów astronomii. Zbieraniem takich obserwacji, głównie wizualnych zajmuje się Międzynarodowa Organizacja Obserwatorów Meteorów (IMO). Można o niej przeczytać na stronie: <http://www.imo.net>.

a/ zliczenia ilości przelotów

Cel ćwiczenia: Policzenie liczby przelotów meteorów w czasie maksimum jednego z bardziej aktywnych rojów. Ćwiczenie zalicza się do łatwych, najlepiej jest je wykonać w grupie zainteresowanych uczniów, zliczających meteory jednocześnie. Uczniowie utrwalają orientację na niebie, ćwiczą ocenianie jasności gwiazdowych dowiadując się o materii planetarnej, historii układu Słonecznego.

Przebieg ćwiczenia:

Z tabelki aktywności rojów meteorów wybieramy datę maksimum jego aktywności. Notujemy współrzędne radiantu i najbliższej położone na niebie jasne gwiazdy, aby łatwo można było go zidentyfikować na niebie. Zapoznajemy się z jasnością kilku gwiazd w pobliżu radiantu.

Do obserwacji należy wybrać nieoświetlone miejsce, z dobrą widocznością prawie do horyzontu. Ilość zliczanych przelotów można zapisywać w zeszycie obserwacyjnym, na dyktafonie lub magnetofonie. Zapis w zeszycie ma tę wadę, że w czasie zapisywania nie patrzymy na niebo i meteor przelatujący w tym czasie jest niezauważony. Obserwując przelot, uczniowie starają się rozdzielić meteory z danego roju od innych (jeśli przedłużenie jego toru przelotu przecina radiant, zaliczamy go do roju, inaczej notujemy go jako inny). Uczniowie mający już wprawę w ocenianiu jasności, notują także jasność meteoru, porównując go do jasności znanych gwiazd. Notujemy wszystkie szczególne meteory: bardzo jasne czy pozostawiające ślad.

b/ wyznaczanie pozycji radiantu rojów meteorów



Przebieg ćwiczenia:

Przygotowanie tego, ćwiczenia, wygląda tak jak poprzedniego, choć samo ćwiczenie jest trudniejsze. Dodatkowo, do jego wykonania potrzebna jest mapka nieba okolicy radiantu (dla bardzo aktywnych rojów – kilka kopii) w specjalnym rzucie, słabo świecąca latarka, miękki ołówek. W tym ćwiczeniu, uczniowie po zauważeniu meteoru, wrysowują trasę jego przelotu na mapkę, oceniają jasność, notują czas przelotu. Można próbować wykonać takie obserwacje za pomocą cyfrowego aparatu, koniecznie zamocowanego na statywie, wykonując serię zdjęć i ustawiając wysoką czułość i długi czas ekspozycji, np. 30 sekund. Po zakończeniu obserwacji, przedłużamy tory zaobserwowanych meteorów i z mapki odczytujemy współrzędne radiantu.

Komentarz do ćwiczenia:

Tak wykonane obserwacje są cenną informacją dla astronomów zajmujących się badaniem meteorów – np. można z nich dowiedzieć się o rozkładzie materii na orbitach komet, przewidywać aktywność w kolejnych latach. Warto zachęcić obserwatorów by swoje wyniki przesłali do IMO – adresy, instrukcje (w języku angielskim) można znaleźć pod adresem:

<http://www.imo.net/visual>

<http://www.imo.net/visual/contact>

Obserwacje meteorów zwykle wymagają dłuższego czasu obserwacji, przynajmniej godzinę a wskazane by dłużej. Należy zadbać o względną wygodę obserwatorów i na czas obserwacji przygotować np. łóżka polowe a w czasie, gdy jest chłodno, zadbać by uczniowie mieli ciepłe ubranie i koce.

Informacje o rojach, ich przewidywanej aktywności, współrzędnych radiantów dostępne są pod adresem:

<http://www.imo.net/calendar/2011>

Mapki nieba do wyznaczania radiantów przygotowane w skali gnomonicznej i są dostępne pod adresem:

<http://www.imo.net/files/data/brno/>

Należy zwrócić uwagę na sposób ich drukowania:

<http://www.imo.net/visual/faq#faqbrno>

Przykładowe wyniki wykonanych przez amatorów (w tym także z Polski) roju Leonidów z listopada 2009 roku (dane ze strony IMO):

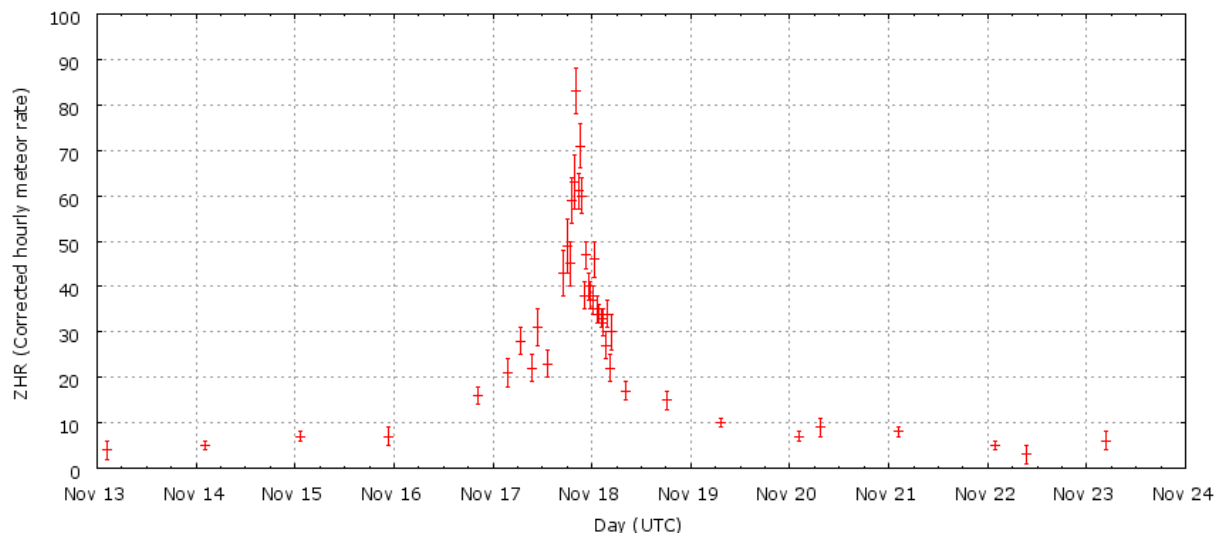
Droga do gwiazd - astronomia, astrofizyka, kosmologia



Mapka lokalizacji obserwatoriów w Europie:



Wyniki zliczeń liczby meteorów:



Jak widać z powyższego obrazka, w maksimum obserwowane było ponad 80 przelotów meteorów na godzinę.



Podsumowanie obserwacji przesłane do IMO przez jednego z polskich obserwatorów:

Observation report

Type: visualsummary
 Date: 2009-11-16
 Observer: PAWEŁ TRYBUS (TRYPW)
 Location: LAJSCE, Poland (70815)
 Coordinates: 49.67N , 21.48E
 Remarks:

Period (UT)		Field (°)		Teff	F	Lm	LEO		NTA		STA		SPO	
date	hh:mm:ss - hh:mm:ss	RA	Dec	h			M	N	M	N	M	N	M	N
16/11	20:50:00 - 21:50:00	65	32	1.000	1.18	6.10	C	1	C	2	C	1	C	6

Show	Period (UT)		Lm	-6	-5	-4	-3	-2	-1	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	Tot
SPO	16/11	20:50:00 - 21:50:00	6.10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1	1	0	0	6
STA	16/11	20:50:00 - 21:50:00	6.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
NTA	16/11	20:50:00 - 21:50:00	6.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	1	0.5	0	0	2
LEO	16/11	20:50:00 - 21:50:00	6.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

9. Obserwacje powierzchni Słońca

Wprowadzenie:

Słońce jest jedyną gwiazdą, której możemy obserwować szczegółowo powierzchnię. Inne gwiazdy znajdują się tak daleko, że nawet w dużych teleskopach widzimy je jako punkty. Na powierzchni Słońca widzimy takie struktury jak ciemne plamy, protuberancje czy granulację.

Cel ćwiczenia: zaobserwowanie jak aktywne jest w danej chwili Słońce.

Uwaga: Niewskazane jest bezpośrednie patrzenie na Słońce! Może to doprowadzić do uszkodzenia wzroku!

Przebieg ćwiczenia:

Uwaga: NIE WOLNO patrzeć przez zwykły teleskop na Słońce! Popatrzenie, nawet przez krótką chwilę, spowoduje nieodwracalne uszkodzenie wzroku!

Do obserwacji potrzebny jest teleskop na statywie. Jeśli nie mamy do dyspozycji teleskopu słonecznego, do zwykłego teleskopu mocujemy od strony okularu ekran, na którym rzucany jest obraz Słońca. Po wyregulowaniu ostrości obrazu uczniowie notują ilość plam na tarczy Słońca oraz ich położenie. Przeprowadzenie takich obserwacji w odstępie kilkudniowym pozwoli na zaobserwowanie przemieszczania się plam na powierzchni Słońca.

Mając specjalny, słoneczny teleskop możliwa jest bezpośrednia obserwacja okiem powierzchni Słońca. Takie teleskopy wyposażone są w specjalne, bardzo wąskie filtry, które przepuszczają tylko niewielki ułamek promieniowania Słońca. Za pomocą takiego teleskopu możemy zaobserwować struktury powierzchni Słońca a także protuberancje najlepiej widoczne na brzegu tarczy Słońca. Poniżej

przedstawiono zdjęcie powierzchni Słońca wykonane przez satelitę SOHO w dniu 29-go listopada 2009 (prezentowane na stronie: <http://spaceweather.com>)

W 2009 roku Słońce wyglądało wyjątkowo spokojnie. Do końca listopada, 75% czasu (249 dni) na jego powierzchni nie zaobserwowano ani jednej plamy. Zbliżające się maksimum spowoduje zmianę tego trendu i powinniśmy obserwować coraz więcej plam.

Tarcza Słońca bez plam:



Na podanej powyżej stronie, można znaleźć więcej aktualnych informacji o stanie naszej najbliższej gwiazdy, np. przewidywanych zjawiskach zórz nawet na szerokości geograficznej Polski. Poniższe zdjęcie przedstawia zorzę sfotografowaną w miejscowości Skibotn (Norwegia).



10. Obserwacje mgławic planetarnych

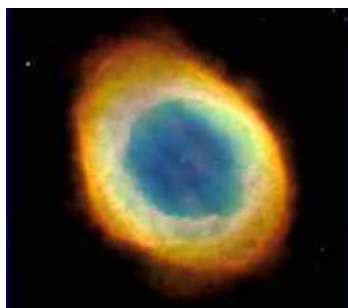
Wprowadzenie:

Z pojęciem mgławic planetarnych nierozdzielnie związana jest ewolucja gwiazd. Stadium mgławicy planetarnej to bardzo krótki okres ewolucji gwiazd o małych masach, np. takich jak Słońce, około 10 tysięcy lat. Szacuję się, że znakomita większość gwiazd (ponad 90%) przejdzie w swoim życiu przez etap mgławicy planetarnej. Gwiazda rodzi się, gdy zaczynają się w jej centrum palić reakcje jądrowe. Jest to najdłuższy etap życia gwiazd. Stopniowo, wodoru będącego paliwem na tym etapie zaczyna brakować i te mało masywne gwiazdy stają się olbrzymami. Ich temperatura powierzchniowa maleje a promień rośnie, nawet ponad sto razy. Na tym etapie energii gwiazdom dostarcza spalanie helu w ich wnętrzach. Gdy tego paliwa też zabraknie gwiazdy odrzucają całą zewnętrzną otoczkę, pozostawiając jedynie jądro, które stygnąc staje się białym karłem. Dokładny mechanizm odrzucenia otoczki nie jest do końca dobrze zrozumiały, tym niemniej w efekcie produkuje on jedne z najbardziej widowiskowych obiektów obserwowanych na niebie. Poniżej zdjęcia kilku mgławic planetarnych wykonanych przez teleskop kosmiczny Hubble'a.

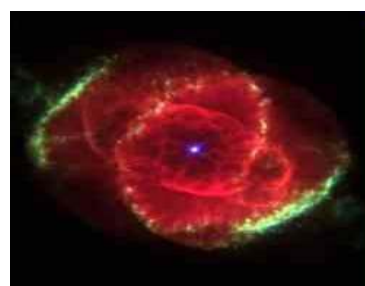
IC418 (Mgławica Spirograf)



NGC 3132 (Mgławica Eight-Burst)



NGC 6720 (Mgławica Pierścień)



NGC 6543 (Mgławica Kocie Oko)



Cel ćwiczenia: Zapoznanie uczniów z podstawowymi informacjami o etapach ewolucji gwiazd. Samodzielne wykonanie zdjęć wybranych mgławic planetarnych z półkuli północnej nieba. Oszacowania rozmiaru kąowego mgławic na niebie.

Przebieg ćwiczenia:

Do wykonania tego ćwiczenia konieczny jest teleskop z napędem oraz możliwość podłączenia do niego detektora – kamery ccd, aparatu cyfrowego lub kamerki internetowej. W zależności od posiadanego sprzętu wybieramy do obserwacji jedną lub kilka widocznych o danej porze roku mgławic planetarnych. Poniżej podano kilka z nich, bardziej obszerną listę można znaleźć pod adresem:

<http://wszechswiat.astrowww.pl/plannebs.html>

Nazwa	Rekt.	Dekl.	Jasność	Rozmiar	Konstelacja
NGC 650/1 Małe Hantle (M76)	01 42.3	+51 35	11.0 16.3	120	Per
IC 2149	05 56.4	+46 06	11.0 11.6	9	Aur
NGC 2392 Mgławica Eskimos	07 29.1	+20 55	9.5 10.5	45	Gem
NGC 3587 Mgł. Sowa (M97)	11 14.8	+55 01	11.0 16.0	190	UMa
IC 4593 Mgł. Białooki Groszek	16 11.7	+12 04	11.0 11.2	12	Her
NGC 6543 Mgł. Kocie Ok	17 58.6	+66 38	8.5 11.1	20	Dra
NGC 6720 Mgł. Pierścień (M57)	18 53.6	+33 02	9.0 15.3	70	Lyr
NGC 6826 Mgł. Mrugająca	19 44.8	+50 32	9.5 0.4	25	Cyg
NGC 6853 Mgławica Hantle (M27)	19 59.6	+22 43	7.5 13.9	330	Vul
NGC 7662 Mgł. Niebieska Kula	23 25.9	+42 32	9.0 13.2	20	And

Jasność (w jednostkach magnitudo) w powyższym zestawieniu podano dla mgławicy (czwarta kolumna oraz gwiazdy centralnej - w kolejnej kolumnie). Rozmiar mgławicy podany w sekundach łuku.

Po wybraniu obiektu nastawiamy na niego teleskop według podanych współrzędnych. Wykonujemy serię zdjęć posiadany detektorem, dobierając czas ekspozycji tak, by zarówno sama mgławica była widoczna jak i pobliskie gwiazdy. Znając położenia gwiazd wyznaczamy skalę zdjęcia i na jej podstawie rozmiar widocznej części mgławicy.

Komentarz do ćwiczenia:

Ćwiczenie zaawansowane, wymaga teleskopu z napędem. W przypadku posiadania filtrów możliwe jest wykonanie zdjęć przez filtry, np niebieski, żółty i czerwony a następnie ich złożenie i wykonanie kolorowej fotografii. Ćwiczenie musi być wykonane w miejscu nieoświetlonym, z dala od centrów miast czy jasno oświetlonych dróg.

Dodatkowe odnośniki:

http://www.noao.edu/jacoby/pn_gallery.html

http://apod.nasa.gov/apod/planetary_nebulae.html

<http://www.blackskies.org/>

<http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/nebula/planetary/>



Darmowe programy do wykorzystania w szkole lub zajęciach pozalekcyjnych:

Stellarium

Celestia

Literatura:

- S. R. Brzostkiewicz: *Obserwujemy nasze niebo*. IW "Nasza Księgarnia", Warszawa 1988
- A. Dobrzycki, J. Dobrzycki: *Atlas nieba gwiazdzistego. Epoka J2000.0*. Prószyński i S-ka, Warszawa 1997
- S. Harrington: *Zaćmienie! Co, gdzie, kiedy, dlaczego i jak? Poradnik obserwatora zaćmień Słońca i Księżyca*. Prószyński i S-ka, Warszawa 1999
- D. Heifetz, W. Tirion: *Spacer po niebie. Przewodnik po gwiazdach i gwiazdozbiorach oraz ich legendach*. Prószyński i S-ka, Warszawa 1997.
- P. Kulikowski: *Poradnik miłośnika astronomii*. Wyd. II. PWN, Warszawa 1976.
- D. H. Levy: *Niebo. Poradnik użytkownika*. Prószyński i S-ka, Warszawa 1996.
- J. Mietelski: *Astronomia w geografii*. Wyd. II. PWN, Warszawa 1994.
- P. Moore: *Niebo przez lornetkę*. Prószyński i S-ka, Warszawa 1999.
- A. Pilski: *Nieziemskie skarby. Poradnik poszukiwacza meteorytów*. Prószyński i S-ka, Warszawa 1999.
- E. Pittich, D. Kalmancok: *Niebo na dłoni*. PW "Wiedza Powszechna", Warszawa 1988.
- E. Rybka, *Astronomia Ogólna*, 1968, PWN Warszawa
- W. Skórzyński: *Astrofotografia, czyli jak i czym fotografować niebo i ciała niebieskie*. Prószyński i S-ka, Warszawa 1998.
- J. Włodarczyk: *Wędrowki niebieskie, czyli Wszechświat nie tylko dla poetów*. Prószyński i S-ka, Warszawa 1999.