



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

FENIKS

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

Pakiet nr 11: Droga do gwiazd – astronomia, astrofizyka, kosmologia

dr Janusz Krywult

*Instytut Fizyki,
Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy
Jana Kochanowskiego w Kielcach,
ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce*

Wersja UJK/1.0

Niniejszy tekst w odniesieniu do ćwiczeń realizowanych na uczelni dotyczy realizacji pakietu na UJK. Materiał będzie aktualizowany w miarę poszerzania bazy aparaturowej pracowni uczelnianych.



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomaganie 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

Opis zajęć dla uczniów na uczelni

Część ta zawiera propozycję zajęć z astronomii, które będą realizowane podczas wizyt uczniów w planetarium i obserwatorium UJK. Każde z ćwiczeń zawiera krótkie wprowadzenie. Nie wyczerpuje ono całości zagadnienia i jest jedynie zasygnalizowaniem zakresu materiału realizowanego w trakcie zajęć. W pełnym przygotowaniu do ćwiczeń może być pomocna literatura cytowana przy każdym ćwiczeniu.

U.11.1

Tytuł ćwiczenia:

Gwiazdy i gwiazdozbiory

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Zapoznanie uczniów z wyglądem nocnego nieba, rozpoznawanie na niebie najjaśniejszych gwiazd i gwiazdozbiorów. Zajęcia odbywają się podczas seansu w planetarium UJK.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

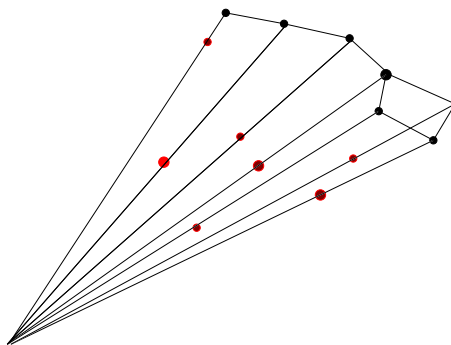
Podstawowy.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Mapa nieba, słaba latarka z czerwonym filtrem, planetarium.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Patrząc gołym okiem na nocne niebo widzimy kilka tysięcy gwiazd. Różnią się one jasnością i barwą. Oglądając je ulegamy wrażeniu, że są umieszczone na nakrywającej nas sferze niebieskiej. Jest to jednak złudzenie związane z wielkimi odległościami w jakich znajdują się gwiazdy.



Ryc. 1. Położenie gwiazd w przestrzeni (czerwone kropki) i ich rzut na sferę niebieską (czarne kropki).

Już tysiące lat temu łączono poszczególne gwiazdy w grupy. Otrzymały one nazwy gwiazdozbiorów. Większość nazw gwiazdozbiorów związana jest z mitologią grecką.

Przebieg ćwiczenia: W trakcie seansu w planetarium uczniowie zapoznają się z wyglądem nocnego nieba. Zwracają uwagę na rozmieszczenie gwiazd i położenie Drogi Mlecznej. Odszukują najbardziej charakterystyczne gwiazdozbiory nieba północnego (Wielka Niedźwiedzica, Mała Niedźwiedzica). Orientując się względem najjaśniejszych ich gwiazd odszukują gwiazdozbiory: Kasjopei, Bliźniąt, Lwa, Perseusza, Łabędzia, Wagi, Orła, Pegaza, Oriona.

- Wykorzystując mapki nieba uczniowie odszukują na ekranie gwiazdozbiór swojego znaku zodiaku.
- Uczniowie odnajdują gwiazdy wybrane przez prowadzącego zajęcia. Prowadzący podaje wybrane informacje dotyczące budowy, jasności i odległości tych obiektów.

Czas: 45 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Ćwiczenie polega na pokazaniu uczniom wyświetlanego w planetarium widoku nocnego nieba i zapoznaniu ich z wybranymi gwiazdozbiorami.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Brak

Odnosińki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000

Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003

Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

U.11.2

Tytuł ćwiczenia:

Ruch dzienny sfery niebieskiej

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Zapoznanie uczniów z wyglądem nocnego nieba w różnych porach doby. Omówienie warunków widoczności ciał nad horyzontem. Zajęcia odbywają się podczas seansu w planetarium UJK.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Podstawowy, pojęcia: widnokrąg, bieguny niebieskie, równik niebieski, zenit, nadir.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Mapa nieba, słaba latarka z czerwonym filtrem, planetarium.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Ruch obrotowy Ziemi powoduje, że w ciągu doby zmieniają się położenia wszystkich ciał na niebie. Słońce, Księżyc, planety i gwiazdy wschodzą, osiągają najwyższą wysokość nad horyzontem i zachodzą. Droga ciała nad horyzontem zależy od położenia obserwatora na powierzchni Ziemi. Zmieniając szerokość geograficzną miejsca obserwacji zmieniają się też warunki widoczności gwiazd nad horyzontem.

Przebieg ćwiczenia: W trakcie seansu w planetarium uczniowie obserwują ruch obrotowy sfery niebieskiej. Omawiane są warunki widoczności ciał nad horyzontem z uwzględnieniem obszaru gwiazd niezachodzących. Wykorzystując aparaturę projekcyjną pokazywane są warunki obserwacji gwiazd z różnych miejsc na Ziemi, różniących się szerokościami geograficznymi.

- Dla miejsca o danej szerokości geograficznej uczniowie odnajdują gwiazdozbiory nigdy nie zachodzące.
- Uczniowie, pomagając sobie mapą nieba, wyszukują nazwy 5 jasnych gwiazd górujących w danym miejscu obserwacji.

Czas: 30 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Ćwiczenie polega na pokazaniu uczniom wyświetlanego w planetarium widoku nocnego nieba i powiązaniu go z dobowym ruchem sfery niebieskiej.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Brak

Odnośniki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000

Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003

Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

U.11.3

Tytuł ćwiczenia:

Roczny ruch Słońca

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Uczniowie poznają skutki rocznego ruchu Słońca po sferze niebieskiej. Określają przyczyny powstawania pór roku. Zajęcia odbywają się podczas seansu w planetarium UJK.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Podstawowe, pojęcia: sfera niebieska, widnokrąg, bieguny niebieskie, równik niebieski, zenit, nadir.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Mapa nieba, słaba latarka z czerwonym filtrem, planetarium.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Skutkiem obiegowego ruchu Ziemi wokół Słońca jest obserwowany jego ruch po sferze niebieskiej. Porusza się ono na tle gwiazd po kole, ekliptyce, z zachodu na wschód. Ekliptyka jest nachylona do równika niebieskiego pod kątem $\varepsilon = 23^{\circ}27'$. Przecina ona równik niebieski w punktach równonocy wiosennej (około 21 marca) i jesiennej (około 21 września). Z rocznym ruchem Słońca wiąże się pojęcie pór roku.

Przebieg ćwiczenia: Korzystając z projektora planetarium uczniowie obserwują ruch Słońca na sferze niebieskiej w różnych miesiącach roku. Omawiane jest jego położenie względem równika niebieskiego i horyzontu.

- Uczniowie znajdują punkty równonocy wiosennej i jesiennej. Używając mapy nieba określają nazwy gwiazdozbiorów na tle których znajdują się punkty przesilenia.
- Wyjaśnienie zmian długości trwania dnia i nocy, dzień polarny, białe noce.
- Omawiany jest wpływ wysokości Słońca nad horyzontem na oświetlenie powierzchni Ziemi i związany z tym klimat.
- Kalendarz i czas jako efekt ruchu obiegowego i obrotowego Ziemi.

Czas: 30 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Ćwiczenie polega na przedstawieniu rocznego ruchu Słońca na sferze niebieskiej i wyjaśnieniu związanych z nim zmian pór roku.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Brak

Odnosińki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000

Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003

Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

U.11.4

Tytuł ćwiczenia:

Ruchy planet

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Uczniowie poznają widomy ruch planet na sferze niebieskiej i jego związek z ich rzeczywistym ruchem obiegowym wokół Słońca. Zajęcia odbywają się podczas seansu w planetarium UJK.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Podstawowy.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Aparatura planetarium.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Planety na tle gwiazd zazwyczaj poruszają się z zachodu na wschód ruchem prostym. Mogą też zatrzymać się, część drogi na nieboskłonie przemierzać ruchem wstecznym by po kolejnym zatrzymaniu poruszać się dalej ruchem prostym. Planety dolne, Merkury i Wenus są widoczne po zachodzie lub przed wschodem Słońca. Pozostałe planety, górne, mogą być widoczne przez całą noc.

Przebieg ćwiczenia: Korzystając z projektora planetarium uczniowie obserwują ruch Słońca i planet na tle gwiazd.

- Obserwacja ruchu Merkurego i Wenus. Uczniowie zwracają uwagę na odległości kątowe tych planet od Słońca oraz opisują warunki ich widoczności z powierzchni Ziemi.
- Obserwacja ruchu planet górnych. Pętle planet zakreślane na tle gwiazd. Opozycja planet.
- Porównanie geocentrycznej teorii budowy świata z teorią heliocentrycznym.

Czas: 45 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Ćwiczenie polega na przedstawieniu ruchu planet na tle gwiazd. Dyskutowany są warunki ich widoczności na nocnym niebie.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Brak

Odnosińki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000

Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003

Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

U.11.5

Tytuł ćwiczenia:

Zaćmienia Słońca

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Uczniowie poznają warunki konieczne do zajścia zaćmienia Słońca oraz jego przebieg. Zajęcia odbywają się podczas seansu w planetarium UJK.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Podstawowy, pojęcia: sfera niebieska, ekliptyka, budowa Układu Słonecznego, zaćmienie Słońca

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Aparatura planetarium.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Na Ziemi zaćmienie Słońca można obserwować lokalnie. Zachodzi ono wtedy gdy Słońce, Księżyc i określone miejsce na powierzchni Ziemi znajdują się na jednej linii. Warunkiem zajścia całkowitego zaćmienia Słońca jest takie ustawienie Słońca i Księżyca by stożek cienia dawany przez Księżyc dotykał powierzchni Ziemi w którym znajduje się obserwator. W ciągu roku może być więcej zaćmień Słońca niż Księżyca. Jednak Zaćmienie Słońca może być obserwowane z niewielkiego obszaru na powierzchni Ziemi, co sprawia, że w danym miejscu naszej planety tak rzadko je obserwujemy.

Przebieg ćwiczenia: Korzystając z projektora planetarium uczniowie obserwują ruch Słońca i Księżyca na tle gwiazd. Zwracają uwagę na wzajemne położenie obu ciał.

- Wykorzystując projektor zaćmień wyjaśniany jest przebieg całkowitego zaćmienia Słońca.
- Wykorzystując projektor zaćmień uczniowie obserwują przebieg zaćmienia obrączkowego i częściowego.

Czas: 30 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Ćwiczeniu polega na obserwacji ruchu Słońca i Księżyca na tle sfery niebieskiej. Poznają jak przebiegają poszczególne fazy zaćmienia całkowitego i częściowego.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Brak

Odnosińki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000

Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003

Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

U.11.6

Tytuł ćwiczenia:

Obserwacje powierzchni Słońca

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Pokazanie bezpiecznych metod obserwacji powierzchni Słońca. Zajęcia odbywają się w obserwatorium UJK.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Średni, pojęcia: gwiazda, protuberancja, konwekcja, filtr interferencyjny.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Teleskop słoneczny, kamera CCD, komputer.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Słońce jest jedyną gwiazdą, której powierzchnię potrafimy dokładnie badać. Możemy na niej zaobserwować plamy i granulacje. Na brzegu tarczy naszej gwiazdy są widoczne protuberancje. Obserwacje zjawisk zachodzących na Słońcu dają informację o procesach fizycznych zachodzących w jego wnętrzu.

Przebieg ćwiczenia: Obserwacje wykonywane są przy użyciu teleskopu zaopatrzonego w wąskopasmowy filtr H_{α} . Rejestracja obrazów prowadzona jest kamerą CCD. Zdjęcia zapisane w komputerze są opracowywane przez uczniów po zakończeniu obserwacji. W dzienniku obserwacji uczeń zapisuje dokładną datę i czas obserwacji, informacje o warunkach atmosferycznych, zastosowane czasy ekspozycji, typ teleskopu (średnica obiektywu, ogniskowa) oraz rodzaje używanych filtrów.

- Ustaw teleskop na statywie i podłącz do niego kamerę CCD. Połącz kamerę z komputerem. Następnie uruchom komputer i oprogramowanie obsługujące kamerę CCD.
- Skieruj teleskop na Słońce i zogniskuj jego obraz na przetworniku kamery. Zarejestruj 30 zdjęć Słońca. Skopiuj je na swój zewnętrzny nośnik danych.
- W programie graficznym zobacz zarejestrowane obrazy. Odszukaj na nich plamy oraz protuberancje. Znajdź rozmiary liniowe tarczy Słońca i struktur na powierzchni gwiazdy oblicz ich rozmiary liniowe w kilometrach.

Czas: 45 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Ćwiczenie polega na wykonaniu przez ucznia samodzielnych obserwacji powierzchni Słońca z wykorzystaniem filtru H_{α} i kamery CCD. Uczeń bada powierzchnię Słońca. Rozpoznaje na niej elementy powierzchni takie jak plamy, protuberancje i granulacje.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Patrzenie na Słońce przez teleskop grozi trwałą utratą wzroku.

Odnośniki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979
Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000
Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003
Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

U.11.7

Tytuł ćwiczenia:

Atlasy i mapy nieba

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Kształcenie umiejętności znajdowania ciał w atlasie oraz wyznaczania i odczytywania jego położenia. Zapoznanie uczniów z symbolami stosowanymi w atlasach do oznaczania obiektów astronomicznych.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Podstawowy, pojęcia: układy współrzędnych astronomicznych, rektascensja, deklinacja.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Atlas nieba, komputer, drukarka, papier.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Atlasy i mapy nieba przedstawiają położenia gwiazd i innych astronomicznych ciał na płaszczyźnie. Zastosowany w nich bogaty system symboli umożliwia łatwe odszukanie interesującej grupy obiektów. Naniesiony układ współrzędnych pozwala łatwo odczytać położenie interesującego nas ciała lub umiejscowić obiekt znając jego współrzędne. Znacznie obszerniejsze w różne obiekty są astronomiczne katalogi, często dołączane do atlasów.

Przebieg ćwiczenia: Do wykonania zadania można wykorzystać dowolny opublikowany atlas nieba. W razie trudności z jego zdobyciem można użyć mapę nieba znajdującą się na stronie: <http://www.midnightkite.com/starcharts.html>.

- Zapoznać się z symbolami stosowanymi w danym atlasie nieba.
- Odczytać współrzędne obiektów podanych przez nauczyciela.
- Umiejscowić na mapie obiekty podane przez nauczyciela.

Czas: 45 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

W ćwiczeniu uczniowie rozwijają umiejętności wykorzystania w praktyce układu współrzędnych równonocnych i posługiwanie się mapami nieba.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Brak

Odnosińki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000

Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003

Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

Opis ćwiczeń na zajęcia pozalekcyjne w szkołach

Poniższa propozycja dotyczy zajęć z astronomii przeznaczonych do wykonania przez uczniów w szkole. Wiele z nich dotyczy przeprowadzenia przez uczniów samodzielnych obserwacji astronomicznych. Uzupełnieniem tej części są zadania rachunkowe, testowe i problemowe.

S.11.1

Tytuł ćwiczenia:

Obrotowa mapka nieba

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Nauczenie uczniów wykorzystania obrotowej mapki nieba do przygotowania i prowadzenia obserwacji astronomicznych.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Podstawowy.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Obrotowa mapa nieba, katalog gwiazd.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Obrotowa mapa nieba jest bardzo prostym przyrządem pozwalającym określić widzialność ciał na niebie. Nawet w dobie powszechnej komputeryzacji jej stosowanie jest jak najbardziej celowe.

Przebieg ćwiczenia: Zapoznaj się z umieszczoną na odwrotnej stronie mapki instrukcją jej obsługi.

- Ustawi mapkę tak by przedstawiała wygląd nieba w podanym przez nauczyciela dniu i godzinie.
- Wskaż na mapie położenie zenitu, bieguna niebieskiego, lokalnego południka, stron świata, równika niebieskiego i ekliptyki.
- Odczytaj z mapy współrzędne 4 jasnych gwiazd i podaj ich nazwy.
- Wyznacz przybliżony czas gwiazdowy odpowiadający podanej porze.
- Dla podanego przez nauczyciela dnia odczytaj z kalendarza astronomicznego współrzędne równikowe planet, Słońca i Księżyca. Wskaż na mapie położenie tych obiektów.
- Dla danego dnia, wykorzystując obrotową mapkę nieba, wyznacz przybliżone momenty wschodu, zachodu i górowania tych ciał. Opisz warunki ich widoczności.

Czas: 45 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Ćwiczenie polega na poznaniu obrotowej mapki nieba i jej przydatności do wyznaczania widzialności ciał niebieskich.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Brak

Odnosniki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000

Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003

Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

S.11.2

Tytuł ćwiczenia:

Globus niebieski

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Wykonanie globusa niebieskiego i zastosowanie go do określania położenia ciał na niebie i warunków ich widoczności.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Podstawowy.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Papier, nożyk do papieru, linijka, nożyczki, klej do papieru, drut o średnicy 1 mm i długości 10 cm, kawałek styropianu.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Przez wiele wieków jednym z podstawowych pomocy naukowych wykorzystywanym przez astronomów był globus niebieski z naniesionymi gwiazdami i rysunkami przedstawiającymi gwiazdozbiory pod postacią bohaterów mitologii greckiej. Z biegiem lat zmalało znaczenie globusów niebieskich na rzecz atlasów, a następnie astronomicznych programów komputerowych.

Przebieg ćwiczenia: Wydrukuj na twardszym papierze dwa elementy globusa pobrane ze strony www.rssd.esa.int/SA/HIPPARCOS/docs/STar_Globe_Images.pdf. W miejscu biegunów niebieskich zrób dwa otwory o średnicy 1 mm. Następnie wytnij oba elementy i sklej je ze sobą. Podstawę globusa możesz wykonać z kawałka styropianu i białego w niego drutu pod kątem równym szerokości geograficznej (około 50°).

Uwaga: delikatne nacięcie nożykiem linii zgięcia ułatwia sklejenie globusa.

- Wykonany globus może ilustrować ruch sfery niebieskiej w różnych miejscach kuli ziemskiej. Ustawiając pionowo oś obrotu możemy zobaczyć wygląd nieba oglądany przez obserwatora będącego na biegunach ziemskich. Kładąc oś poziomo, widzimy niebo obserwowane z okolic równika ziemskiego.

Czas: 45 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Globus niebieski daje bardziej realistyczny wygląd obiektów na sferze niebieskiej niż mapa. Jest wygodną pomocą dydaktyczną, która ułatwia przedstawianie niektórych zjawisk astronomicznych.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Brak

Odnośniki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979
Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000
Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003
Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

S.11.3

Tytuł ćwiczenia:

Budowa astrolabium

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Uczeń własnoręcznie buduje astrolabium. Wykorzystuje je do samodzielnego prowadzenia obserwacji astronomicznych. Wyznacza wysokości ciał nad horyzontem i szerokość geograficzną miejsca obserwacji.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Średni.

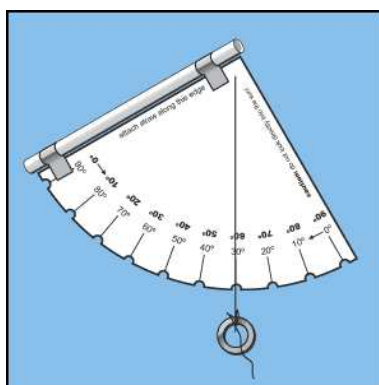
Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Kątomierz, nić, ciężarek, plastikowa rurka, klej.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Nazwa astrolabium określa wiele instrumentów astronomicznych budowanych już w starożytności. Astrolabium zostało wynalezione w Grecji przez Hipparcha około 4 tysiące lat temu. W ćwiczeniu interesować nas będzie jedna z jego postaci – kwadrant. Przez wiele wieków było wykorzystywane w astronomii i nawigacji.

Przebieg ćwiczenia: Wywierć niewielki otwór w środku krzywizny kątomierza. Przewlec przez otwór nić i zawiąż ją. Drugi koniec nici obciąż ciężarkiem. Do krawędzi prostej części kątomierza (linijki) przyklej rurkę (może być z długopisu). Będzie ona służyła za celownicę.



- W celu wyznaczenia wysokości ciała nad horyzontem należy ustawić przyrząd tak by w centralnej części celownicy (rurki) zobaczyć interesujące nas ciało. Trzeba również zwrócić uwagę by nitka mogła poruszać się swobodnie. Po ustawieniu przyrządu na obiekt należy unieruchomić nitkę palcem i odczytać ze skali kątomierza wysokość ciała nad horyzontem.
- Wyznacz wysokość nad horyzontem gwiazd z Tabeli 1. Zapisz dokładny czas obserwacji. Obserwacje powtórz po godzinie. Co możesz uzyskać z przeprowadzonych obserwacji?
- By wyznaczyć przybliżoną wartość szerokości geograficznej miejsca obserwacji zmierz jaka jest wysokość nad horyzontem Gwiazdy Polarnej. Jak należy wykonać obserwację by otrzymać największą dokładność szerokości geograficznej?

Czas: 45 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Wyznaczając wysokość ciała nad horyzontem możemy zaobserwować, że zmienia się ona w ciągu nocy. Zakres zmian zależy od deklinacji gwiazdy i szerokości miejsca obserwacji. Największą dokładność wyznaczonej szerokości geograficznej otrzymamy dokonując dwa pomiary w odstępach 12^h i biorąc ich średnią arytmetyczną. By otrzymać większą precyzję w określeniu wysokości ciała na niebie konieczne jest również zwiększenie rozmiarów astrolabium.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Nocne obserwacje należy prowadzić pod opieką nauczyciela lub rodzica.

Odnosiniki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000

Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003

Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

S.11.4

Tytuł ćwiczenia:

Obserwacje nocnego nieba - ciekawe gwiazdy

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Celem ćwiczenia jest przeprowadzenie przez uczniów samodzielnych obserwacji astronomicznych nocnego nieba. Wykorzystując mapę nieba uczniowie odszukują na niebie i obserwują wybrane jasne gwiazdy.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Podstawowy: informacje o wyglądzie nocnego nieba, pojęcie sfery niebieskiej, równika i biegunów niebieskich.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Mapa nieba, słaba latarka z czerwonym filtrem, lornetka lub teleskop, tabela z najjaśniejszymi gwiazdami.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Gwiazdy różnią się między innymi jasnością i barwą. Ich obserwowana jasność zależy od ilości światła emitowanego przez gwiazdę i jej odległości od nas. Ponadto należy uwzględnić wpływ pochłaniania światła przez materię międzygwiazdową. Barwa gwiazdy zależy głównie od jej temperatury.

Przebieg ćwiczenia: W trakcie wieczornych/nocnych obserwacji uczniowie odnajdują na niebie gwiazdy podane w Tabeli. 1. W odszukaniu gwiazd pomocna będzie mapa nieba. Zwracają uwagę na jasność i barwę gwiazd. W przypadku gwiazd podwójnych obserwują również jasności poszczególnych składników układu.

- Uczniowie zapisują w zeszycie zaobserwowane barwy, odległości składników w układach podwójnych, wysokość nad horyzontem, czas obserwacji, warunki atmosferyczne.

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Ćwiczenie obserwacyjne. Uczniowie odnajdują na nocnym niebie wybrane gwiazdy, porównują ich jasności i barwy. Określają czynniki wpływające na obserwowane barwy gwiazd.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Obserwacje prowadzone są pod opieką nauczyciela lub rodzica.

Odnośniki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000

Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003

Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

Gwiazda	m_A	m_B	ρ	θ	Barwa
γ And	2, ^m 3	5, ^m 5	9'',8	64°	żółty – zielony
ε Boo	2,7	5,1	3,0	338	żółty – zielony
ξ Boo	4,8	6,9	7,1	340	żółty – fioletowy
α CVn	2,9	5,6	20	228	żółty – fioletowy
ι Cnc	4,2	6,6	30,5	307	żółty – niebieski
η Cas	3,5	7,2	11,5	302	żółty – czerwony
β Cyg	3,2	5,1	34,5	54	pomarańczowy – niebieski
γ Del	4,3	5,3	10,4	268	żółty – zielony
κ Gem	3,6	8,0	7,0	238	pomarańczowy – zielony
α Her	3,1	5,4	4,5	107	pomarańczowy – zielony
δ Her	3,1	8,3	8,9	236	biały – fioletowy
η Per	3,8	7,9	28,3	300	pomarańczowy – niebieski
α Sco	0,9	6,8	3,4	261	czerwony – zielony
β Sco	2,6	4,9	13,6	24	biały – zielonożółty

m_A, m_B – jasności gwiazd

ρ – odległość między gwiazdami w sekundach łuku

θ – kąt pozycyjny

Barwa – barwa jaśniejszej i słabszej gwiazdy w danej ich parze

S.11.5

Tytuł ćwiczenia:

Obserwacje nocnego nieba - gwiazdozbiory

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Celem ćwiczenia jest przeprowadzenie przez uczniów samodzielnych obserwacji astronomicznych nocnego nieba. Wykorzystując mapę nieba uczniowie odszukują na niebie gwiazdy i gwiazdozbiory.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Podstawowy: informacje o wyglądzie nocnego nieba, pojęcie sfery niebieskiej, równika i biegunów niebieskich.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Mapa nieba, słaba latarka z czerwonym filtrem,

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Przebieg ćwiczenia: W trakcie wieczornych/nocnych obserwacji uczniowie odszukują na niebie gwiazdozbiór Wielkiej Niedźwiedzicy i Małej Niedźwiedzicy. Orientując się względem najjaśniejszych ich gwiazd odnajdują gwiazdozbiory widoczne w danej porze roku, np. Kasjopei, Bliźniąt, Lwa, Perseusza, Łabędzia, Wagi, Orła, Pegaza, Oriona.

Zapisują w dzienniku obserwacji wygląd trzech gwiazdozbiorów z informacjami o jasności i barwie najjaśniejszych gwiazd oraz wysokość gwiazdozbioru nad horyzontem, czas obserwacji, warunki atmosferyczne.

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Ćwiczenie obserwacyjne polega na zapoznaniu się z widokiem nocnego nieba, rozpoznawaniem najważniejszych gwiazdozbiorów.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Obserwacje prowadzone pod opieką nauczyciela lub rodzica.

Odnosińniki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000

Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003

Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

S.11.6

Tytuł ćwiczenia:

Obserwacje przelotu meteorów

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Kształcenie umiejętności obserwacji przelotu meteoru.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Średni; pojęcia: współrzędne równonocne, meteor, radiant, rój.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Mapa nieba, dziennik obserwacji, zegarek, ołówek, słaba latarka z czerwonym filtrem.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Meteory są małymi ciałami poruszającymi się w Układzie Słonecznym. Napotykając na swej drodze Ziemię wpadają w jej atmosferę. Na skutek tarcia wzrasta temperatura meteoru i cząsteczek powietrza. Świecenie zachodzi na wysokości około 100 km. Zjawisko przelotu trwa od ułamka sekundy do około 5 sekund. W przypadku obiektów o dużych masach oprócz jasno świecącej kuli można obserwować długi ślad zanikający po od kilku do kilkuset sekundach. Przelotowi bolidu często towarzyszą efekty akustyczne. Czasami obserwujemy roje meteorów. Złudzenie perspektywy daje wrażenie, że meteory roju wylatują z jednego miejsca na sferze niebieskiej, radiantu. Rzadko obserwuje się deszcze meteorów.

Przebieg ćwiczenia: Korzystając z Tablicy 1 zaplanuj obserwację najbliższego roju meteorów. Przygotuj mapę okolicy radiantu. Wybierz ciemne miejsce, do którego nie docierają miejskie światła. W dzienniku obserwacji zapisz miejsce obserwacji, datę obserwacji, moment początku i końca obserwacji, informacje o pogodzie (chmury, zamglenia), obecność Księżyca i jego fazę, współrzędne środka obserwowanego obszaru, np. radiant.

- Jeżeli meteor pozostawi za sobą ślad to zaznacz na mapie jego przebieg oraz zapisz czas przelotu. Jeżeli ślad z upływem czasu przemieści się na niebie to zaznacz jego nową pozycję i czas.

- Zwróć uwagę na meteory nie należące do obserwowanego przez Ciebie roju.

- Zliczaj przelatujące meteory i zapisz ile ich zaobserwowałeś i czas w jakim to nastąpiło.

Czas: 60 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Przelotowi meteoru towarzyszy wiele efektów. Odpowiada za nie szerokie spektrum zjawisk fizycznych. Procesy tarcia prowadzą do rozgrzewania meteoru i powietrza. Zjonizowane gazy świecą. W przypadku większego obiektu dochodzi do znacznego wzrostu temperatury i ciśnienia, co doprowadza do rozpadu ciała, któremu mogą towarzyszyć efekty akustyczne.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Obserwacje pod opieką nauczyciela lub rodzica.

Odnosiniki, literatura:

- Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975
Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979
Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000
Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003
Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

Tabela 1. Wybrane roje meteorów

Rój	Aktywność	Maksimum	α	δ	N
Kwadrantydy	27.12 – 7.01	03.01	18 ^h 00 ^m	+55°	do 35
Lirydy	18–24.04	21.04	18 02	+33	10
η -Akwarydy	21.04–12.05	04.05	22 16	–04	36
β -Kasjopeidy	17.07–08.08	28.07	00 56	+63	do 18
δ -Akwarydy Południowe	23.07–2.08	28.07	2237	–16,7	14
Perseidy	25.07–22.08	12.08	03 04	+57,8	> 60
Orionidy	14–26.10	22.10	06 16	+15,1	45
Taurydy Południowe	29.10–25.11	01.11	03 22	+13,9	10
Taurydy Północne	18.10–30.11	08.11	03 42	+22,1	5
Leonidy	02.8-21.11	14.11	10 09	+22,3	8
Geminidy	25.11–18.12	13.12	07 29	+32,4	do 100
Ursydy (<i>UMi</i>)	22–25.12	22.12	15 32	+83	10–20

S.11.7

Tytuł ćwiczenia:

Obserwacje teleskopowe Wenus

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Uczniowie poznają metody obserwacji astronomicznych. W trakcie ćwiczenia samodzielnie obserwują tarczę Wenus, a w dzienniku obserwacji szkicują wygląd jej tarczy.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Średni, pojęcia: budowa teleskopu, planety, albedo.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Teleskop lub silna lornetka, przybory kreślarskie.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Wenus jest planetą dolną. Okrywa ją gęsta atmosfera. Sprawia ona, że albedo planety jest bardzo duże. Planeta jest trzecim najjaśniejszym ciałem na naszym niebie.

Przebieg ćwiczenia: Na podstawie kalendarza astronomicznego zaplanuj obserwacje i sprawdź warunki widoczności Wenus. Przygotuj wydruk do obserwacji.

- Wynieś teleskop na zewnątrz pomieszczenia i odczekaj aż ostygnie. Używając najmniejszego powiększenia skieruj instrument na planetę oraz ustaw ostrość. Ustaw teleskop tak by planeta była w centrum pola widzenia i zwiększ powiększenie. Dobierz okular o takiej ogniskowej, by uzyskać duży obraz planety oraz niezbyt drgający.
- Zapisz w dzienniku obserwacji swoje imię i nazwisko oraz datę i czas obserwacji.
- Narysuj to co widzisz przez teleskop. Na przygotowanym kole zaznacz położenie i kształt terminatora.
- Powtórz obserwacje w odstępie kilku dni. Zobacz jak zmienia się jej kształt
- Obserwując planetę przez dłuższy czas spróbuj zarejestrować moment w którym terminator staje się linią prostą.

Czas: 60 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Ćwiczenie polega na obserwacjach Wenus. Uczeń interpretuje obserwowane fazy planety jako efekt związany z położeniem w przestrzeni Ziemi, Słońca i Wenus.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

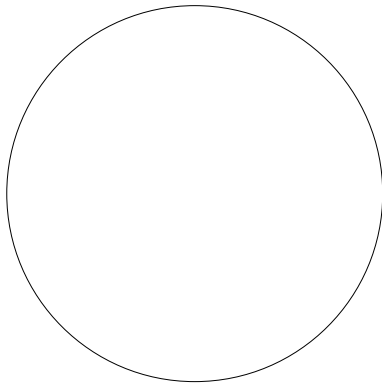
Opieka nauczyciela lub rodzica. Nie prowadzić obserwacji z niezabezpieczonych stanowisk (dachy, tarasy).

Odnośniki, literatura:

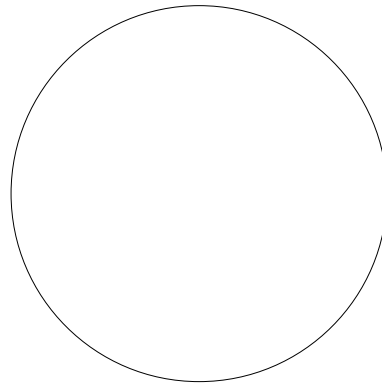
Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979
Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000
Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003
Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

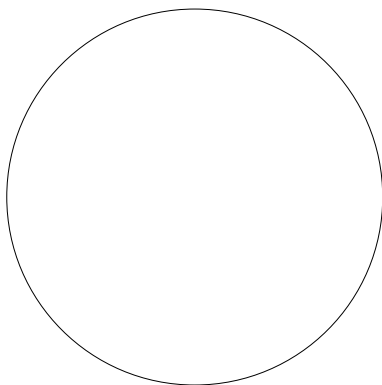
Imię i nazwisko
Miejsce obserwacji:
Data obserwacji



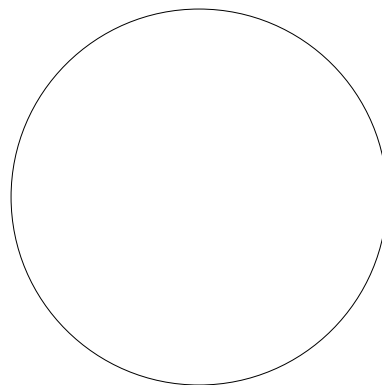
data i godzina:



data i godzina:



data i godzina:



data i godzina:

S.11.8

Tytuł ćwiczenia:

Astrofotografia aparatem cyfrowym

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Zastosowanie cyfrowego aparatu fotograficznego do robienia zdjęć obiektów astronomicznych.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Średni, pojęcia: ruch dobowy sfery niebieskiej, wielkości gwiazdowe, współrzędne równikowe.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Cyfrowy aparat fotograficzny, statyw fotograficzny, komputer z zainstalowaną przeglądarką zdjęć.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Czulość współczesnych cyfrowych aparatów fotograficznych jest bardzo duża. Łącząc to z wygodnym procesem obróbki fotografii otrzymujemy silne narzędzie do poznawania obiektów i zjawisk astronomicznych. Kilka uwag:

- Wskazane jest użycie aparatu fotograficznego z manualnym ustawianiem czasu ekspozycji i przysłony.
- Proszę nie zapominać o wyłączeniu lampy błyskowej!
- Umocowanie aparatu na statywie. Wykonując zdjęcia z długimi czasami ekspozycji należy zwrócić szczególną uwagę na brak drgań i nieporuszanie aparatu. W razie braku statywu aparat należy oprzeć o stabilny konstrukcję, np. wykonaną z książek. Wykonując zdjęcia wskazane jest korzystanie z samowyzwalacza (wystarczy 2 sekundy).
- Wykonując zdjęcia należy eksperymentować z wyborem czasu ekspozycji, wielkością przysłony i zastosowaną ogniskową obiektywu (zoomem). Wskazane jest wykonanie kilku zdjęć tego samego obiektu z różnymi ustawieniami, by móc wybrać najlepsze.

Przebieg ćwiczenia: Wykonaj zdjęcie dowolnego gwiazdozbioru. W zależności od widoczności na niebie możesz też skierować aparat fotograficzny na gwiazdozbiór Wielkiej Niedźwiedzicy lub Kasjopei.

- Wybierz manualny tryb pracy aparatu fotograficznego oraz maksymalnie otwórz przysłonę i ustaw czas ekspozycji na około 10 sekund.
- Skieruj aparat na wybraną część nieba i zwolnij migawkę korzystając z samowyzwalacza.
- By otrzymać najlepsze zdjęcie wykonaj serię zdjęć tej samej okolicy nieba zmieniając czas ekspozycji, otwór obiektywu i długość ogniskowej (zoom).
- Wykonaj kilka fotografii gwiazdozbioru leżącego na równiku niebieskim, z pasa zodiaku.
- Oglądaj zdjęcia na monitorze komputera. Sprawdź jakie parametry ekspozycji miały najlepsze fotografie.
- Porównaj otrzymane fotografie z atlasem nieba. Zidentyfikuj zarejestrowane gwiazdy i gwiazdozbiory.

Czas: 6 minut

0

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Nie ma jednoznacznie określonych ustawień gwarantujących otrzymanie dobrego zdjęcia astronomicznego. Jego jakość silnie zależy od zastosowanego aparatu i fotografowanego obiektu. By zarejestrować słabe obiekty należy stosować długie czasy naświetlania, wysoką czułość przetwornika oraz duży otwór obiektywu. Przy długich czasach ekspozycji gwiazdy na fotografii stają się krótkimi łukami. Zwiększanie czułości w aparacie powoduje znaczny wzrost szumów w obrazie.

Ćwiczenie to pozwala przedstawić uczniom zastosowania zjawisk fizyki kwantowej wykorzystywanych w budowie przetwornika CCD.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Fotografie nocnego nieba należy prowadzić pod opieką nauczyciela lub rodzica.

Odnosiniki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000

Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003

Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

S.11.9

Tytuł ćwiczenia:

Obserwacje teleskopowe Jowisza

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Poznanie metod teleskopowych obserwacji powierzchni planet. Samodzielne obserwacje tarczy Jowisza.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Podstawowy.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Teleskop, lornetka, przybory kreślarskie.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Jowisz jest największą planetą Układu Słonecznego. Zbudowany jest z gazów w różnym stanie skupienia. Zewnętrzne, obserwowane z Ziemi warstwy atmosfery ukazują równoleżnikowo ułożone strugi barwnych gazów. Na powierzchni planety utrzymuje się odkryty przed prawie 400 laty olbrzymi cyklon, Czerwona Plama. Szybki ruch obrotowy Jowisza (ok. $9^h 55^m$) sprawia, że planeta jest wyraźnie spłaszczona.

Przebieg ćwiczenia: Na podstawie kalendarza astronomicznego zaplanuj obserwacje i sprawdź widoczność Jowisza na niebie. Przed obserwacjami przygotuj wydruk do obserwacji.

- Wynieś teleskop na zewnątrz pomieszczenia i odczekaj aż ostygnie. Używając najmniejszego powiększenia skieruj instrument na planetę oraz ustaw ostrość. Ustaw teleskop tak by planeta była w centrum pola widzenia i zwiększ powiększenie. Dobierz okular o takiej ogniskowej, by uzyskać spokojny i duży obraz planety.
- Zapisz w tabeli obserwacji swoje imię i nazwisko oraz datę i czas obserwacji. Narysuj to co widzisz przez teleskop. Rysowanie ułatwi przygotowany wcześniej kontur tarczy planety o eliptycznym kształcie. Ze względu na szybki obrót planety wokół własnej osi rysunek należy wykonać w czasie krótszym niż 15 minut.
- W trakcie obserwacji staraj się uchwycić pasy układające się równoleżnikowo oraz Czerwoną Plamę.
- Powtórz obserwacje w odstępie kilku godzin i kilku dni. Zobacz jak zmienia się wygląd obserwowanej tarczy Jowisza.

Czas: 60 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Prowadzenie teleskopowych obserwacji Jowisza. Uczeń interpretuje zaobserwowane szczegóły powierzchni planety.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Opieka nauczyciela lub rodzica. Nie prowadzić obserwacji z niezabezpieczonych stanowisk (dachy, tarasy).

Odnosniki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

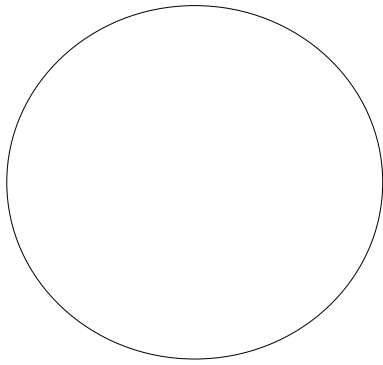
Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000

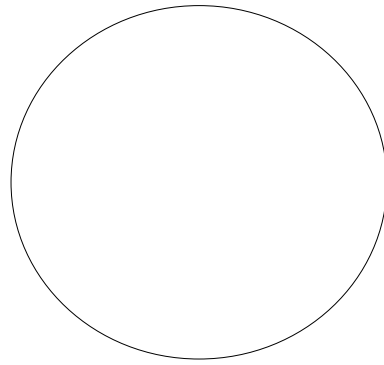
Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003

Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

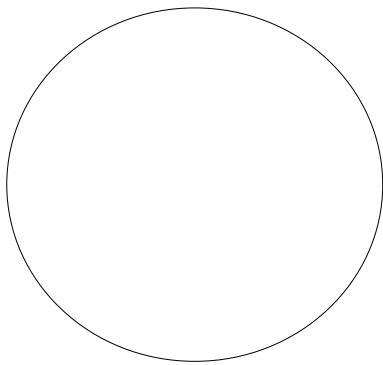
Imię i nazwisko
Miejsce obserwacji:
Data obserwacji



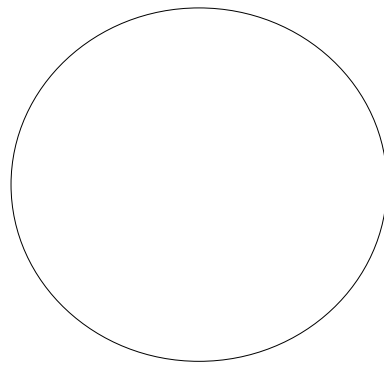
godzina:



godzina:



godzina:



godzina:

S.11.10

Tytuł ćwiczenia:

Obserwacje nocnego nieba - gromady gwiazd i mgławice

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Celem ćwiczenia jest przeprowadzenie przez uczniów samodzielnych obserwacji astronomicznych nocnego nieba. Uczniowie odnajdują na niebie gromady gwiazd i mgławice zawarte w tabeli. Przeprowadzają obserwacje ich położenia, wyglądu i jasności.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Średni, pojęcia: sfera niebieska, równik i bieguny niebieskie, umiejętność orientacji na niebie, gromady gwiazd, mgławice.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Mapa nieba, słaba latarka z czerwonym filtrem, lornetka lub teleskop, tabela z wybranymi gromadami gwiazd i obiektami mgławicowymi.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Wiele gwiazd grupuje się. Mogą one tworzyć zwarte, gęste o silnej koncentracji gwiazd w centrum gromady kuliste. Struktury o słabej koncentracji gwiazd w części centralnej to gromady otwarte. Nie cała materia jest zawarta w gwiazdach. W przestrzeni mamy wiele jasnych lub ciemnych obłoków gazowych o różnym pochodzeniu.

Przebieg ćwiczenia: W trakcie wieczornych/nocnych obserwacji uczniowie znajdują na niebie obiekty z tabeli dołączonej do ćwiczenia.

- Oglądając gromady gwiazd zwracają uwagę na koncentrację gwiazd tworzących gromadę oraz obserwują ich kształt. W dzienniku obserwacji zapisują nazwę obiektu, jego rozmiar, czas i datę oraz warunki atmosferyczne. Starają się wiernie narysować kształt obserwowanego obiektu.

Czas: 6 minut

0

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Ćwiczenie obserwacyjne. Obserwacje obiektów mgławicowych mogą być nieco trudniejsze ze względu na ich mniejszą jasność powierzchniową. Należy zwrócić uwagę na brak świateł miejskich i Księżyca, które bardzo utrudniają prowadzenie obserwacji. Także w tym przypadku wyniki należy zapisać wyniki obserwacji.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Uczniowie prowadzą obserwacje pod opieką nauczyciela lub rodzica.

Odnosniki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000
Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003
Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

S.11.11

Tytuł ćwiczenia:

Obserwacje ruchu planet na sferze niebieskiej

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Fotograficzne obserwacje położenia planet na niebie.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Średni.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Aparat fotograficzny, mapa nieba.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Wszystkie planety poruszają się wokół Słońca po torach eliptycznych. Obserwując na tle gwiazd obiegającą Słońce planetę górną można zauważyć, że w pobliżu opozycji zakreśla ona na niebie pętle. Taki tor związany jest z obserwowaniem poruszającej się planety z powierzchni obiegającej Słońce Ziemi.

Przebieg ćwiczenia: Obserwacje położenia planet na tle gwiazd można wykonać wykorzystując cyfrowy aparat fotograficzny. Wskazane jest prowadzenie obserwacji przez kilka miesięcy. Wystarczy robić jedno zdjęcie co tydzień. Tak zebrany materiał obserwacyjny pokaże interesującą trasę planety na niebie.

- Sprawdź w kalendarzu astronomicznym warunki widoczności Marsa, Jowisza i Saturna. Odszukaj jedną z tych planet na niebie. Jeżeli widać więcej planet to wykonaj obserwacje wszystkich.
- W trakcie wykonywania fotografii aparat musi być ustawiony na statywie fotograficznym lub innym stabilnym uchwycie.
- Wykonaj serię próbnych zdjęć z różnym ustawieniem czasu ekspozycji, przesłony i ogniskowej (zoom). Przeglądając zdjęcia na monitorze komputera wybierz ustawienia dające najlepszą jakość fotografii i wykorzystuj ją w dalszych obserwacjach.
- Każdego dnia po obserwacjach wykonaj ich analizę. Odczytaj ze zdjęć położenie planety i nanieś ją na mapę nieba oraz zapisz datę obserwacji.

Czas: 60 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Fotograficzne obserwacje położenia planet na sferze niebieskiej. Jeżeli były prowadzone przez kilka miesięcy przed terminem opozycji planety i po nim to rysując przez punkty obserwacji linię krzywą można zobaczyć charakterystyczną pętlę.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Obserwacje pod opieką nauczyciela lub rodzica.

Odnosniki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000

Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003

Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

S.11.12

Tytuł ćwiczenia:

Wygląd gwiazdozbiorów – ruchy własne gwiazd

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Ilustracja ruchów własnych gwiazd. Porównanie widzianego z Ziemi wyglądu gwiazdozbiorów obecnie, przed 50000 lat i za 50000 lat.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

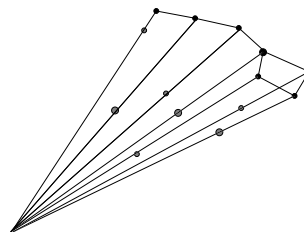
Średni, pojęcia: ruchy własne gwiazd.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Atlas nieba, papier milimetrowy, pisaki w kolorze czerwonym, zielonym i niebieskim, ołówek, linijka.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Gwiazdozbiorem nazywamy grupę najjaśniejszych gwiazd w danej okolicy nieba, których układ przypominał starożytnym rzeczy lub postaci. W rzeczywistości gwiazdy tworzące gwiazdozbiór nie muszą być ze sobą związane fizycznie. Mogą znajdować się w różnych odległościach, a kształt konstelacji wynika jedynie z projekcji na sferę niebieską ich rzeczywistych położenia.

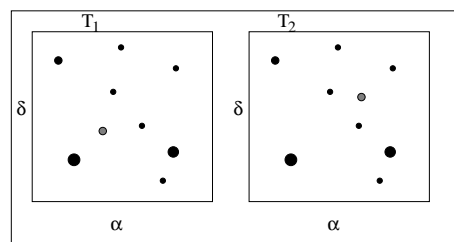


Rys. 1. Wygląd fragmentu gwiazdozbioru Wielkiej Niedźwiedzicy na sferze niebieskiej i rzeczywiste położenie gwiazd w przestrzeni.

- Gwiazdy poruszają się w przestrzeni. Zrzutowanie tego ruchu na powierzchnię sfery niebieskiej pozwala wyznaczyć ich ruch własny. Określamy go w sekundach łuku jakie gwiazda przebyła w ciągu roku w rektascensja μ_α i deklinacji μ_δ .

$$\mu_\alpha = \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{T_2 - T_1}; \quad \mu_\delta = \frac{\delta_2 - \delta_1}{T_2 - T_1}$$

Położenie gwiazdy na niebie w czasie T_1 i T_2



Przebieg ćwiczenia: Zaznacz na papierze milimetrowy położenia najjaśniejszych gwiazd wybranego gwiazdozbioru (Tabela 1.) Oblicz nowe współrzędne gwiazd jakie będą miały za 50000 lat:

$$\alpha = \alpha + 50000 * \alpha_{1950} * \pi_{\alpha}$$

$$\delta = \alpha + 50000 * \delta_{1950} * \pi_{\delta}$$

i przed 50000 lat:

$$\alpha = \alpha - 50000 * \alpha_{1950} * \pi_{\alpha}$$

$$\delta = \alpha - 50000 * \delta_{1950} * \pi_{\delta}$$

- Dla każdej epoki zastosuj inny kolor. Porównaj wygląd gwiazdozbiorów na przestrzeni wieków. Sprawdź jak zmienia się on w zależności od odległości gwiazdy od nas i jej położenia na sferze niebieskiej.

Czas: 45 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

W ćwiczeniu można prześledzić jak zmieniają się położenia gwiazd w ciągu tysięcy lat. Analiza tych danych pokazuje jak duży zakres ruchów własnych mają gwiazdy.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Brak

Odnosińniki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000

Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003

Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

Cygnus, Cyg, Łabędź

*	α_{1950}	δ_{1950}	V	Sp	π	μ_{α}	μ_{δ}
					0".001	0."001	0."001
α	20 39.7	+45 06	1.25	A2Ia	4	-2	+2
γ	20 20.4	+40 06	2.23	F8Ib	6	+1	0
ϵ	20 44.2	+33 47	2.46	K0III	44	355	+325
δ	19 43.4	+45 00	2.87	B9,5III	21	+45	+40
β	19 28.7	+27 51	3.08	K3II+B0V	4	-3	-8
ζ	21 10.8	+30 01	3.20	G8II	21	-3	-56
ξ	21 03.1	+43 44	3.70	K5Ib	2	+3	+2
τ	21 12.8	+37 50	3.73	F0IV	47	+159	+436
κ	19 15.9	+53 17	3.76	G9III	23	+57	+122
ι	19 28.4	+51 37	3.79	A5Vn	16	+20	+127

Ursa Maior, UMa, Wielka Niedźwiedzica

*	α_{1950}	δ_{1950}	V	Sp	π 0".001	μ_{α} 0."001	μ_{δ} 0."001
α	11 00.7	+62 01	1.79	K0III	31	-119	-70
β	10 58.8	+56 39	2.37	A1V	42	+83	+29
γ	11 51.2	+53 58	2.44	A0V	20	+93	+4
δ	12 13.0	+57 19	3.31	A3V	52	+106	+3
ϵ	12 51.8	+56 14	1.77	A0pV	8	+113	-11
ζ	13 21.9	+55 11	2.06	A2V+A2V	37	+124	-28
η	13 45.6	+49 34	1.86	B3V	4	-112	-18

Leo, Leo, Lew

*	α_{1950}	δ_{1950}	V	Sp	π 0".001	μ_{α} 0."001	μ_{δ} 0."001
α	10 05.7	+12 13	1.35	B7V	39	-248	+1
β	11 46.5	+14 51	2.14	A3V	76	-496	-122
γ	10 17.2	+20 06	1.98	K0III/G7III	19	+307	-152
δ	11 11.5	+20 48	2.56	A4V	40	+146	-138
ϵ	09 43.0	+24 00	2.98	G0II	2	-44	-18
ζ	10 13.9	+23 40	3.44	F0III	9	-19	-13
μ	09 49.9	+26 15	3.88	K2III	22	-218	-59
ϑ	11 11.6	+15 42	3.35	A2V	19	-59	-85
η	10 04.6	+17 00	3.53	A0Ib	2	-1	-8

Orion, Ori, Orion

*	α_{1950}	δ_{1950}	V	Sp	π 0".001	μ_{α} 0."001	μ_{δ} 0."001
α	05 52.5	+07 24	0.42	M2Iab	5	+27	+7
β	05 12.1	-08 15	0.13	B8Ia	3	+1	0
γ	05 22.4	+06 18	1.64	B2III	26	-6	-14
δ	05 29.4	-00 20	2.24	O9,5II	4	+9	-3
ϵ	05 33.7	-01 14	1.69	B0Ia	2	0	0
ζ	05 38.2	-01 58	1.77	O9,5Ib	22	+4	-2
κ	05 45.4	-09 41	2.05	B0,5Ia	9	+4	-2

Aquila, Aql, Orzeł

*	α_{1950}	δ_{1950}	V	Sp	π	μ_{α}	μ_{δ}
					0".001	0."001	0."001
α	19 48.3	+08 44	0.76	A7IV-V	198	+538	+383
β	19 52.9	+06 17	3.72	G8IV	70	+39	-483
γ	19 43.9	+10 29	2.72	K3II	6	+13	-1
δ	19 23.0	+03 01	3.36	F0IV	62	+255	+79
ζ	19 03.1	+13 47	2.99	B9,5Vn	36	-9	-101
η	19 49.9	+00 52	3.50	F6Ib	5	+7	-8
ϑ	20 08.7	-00 58	3.24	B9,5III	8	+35	+5
λ	19 03.6	-04 58	3.43	B9Vn	25	-25	-89

Gemini, Gem, Bliźnięta

*	α_{1950}	δ_{1950}	V	Sp	π	μ_{α}	μ_{δ}
					0".001	0."001	0."001
α	07 31.4	+32 00	1.58	A1V+A1m	72	-165	-110
β	07 42.3	+28 09	1.14	K0III	93	-623	-52
γ	06 34.8	+16 27	1.92	A1IV	31	+47	-46
δ	07 17.1	+22 05	3.53	F0IV	59	-19	-15
ϵ	06 40.9	+25 11	2.98	G8Ib	9	0	-1
ζ	06 61.1	+20 39	3.70	F71b	4	-4	-3
μ	06 19.9	+22 32	2.87	M3III	21	+60	-114
κ	07 41.4	+24 31	3.57	G8III	25	-27	-54

α, δ – rektascencja i deklinacja gwiazdy

V – jasność wizualna gwiazdy

Sp – typ widmowy gwiazdy

π – paralaksa gwiazdy

$\mu_{\alpha}, \mu_{\delta}$ – ruchy własne gwiazd

S.11.13

Tytuł ćwiczenia:

Klasyfikacja widmowa gwiazd

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Zaprezentowanie widm gwiazd. Pokazanie metod stosowanych w spektralnej klasyfikacji gwiazd.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Wysoki, pojęcia: gwiazdy, ewolucja gwiazd, spektroskopia.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Komputer z zainstalowanym programem cle_spectr. Program można pobrać ze strony: <http://www3.gettysburg.edu/marschal/clea/CLEAhome.html>.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Badając widmo gwiazd można określić temperaturę ich powierzchni. Dokładne metody spektroskopowe umożliwiają poznanie składu atmosfer gwiazdowych.

Przebieg ćwiczenia: W ćwiczeniu wykorzystany jest program komputerowy symulujący przeprowadzenie obserwacji spektroskopowych gwiazd oraz porównanie otrzymanego widma z widmami wzorcowymi w celu określenia typu widmowego danej gwiazdy.

- Uruchom program cle_spectr. Wybierz *Log in, Run/Take Spectra*. Następnie należy wybrać: *Dome, Tracking*. Potem *File*. W tej opcji wybieramy pierwszy obszar.
- Ustaw gwiazdę w centrum czerwonego kwadratu oraz wybierz *Monitor*. Skoryguj położenie obiektu tak, by znalazł się w centrum szczeliny spektrografu.
- Wybierz *Take Reading, Start*. Widmo mierzymy do chwili aż stosunek sygnału do szumu przekroczy 1000.
- Zapisz otrzymane widmo do pliku i powtórz spektroskopię dla pozostałych gwiazd w polu.
- Przeprowadzenie klasyfikacji rozpocznij od wybrania opcji *Run/Classify Spectrum*. Odczytaj z pliku (*Load/Unknown Spectrum/ Saved Spectra*) wcześniej otrzymane widmo.
- Wybierz opcję *Load/Atlas of Standard Spectra* i wczytaj widma wzorcowe. Porównując widma wyznacz typ widmowy badanej gwiazdy. Zapisz wynik (*Results/Save to File*), potem *Back*. Porównaj widma pozostałych gwiazd.

Czas: 45 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

W ćwiczeniu wykorzystuje się symulowaną komputerowo spektroskopię do klasyfikacji widmowej gwiazd. Uczeń obserwuje na ekranie komputera wpływ sygnału do szumu na ostateczną postać widma.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Brak

Odnosniki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000

Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003

Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

S.11.14

Tytuł ćwiczenia:

Diagram Hertzsprunga-Russella

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Zapoznanie ucznia z wykresem Hertzsprunga-Russella przedstawiającym położenie gwiazd we współrzędnych jasność absolutna (lub absolutna moc promieniowania) gwiazdy - temperatura efektywna.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

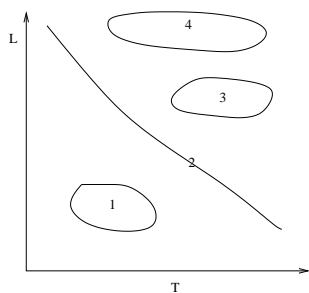
Wysoki, pojęcia: budowa gwiazd, jasności gwiazd, ewolucja gwiazd, widma gwiazd.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Papier milimetrowy, przybory kreślarskie, tabele z danymi gwiazd.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Umieszczając na wykresie absolutne wielkości gwiazdowe gwiazd względem ich klas widmowych otrzymany diagram Hertzsprunga-Russella. Gwiazdy grupują się na nim w określonych miejscach. Największa ich liczba znajduje się w wąskim pasie biegnącym ukośnie przez cały wykres, od lewego górnego rogu wykresu w dół. Obszar ten nazywany jest ciągiem głównym (2). Nad nim lokują się nadolbrzymy (3), gwiazdy o średnicach do 100 razy większych niż gwiazdy ciągu głównego. Powyżej olbrzymów, górną część diagramu zajmują nadolbrzymy (4) o jeszcze większych jasnościach. W lewym dolnym rogu diagramu H-R znajduje się mała grupa gwiazd o dużej temperaturze powierzchniowej i małych jasnościach. Są to białe karły (1).



Przebieg ćwiczenia: W celu wykonania diagramu H-R należy nanieść na wykres jasności absolutne i typy widmowe gwiazd podanych w Tabeli 1 oraz 2. Użyj czerwoną kredkę do oznaczenia gwiazd najbliższych, a zieloną dla gwiazd najjaśniejszych. Białe karły oznacz kolorem niebieskim.

- Następnie na wykonanym diagramie H-R wyodrębnij obszary zawierające gwiazdy różnych klas jasności.
- Sprawdź jak są rozmieszczone na diagramie gwiazdy z populacji najjaśniejszych i najbliższych.

Czas: 90 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

W ćwiczeniu uczniowie konstruuja diagram H-R dla dwóch próbek gwiazd: najbliższych i najjaśniejszych. Na otrzymanym wykresie wyraźnie widać grupowanie się gwiazd w obszarze gwiazd ciągu głównego, olbrzymów i białych karłów. W analizie otrzymanego wykresu należy przedyskutować rozmieszczenie gwiazd najjaśniejszych i najbliższych na otrzymanym diagramie H-R i wyjaśnić skąd biorą się różnice.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Brak

Odnosińki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000

Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003

Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

S.11.15

Tytuł ćwiczenia:

Prawo Hubble'a

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Wyznaczenie stałej Hubble'a i wieku Wszechświata.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Średni, pojęcia: modele kosmologiczne, ekspansja Wszechświata

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Papier, przybory kreślarskie, kalkulator.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Prawo Hubble'a opisuje zachowanie się galaktyk w ekspandującym Wszechświecie. Stwierdza ono, że prędkości V oddalania się od siebie galaktyk wzrastają wraz z odległościami r pomiędzy nimi. Stała proporcjonalności H nazwana jest stałą Hubble'a i wynosi około 75 km/Mpc/s

$$V = H \cdot r$$

• Konsekwencją prawa Hubble'a i ekspansji Wszechświata jest to, że ze stałej Hubble'a możemy wyznaczyć wiek Wszechświata. Jest on równy odwrotności tej stałej, $T = \frac{1}{H}$.

Przebieg ćwiczenia: Tabela 1. zawiera odległości i prędkości kilku galaktyk. Wykorzystując ją nanieś na wykres punkty odpowiadające każdej z nich. Narysuj prawo Hubble'a prowadząc prostą przechodzącą pomiędzy naniesionymi punktami i przez początek układu współrzędnych.

• Z wykresu odczytaj tangens kąta nachylenia prostej. Jest on równy stałej Hubble'a.

• Wykorzystując zależność pomiędzy stałą Hubble'a a wiekiem Wszechświata wyznacz jego wartość.

• Dokładniejszą wartość poszukiwanej wielkości otrzymasz stosując metodę najmniejszych kwadratów. W tym celu do danych obserwacyjnych powinieneś dopasować prostą postaci $y = ax$.

Czas: 45 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

W ćwiczeniu badany jest ruch odległych galaktyk. Materiał badawczy wykorzystany w zadaniu pokazuje ekspansję Wszechświata.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Brak

Odnosińki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979
 Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000
 Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003
 Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

Galaktyka	Vir	UMi	CrB	Boo	Hya
Odległość (Mpc)	15	200	290	520	800
Prędkość (km/s)	1 600	15 000	24 000	40 000	60 000

S.11.16

Tytuł ćwiczenia:

Wielkoskalowa struktura Wszechświata

Cel ćwiczenia, krótki opis:

Przedstawienie widm galaktyk. Zaprezentowanie metod otrzymywania widm oraz wyznaczenia przesunięć ku czerwieni.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Wysoki, pojęcia: spektroskopia, galaktyki, efekt Dopplera.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Komputer z zainstalowanym programem cle_1ss. Program można pobrać ze strony: <http://www3.gettysburg.edu/marschal/clea/CLEAhome.html>.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Wprowadzenie: Badając widma galaktyk możemy wyznaczyć przesunięcie linii w ich widmach. Odpowiadający za nie efekt Dopplera pozwala z kolei na określenie prędkości radialnych tych obiektów.

Przebieg ćwiczenia: W ćwiczeniu wykorzystany jest program komputerowy symulujący przeprowadzenie obserwacji spektroskopowych galaktyk. Służy on również do wyznaczenia przesunięć ku czerwieni widm galaktyk w badanym polu.

- Uruchom program clea_1ss i zaloguj się (*File, Log in, File, Run*). Następnie wybierz: *Dome, Tracking*. W opcji *Field* proszę wybrać pierwszy obszar.
- Ustaw galaktykę w centrum czerwonego kwadratu. Wybierz *Change View* i umieść obiekt w centrum szczeliny spektrografu.
- Wybierz *Take reading* i mierz widmo, aż stosunek sygnału do szumu przekroczy 20.
- Otwórz okno dialogowe wyników (*Record Meas*) i ustaw kursor na środku linii. Kliknij lewy przycisk myszki. Przepisz otrzymaną wartość długości fali do pierwszej kolumny tabelki. Powtórz to dla trzech innych linii widma.
- W drugiej kolumnie zapisz wyznaczone ze wzoru

$$V = \frac{Meas - Rest}{Rest}$$

wartości prędkości. Wybierz opcję *Verify/Average*, potem *OK, Return*. Wyniki zapisz w pliku (*File/Date/Save Results for Plot*).

- Wykonaj pomiary dla pozostałych galaktyk w polu, po czym zmień pole na następne.
- Wybierz opcję *File/Wedge Plot*. W nowym oknie dialogowym otworzy się plik z zapisanymi wynikami (*File/Open File*). Zrób wykres (*Plot*) z otrzymanych wartości prędkości radialnych galaktyk.
- Przedyskutuj rozmieszczenie galaktyk w badanej próbce.

Czas: 45 minut

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

W ćwiczeniu wykorzystując program komputerowy wyznacza się przesunięcie linii w widmach galaktyk i prędkości radialne galaktyk. Elementem ćwiczenia jest badanie ekspansji Wszechświata.

Potencjalne zagrożenie i zasady BHP:

Brak

Odnosińki, literatura:

Astronomia ogólna, Rybka, E., PWN, 1975

Astronomia w geografii, Mietelski, J., PWN, 1979

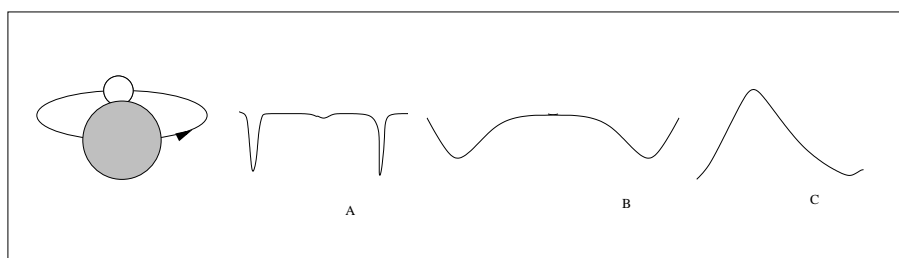
Astronomia z astrofizyką, Kreiner, J.M., PWN, 2000

Galaktyki, gwiazdy, życie, Shu, F.H., Prószyński i S-ka. 2003

Niebo na dłoni, Pittich, E., Kalmancok, D., WP, 1998

Zadania na zajęcia pozalekcyjne w szkołach

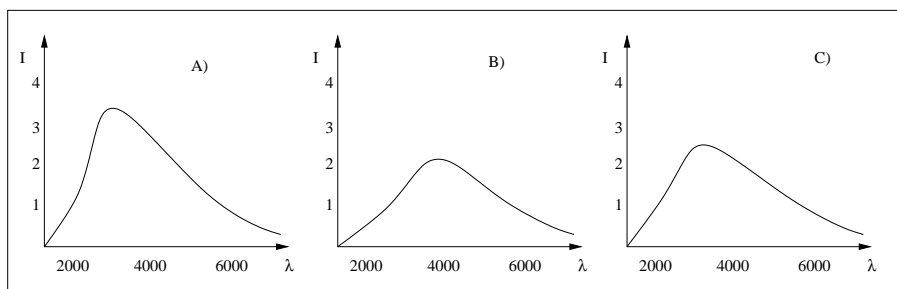
- Na dwóch fotografiach powierzchni Słońca wykonanych w odstępie dwóch dni widać, że w tym czasie plama słoneczna przesunęła się o kąt 24° . Okres obrotu Słońca wokół osi wynosi:
 - 40 dni
 - 19 dni
 - 30 dni
 - 32 dni
- Jeżeli zmniejszymy do połowy odległość do gwiazdy 6 wielkości gwiazdowej to jej wielkość gwiazdowa będzie wynosić:
 - 4,68 mag
 - 3,12 mag
 - 4,49 mag
 - 4,02 mag
- Jeżeli temperatura efektywna gwiazdy wzrosła dwukrotnie, a jej jasność zmalała czterokrotnie to jej promień:
 - zmałał 2 razy
 - zwiększył się 4 razy
 - nie zmienił się
 - zwiększył się 8 razy
- Przy dziesięciokrotnym zwiększeniu odległości do gwiazdy o wielkości gwiazdowej wynoszącej 3,6 magnitudy jej obserwowana wielkość gwiazdowa będzie wynosić:
 - 13,6 mag
 - 9,5 mag
 - 5,5 mag
 - 8,6 mag
- Rysunek przedstawia widziany z Ziemi wygląd gwiazd i ich wzajemne położenie w przestrzeni. Który z wykresów ilustruje obserwowane zmiany jasności układu.



- Gwiazda ciągu głównego mająca temperaturę taką samą jak Słońce emituje 50 razy więcej energii. Jej promień wyrażony w promieniach słonecznych wynosi:

- A. 50
- B. 7
- C. 25
- D. 3

7. Rysunki przedstawiają widma promieniowania trzech gwiazd. Która z nich jest najchłodniejsza:



8. Paralaksa gwiazdy τ *Wieloryba* wynosi $0.273''$. Jaka jest odległość do tej gwiazdy?
- A. 2,87 pc
 - B. 5,23 pc
 - C. 3,66 pc
 - D. 4,01 pc
9. Gwiazda zwiększyła ilość emitowanego światła 10 razy. O ile magnitud wzrosła jej wielkość gwiazdowa?
- A. 5 mag
 - B. 10 mag
 - C. 2,5 mag
 - D. 1 mag
10. Obserwowana jasność gwiazdy nie zależy od:
- A. jak szybko gwiazda się porusza
 - B. ilości światła emitowanego przez gwiazdę
 - C. odległości do gwiazdy
 - D. ilości i rodzaju materii pomiędzy nami a gwiazdą
11. Źródłem energii gwiazd olbrzymów jest:
- A. kolaps grawitacyjny
 - B. zapadanie się fotosfery
 - C. ciągłe zderzenia z kometami i meteorami
 - D. reakcje jądrowe
12. Które z poniższych stwierdzeń dotyczących plam słonecznych jest fałszywe:
- A. mają temperaturę niższą niż otaczająca je fotosfera
 - B. towarzyszą im pola magnetyczne

- C. występują najczęściej w okolicach biegunów Słońca
 D. mają zarówno cień jak i półcień
13. Z obserwacji w Syriusza i Arktura wykonanych w odstępach pół roku wynika, że paralaksa Syriusza jest większa. Wynika to z tego, że Syriusz:
- jest mniejszy
 - ma wyższą temperaturę
 - ma mniejszą masę
 - znajduje się bliżej nas
14. Jeżeli obserwowana gwiazda ma kolor niebieski to astronomowie są pewni, że gwiazda:
- promieniuje jedynie w niebieskiej części widma
 - promieniuje najwięcej w ultrafioletowej i niebieskiej części widma, przy czym maksimum jest w rejonie niebieskim
 - promieniuje w całym zakresie widma równomiernie, ale część czerwona i żółta widma jest tłumiona przez materię międzygwiazdową
 - promieniuje głównie w części ultrafioletowej, ale ultrafiolet jest pochłaniany przez atmosferę Ziemi
15. Promienie największych gwiazd, czerwonych gigantów są rzędu:
- promienia Słońca
 - promienia Jowisza
 - odległości Jowisza do Słońca
 - odległości do najbliższej gwiazdy, *Proxima Centauri*
16. Wykorzystując diagram Hertzsprunga-Russella oblicz ile razy średnica nadolbrzymów jest większa od średnicy Słońca?
17. W gwiazdach zmiennych zaćmieniowych obserwowane zmiany jasności zachodzą z powodu:
- zmian w ich atmosferach
 - przepływu masy między składnikami
 - zakryć jednego ze składników przez drugi
 - zmian pola magnetycznego przez które przechodzi światło
18. Ważna rola cefeid w astronomii związana jest z zależnością okresu zmian blasku z:
- rozmiarem
 - składem chemicznym
 - obrotem
 - jasnością gwiazdy
19. Gwiazda na ciągu głównym jest w równowadze hydrodynamicznej. Oznacza to, że siły grawitacji dążące do jej zapadnięcia się równoważone są przez:
- ciśnienie wiatru gwiazdowego
 - siłę odśrodkową
 - ciśnienie promieniowania i gazu

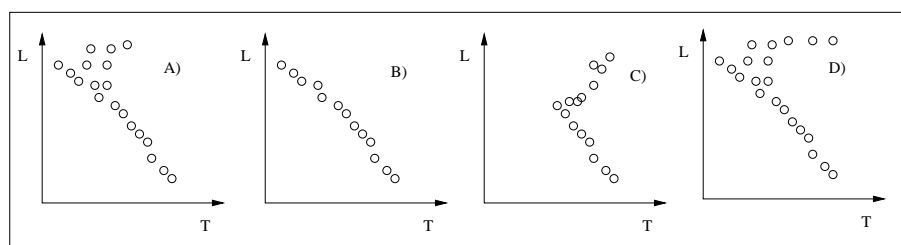
D. obecność pola magnetycznego i elektrycznego

20. Białe karły są gwiazdami:

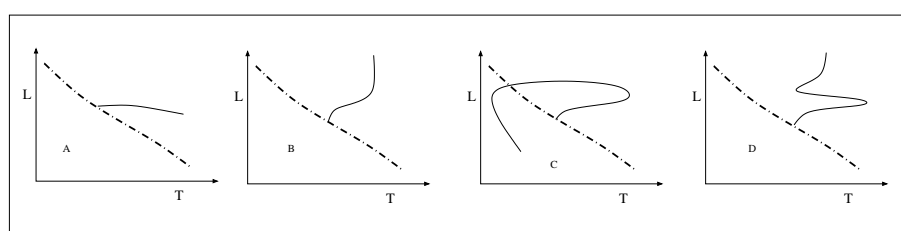
- A. zimnymi i ciężkimi
- B. gorącymi i gęstymi
- C. świecącymi i z silnym polem magnetycznym
- D. jasnymi i aktywnymi

21. Na rysunkach przedstawione są diagramy H-R trzech gromad gwiazd. U szereguj je według wzrastającego wieku gromad.

- A. abcd
- B. acdb
- C. badc
- D. cadb



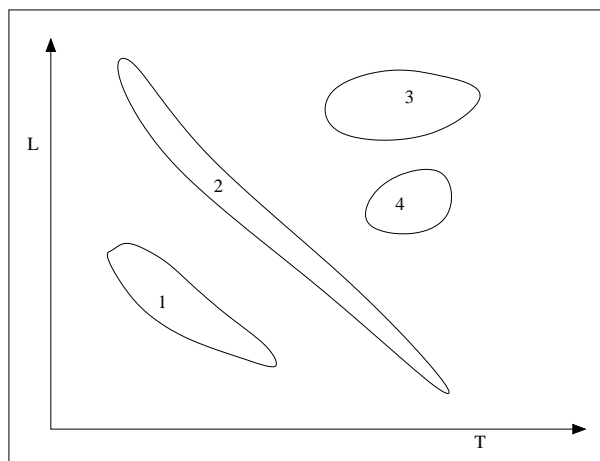
22. Ewolucję gwiazdy można prześledzić na diagramie H-R. Który z wykresów ilustruje ewolucję Słońca:



23. Rysunek przedstawia diagram Hertsprunga-Russella. Przyporządkuj literom na rysunku nazwy gwiazd różnych typów widmowych:

- A. ciąg główny
- B. olbrzymy
- C. nadolbrzymy

D. białe karły



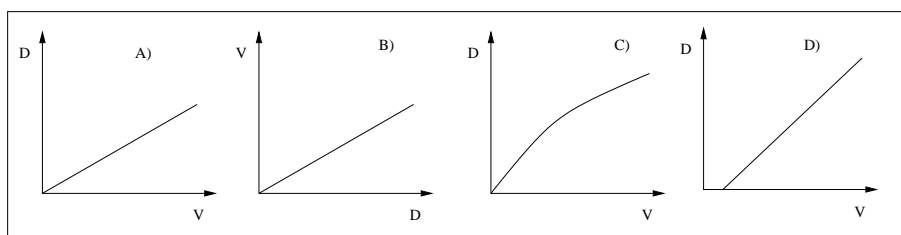
24. Gwiazdy powstają z materii międzygwiazdowej. W jakiego typu galaktykach mogą tworzyć się w chwili obecnej gwiazdy?
- A. spiralnych
 - B. eliptycznych
 - C. nieregularnych
 - D. w każdej z powyższych
25. Kiedy patrzymy się na niebie na Drogę Mleczną to widzimy:
- A. ramię spiralne w którym znajduje się Słońce
 - B. ramię spiralne, które jest po przeciwnej stronie środka Galaktyki niż Słońce
 - C. płaszczyznę Galaktyki
 - D. pozostałości po wybuchach supernowych
26. Prędkość z jaką odległe obiekty oddalają się od nas może być zmierzona ponieważ jest ona proporcjonalna do:
- A. zmian jasności światła docierającego do nas od tych obiektów
 - B. polaryzacji światła
 - C. przesunięciem linii w widmie obiektu
 - D. masy tych obiektów
27. Jeżeli w przyszłości naukowcy odkryją, że:
- A. grawitacja nie ma wpływu na rozchodzenie się światła
 - B. istnieje monopol magnetyczny
 - C. długość światła zmienia się w czasie jego rozchodzenia się
 - D. gwiazdy zmienne się zapadają
- to teoria ekspansja Wszechświata może przestać być prawdziwa.
28. Zgodnie z teorią Wielkiego Wybuchu najdalsze galaktyki
- A. są pozbawione mgławic gazowych

- B. są bardziej masywne
- C. oddalają się od nas
- D. wszystkie oddalają się od siebie

29. Efekt Dopplera może być zastosowany do:

- A. wyznaczenia odległości galaktyk
- B. jasności gwiazd
- C. koloru
- D. widma obiektów astronomicznych

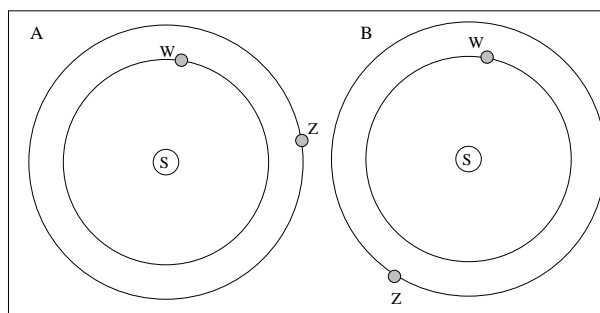
30. Który z wykresów przedstawia prawo Hubble'a?



31. Przesunięcie ku czerwieni widma pewnej galaktyki wynosi 0,12. Zakładając, że jest ono związane z efektem Dopplera w jakiej odległości od nas jest ta galaktyka?

- A. 860 Mpc
- B. 1280 kpc
- C. 480 Mpc
- D. 1200 lat świetlnych

32. Promień orbity Wenus jest mniejszy niż Ziemi. Wpływa to między innymi na obserwowany przez nas wygląd tarczy Wenus. Narysuj jak ona wygląda z Ziemi w przedstawionych na rysunkach położeniach planet.



33. W trakcie ostatniej wielkiej opozycji Marsa średnica kątowa tarczy tej planety wynosiła 25.2". Ile milimetrów ma średnica obrazu tej planety w ognisku teleskopu o ogniskowej obiektywu wynoszącej 20 metrów?

34. Jaka jest zdolność rozdzielcza teleskopu o średnicy obiektywu 35 cm? Czy można przez ten teleskop zobaczyć składniki gwiazdy podwójnej, jeżeli są one odległe od siebie o 0.48 sekundy łuku?
35. Jakie należy użyć powiększenie teleskopu by oglądany przez niego kątowny rozmiar tarczy Jowisza wynoszący $40''$ był taki sam jak oglądana gołym okiem tarcza Księżyca?
36. Jakie rozmiary ma obraz tarczy Księżyca w płaszczyźnie ogniskowej teleobiektywu o ogniskowej 50 cm? Średnica kątowna tarczy Słońca wynosi $30'$.
37. Średnica kątowna księżycowego krateru *Copernikus* wynosi $40''$, a odległość Księżyca od Ziemi jest równa 386400 km. Jakie są rozmiary liniowe krateru?
38. Wysokość gór na Księżycu można zmierzyć obserwując jego brzeg. Unoszą się one ponad brzeg jego tarczy na wysokość do 4 sekund łuku. Oblicz jaka jest wysokość gór w kilometrach.
39. Średnia prędkość cząsteczki wodoru zależy od temperatury T [K] i wynosi:

$$v = 111\sqrt{T} \text{ m/s}$$

Jeżeli w południe temperatura powierzchni Księżyca wynosi 120°C to czy wiele cząsteczek wodoru opuszcza Księżyc w tych warunkach? Prędkość ucieczki z Księżyca wynosi 2,4 km/s.

40. Oblicz ile razy światło słoneczne docierające do Saturna jest słabsze niż dochodzące do Ziemi?
41. Podczas wielkiej opozycji Marsa, jego średnica kątowna wynosiła $25.1''$, a odległość od Ziemi 56 mln km. Oblicz ile wynosi promień tej planety?
42. Najmniejsze obiekty obserwowane gołym okiem mają rozmiar wynoszący około 2 minut łuku. Jakie rozmiary w porównaniu z Ziemią musi mieć plama na Słońcu by była widoczna bez użycia teleskopu przy użyciu ciemnego filtra?
43. Tabela zawiera nazwy, typy widmowe i jasności absolutne kilku gwiazd. Nanieś dane z tabeli na diagram Hertzsprunga-Russella. Które z gwiazd leżą na ciągu głównym, a które są olbrzymami.

gwiazda	typ widmowy	jasność absolutna
Słońce	G2	+5
α Kasjopei	K0	-1
δ Kasjopei	A5	+2
α Hyi	F0	+3
β Perseusza	B8	-1
γ Hyi	M2	-2
π^3 Oriona	F6	+4
Ross 128	M5	+14
61 Łabędzia	K5	+8
β Lep A	G5	0

44. Gwiazda zmienna fizycznie *Mira Ceti*, w wyniku pulsacji powodujących zmiany jej promienia zmienia swą jasność. W maksimum blasku ma wielkość gwiazdową wynoszącą około 3 magnitudy, w minimum około 9 magnitud. Ile razy jest ona jaśniejsza w maksimum niż w minimum?
45. Jedną z metod pomiaru odległości w astronomii polega na porównywaniu jasności odległych obiektów. Zakłada się w niej, że te obiekty emitują tyle samo światła, a obserwowane przez nas jasności wynikają z różnych odległości do tych ciał. Jeżeli przyjmiemy, że wielkości gwiazdowe wszystkich gwiazd są jednakowe, to ile razy dalej znajdują się gwiazdy 11-tej wielkości niż 1-ej?
46. Gołym okiem można zobaczyć gwiazdy do 6 magnitudy. Obiektyw teleskopu mając większą powierzchnię niż oko pozwala zebrać więcej światła i przez to obserwować słabsze obiekty. Do jakiej wielkości gwiazdowej można prowadzić obserwacje przez lunetę o średnicy 6 cm i teleskop o średnicy 6 metrów. Przyjmij, że w nocy źrenica oka ma średnicę 6 mm.
47. Oblicz jaką wielkość gwiazdową ma gwiazda jaśniejsza milion razy od gwiazdy 6 wielkości.
48. Obliczyć masę, jaką w ciągu roku traci Słońce w wyniku emisji promieniowania elektromagnetycznego.
49. W wyniku wybuchu gwiazdy nowej część jej materii jest wyrzucana w przestrzeń kosmiczną. W widmie tej gwiazdy zaobserwowano, że długość fali linii wodoru H_α wynosiła 482.05 nm. Oblicz z jaką prędkością oddalały się od gwiazdy jej zewnętrzne warstwy?
50. Jeżeli dwie gwiazdy emitują takie same ilości energii, to ile wynosi stosunek ich promieni. Wiemy, że temperatura efektywna pierwszej gwiazdy jest równa $T_1 = 6000$ K, a drugiej $T_2 = 20000$ K?
51. Paralaksa gwiazdy β *Bliźniąt* wynosi $0.094''$. Oblicz jej odległość od Ziemi w jednostkach astronomicznych.

52. Paralaksa pierwszej gwiazdy wynosi $0.08''$. Druga gwiazda znajduje się w odległości 20 lat świetlnych. Która z gwiazd jest dalej od nas?
53. Paralaksa pierwszej gwiazdy wynosi $0.04''$, a druga gwiazda znajduje się w odległości 15 lat świetlnych. Wiemy, że są to gwiazdy tego samego typu widmowego i leżą na ciągu głównym. Która z nich świeci jaśniej na nocnym niebie?
54. Wykorzystując zdjęcie protuberancji na Słońcu oblicz na jaką wysokość nad jego powierzchnię one docierają. Porównaj ten wynik z odległością Ziemia-Księżyc.
55. Na podstawie zdjęć korony słonecznej w maksimum i minimum aktywności oblicz jej średnicę. Porównaj otrzymane wyniki.
56. Składniki pewnej gwiazdy podwójnej okrążają wspólny środek masy po elipsach o dużych półosiach wynoszących: $a_1 = 26.0$, $a_2 = 43.6$ jednostki astronomicznej. Okres obiegu jednego z tych składników wokół wspólnego środka masy wynosi $P = 480$ lat. Oblicz masy m_1, m_2 gwiazd wchodzących w skład rozpatrywanej gwiazdy podwójnej, wyrażając je w masach Słońca.
57. Oblicz ile gwiazd 6 wielkości gwiazdowej ma jasność równą jasności gwiazdy 1 wielkości?
58. Widmo promieniowania fotosfery w pobliżu plamy słonecznej pokazuje, że czerwona linia wodoru H_α ($\lambda = 656,3$) nm jest przesunięta ku czerwieni. Długość tej fali w widmie wynosi $656,6$ nm. Jaka jest prędkość opadania wodoru w tym obszarze?
59. Analiza widma brzegu tarczy Słońca pokazuje, że prędkość materii na równiku słonecznym wynosi około 2 km/s . Oblicz okres obrotu Słońca.
60. Maksimum energii w widmie słonecznym występuje dla długości fali 470 nm. Korzystając z prawa Wiena oblicz temperaturę jego powierzchni.
61. Jak długo trwałaby podróż do gwiazdy, *Procyon*, rakieta poruszającą się z prędkością 1000 km/s. Paralaksa gwiazdy wynosi $0,286''$?
62. Odległość do Syriusza wynosi 2.7 parseków. Z powodu ruchu własnego zbliża się on do nas z prędkością 8 km/s. Oblicz po ilu latach jego obserwowana jasność wzrośnie dwukrotnie.
63. Oblicz ile wynosi suma mas gwiazd tworzących układ podwójny *Capella*, jeżeli duża półoś orbity wynosi 0.85 j.a., a okres ich obiegu wokół wspólnego środka masy jest równy 0.285 lat.
64. Gwiazda podwójna ε *Hydrae* ma okres obiegu 15.3 lat. Jej paralaksa wynosi $0.02''$, a duża półoś orbity równa się $0.23''$. Oblicz liniowy rozmiar orbity gwiazdy i sumę mas składników.

65. Duża pólka orbity gwiazdy podwójnej α *Centauri* wynosi $17.65''$. O ile jest większa odległość między gwiazdami tworzącymi ten układ od odległości Ziemia-Słońce. Paralaksa gwiazdy wynosi $0.75''$.
66. Gwiazda nowa w gwiazdozbiorze *Aquila* miała maksymalną magnitudę absolutną wynoszącą około -9. Ile razy jej jasność była większa od jasności absolutnej Słońca. Jak daleko od nas jest ta gwiazda, jeżeli jej jasność obserwowana wynosiła -1 mag.
67. Mgławica planetarna w gwiazdozbiorze *Lutni* ma średnicę kątową równą $83''$ i znajduje się od nas w odległości 600 parseków. Jaka jest jej średnica liniowa? Porównaj jej rozmiar z rozmiarem naszego układu Słonecznego.
68. Jasność absolutna galaktyki M63 wynosi -20 wielkości gwiazdowych. Zakładając, że w jej skład wchodzi tylko gwiazdy podobne do naszego Słońca, oblicz z ilu gwiazd składa się ta galaktyka. Przyjmij, że jasność absolutna Słońca wynosi +5 magnitud.
69. W galaktyce M31 zaobserwowano wybuch gwiazdy nowej. Jej jasność absolutna wynosiła -8 wielkości gwiazdowej, a jasność obserwowana na niebie była równa +16 wielkości gwiazdowej. Jaka jest odległość do tej galaktyki?
70. Obliczyć ile wynoszą przesunięcia ku czerwieni linii wodoru H_{α} w widmach galaktyk, jeżeli odpowiadają one prędkościom: 0.1, 0.3, 0.7 i 0.9 prędkości światła? Obliczenia wykonaj na podstawie wzorów mechaniki klasycznej i szczególnej teorii względności. Przedyskutuj otrzymane wartości.
71. Obserwacje widma galaktyk wchodzących w skład gromady *Coma* pokazały, że średnia wartość przesunięcia linii widma ku czerwieni wynosi 0,022. Oblicz odległość do tej gromady galaktyk.
72. Przedyskutuj dlaczego buduje się teleskopy o dużych średnicach obiektywu? Jakie są powody lokalizowania obserwatoriów na wysokich szczytach górskich. Jaki wpływ na obserwacje mają światła miast?
73. Rysunek przedstawia fragment nieba o godzinie 19. Znajdź błąd rysunku? Uzasadnij odpowiedź.



74. Omów dlaczego w astronomii obserwacje spektroskopowe odgrywają tak dużą rolę? Wy-
mień co najmniej cztery powody.
75. Czy według przyjętej teorii budowy komet jest możliwe by miała ona blisko Słońca i daleko
od niego warkocz takiej samej długości?
76. Jeżeli przesłonimy połowę obiektywu teleskopu kawałkiem papieru i skierujemy teleskop
na Księżyc to jak będzie on wyglądał?
77. Omów co najmniej dwa fakty obserwacyjne świadczące o istnieniu materii międzygwiaz-
dowej.
78. Jakie zjawiska fizyczne są odpowiedzialne za powstawanie ciemnych linii w widmach gwiazd?
79. Początkowo materia we Wszechświecie zdominowana była przez wodór. Przedstaw w jaki
sposób mogą powstawać w nim pierwiastki cięższe od wodoru.
80. Jak wyglądałaby na niebie Droga Mleczna, gdyby Słońce leżało w płaszczyźnie Galaktyki,
a jak gdyby znajdowało się bardzo daleko od jej centrum?

Spis treści

Opis zajęć dla uczniów na uczelni	1
1. Gwiazdy i gwiazdozbiory	2
2. Ruch dzienny sfery niebieskiej	6
3. Roczny ruch Słońca	7
4. Ruchy planet	8
5. Zaćmienia Słońca	9
6. Obserwacje powierzchni Słońca	10
7. Atlasy i mapy nieba	12
Opis ćwiczeń na zajęcia pozalekcyjne w szkołach	13
1. Obrotowa mapka nieba	13
2. Globus niebieski	15
3. Budowa astrolabium	17
4. Obserwacje nocnego nieba - ciekawe gwiazdy	19
5. Obserwacje nocnego nieba - gwiazdozbiory	21
6. Obserwacje przelotu meteorów	22
7. Obserwacje teleskopowe Wenus	24
8. Astrofotografia aparatem cyfrowym	27
9. Obserwacje teleskopowe Jowisza	29
10. Obserwacje nocnego nieba - gromady gwiazd i mgławice	32
11. Obserwacje ruchu planet na sferze niebieskiej	34
12. Wygląd gwiazdozbiorów – ruchy własne gwiazd	36
13. Klasyfikacja widmowa gwiazd	40
14. Diagram Hertzsprunga-Russella	42
15. Prawo Hubble'a	44
16. Wielkoskalowa struktura Wszechświata	46
Zadania na zajęcia pozalekcyjne w szkołach	48