

Jak zainteresować uczniów astronomią w szkole podstawowej, gimnazjum i szkole ponadgimnazjalnej?

Krzysztof Gołębiowski
Mariusz Kamiński
Krzysztof Rochowicz
Bogdan Sobczuk



Jak zainteresować uczniów astronomią w szkole podstawowej, gimnazjum i szkole ponadgimnazjalnej?

Poradnik dla nauczycieli
edukacji wczesnoszkolnej,
przyrody, fizyki i geografii

Krzysztof Gołębiowski
Mariusz Kamiński
Krzysztof Rochowicz
Bogdan Sobczuk

Wydawca:

Ośrodek Rozwoju Edukacji
Aleje Ujazdowskie 28
00-478 Warszawa
tel. +48 22 345 37 00
fax +48 22 345 37 70

Publikacja powstała w ramach projektu „Opracowanie i wdrożenie kompleksowego systemu pracy z uczniem zdolnym”

Autorzy:

Krzysztof Gołębiowski
Mariusz Kamiński
Krzysztof Rochowicz
Bogdan Sobczuk

Redaktor merytoryczny:

Krzysztof Gołębiowski

Recenzent:

Barbara Dłużewska

Projekt graficzny:

Agencja Reklamowa FORMS GROUP

Warszawa, 2012

Nakład: 31 500 egz.

ISBN 978-83-62360-29-1



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



OŚRODEK
ROZWOJU
EDUKACJI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Publikacja współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

EGZEMPLARZ BEZPŁATNY

Przygotowanie do druku, druk i oprawa:

Agencja Reklamowo-Wydawnicza A. Grzegorzczak
www.grzeg.com.pl

Spis treści

Wstęp	5
--------------------	---

Rozdział I

KIEDY I GDZIE UCZEŃ MOŻE SIĘ ZAINTERESOWAĆ ASTRONOMIĄ?	7
Własna obserwacja nieba przez dzieci a edukacja w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym	8
Elementy astronomii w programach nauczania (przyrody, fizyki, geografii)	14
Zjawiska astronomiczne w opisach literackich	18

Rozdział II

NOCNE OBSERWACJE NIEBA.	23
Przed obserwacjami nieba.	24
Gwiazdne drogowaskazy	26
Zjawiska na niebie.	40
Roje meteorów	50
Kampanie badawcze	59

Rozdział III

ASTRONOMIA W KOMPUTERZE.	61
Internetowe witryny astronomiczne	62
Oprogramowanie do obserwacji nieba.	63
Obserwacje teleskopami internetowymi.	67
Programy do eksperymentów i ćwiczeń (symulatory, eksploratoria)	70
Projekty edukacyjne	72

Rozdział IV

ZAJĘCIA POZALEKCYJNE.	76
Początek działalności koła	77
Obserwacje optyczne.	79
Zaawansowane obserwacje astronomiczne.	81
Praca z uczniem, czyli część najważniejsza	97

Rozdział V

ZAJĘCIA POZASZKOLNE	101
Wykłady z astronomii	102
Współpraca z instytucjami	102
Seminaria astronomiczne	104
Instytucje popularyzujące astronomię	104
Programy międzynarodowe	104
Pomoc dla nauczycieli w ramach EAAE	105

Rozdział VI

LITERATURA	107
Literatura popularnonaukowa	108
Literatura dla dzieci	110
Atlasy, albumy i tablice	110
Literatura dla uczniów przygotowujących się do olimpiady astronomicznej	111
ZAKOŃCZENIE	111
BIBLIOGRAFIA	112

Wstęp

Astronomia, to dziedzina wiedzy spotykająca się z naturalnym zainteresowaniem większości mieszkańców Ziemi. Rozgwieżdżone niebo, podróże kosmiczne, odkrycia planet poza Układem Słonecznym, czarne dziury i Wielki Wybuch, nieskończoność Wszechświata – to tylko niektóre z zagadnień, o które nie do końca zniechęceni bądź onieśmieleni uczniowie mogą zapytać nauczyciela przedmiotów przyrodniczych. Dobrze byłoby mieć w zanadru jeśli nie odpowiedź, to chociaż świadomość istnienia całej gamy interesujących pomocy dydaktycznych – w formie stron i portali internetowych, programów komputerowych, projektów edukacyjnych czy wręcz gotowych do użycia narzędzi obserwacyjnych – wszystkiego, co ma do zaoferowania współczesna technologia informacyjna. Chcielibyśmy pomóc osobom potencjalnie zainteresowanym astronomią trafić na właściwą ścieżkę, od której można rozpocząć naprawdę ciekawą i wciągającą przygodę z nauką o kosmosie.

Zaczynając od dzieci w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym, kierujemy na właściwe dla tego wieku sposoby uczenia się i zdobywania wiedzy. Dla tej grupy zamieszczamy propozycje zabaw, lektur i gier dostosowane do tego etapu rozwoju dzieci. Kolejne rozdziały są poświęcone pracy ze starszymi dziećmi i młodzieżą według ich aktywności. Wymienione są pozycje z literatury pięknej odnoszące się do astronomii. Mamy nadzieję, że mogą one zachęcić nauczycieli i uczniów do własnych poszukiwań w świecie literatury, a także obserwacji piękna natury.

Zwracamy uwagę nauczycieli na zawartość treści astronomicznych w podstawie programowej kształcenia ogólnego na różnych etapach edukacji, w programach nauczania przyrody, fizyki i geografii. Zebrane informacje pomogą przy planowaniu zajęć i tworzeniu własnych programów rozwijających zainteresowania uczniów astronomią. Dają obraz wiedzy, jaką powinni dysponować uczniowie.

Astronomia, to przede wszystkim nauka obserwacyjna, więc przedstawiamy w naszym poradniku, w jaki sposób planować obserwacje oraz jak je dokumentować. Komputer podłączony do internetu lub posiadający ogólnie dostępne oprogramowanie może w znacznym stopniu ułatwić prezentowanie bądź wyjaśnianie wielu zjawisk. Pokazujemy przykłady, jak rozwijać zainteresowania astronomią na zajęciach pozalekcyjnych pracując z młodzieżą uzdolnioną przygotowującą się do udziału w konkursach i olimpiadach, z zamiarem osiągnięcia sukcesów na etapie krajowym i międzynarodowym.

Proponujemy różne formy pracy pozaszkolnej dla młodzieży zainteresowanej astronomią, zachęcamy do współpracy z instytucjami związanymi z astronomią – czy to z miejscowym planetarium, czy uniwersytetem, towarzyszami. Udzielamy także wskazówek, gdzie szukać informacji na temat wydarzeń astronomicznych. Opisujemy programy międzynarodowe nauczania astronomii w szkołach, np. „Hands-On Universe, Europe”.

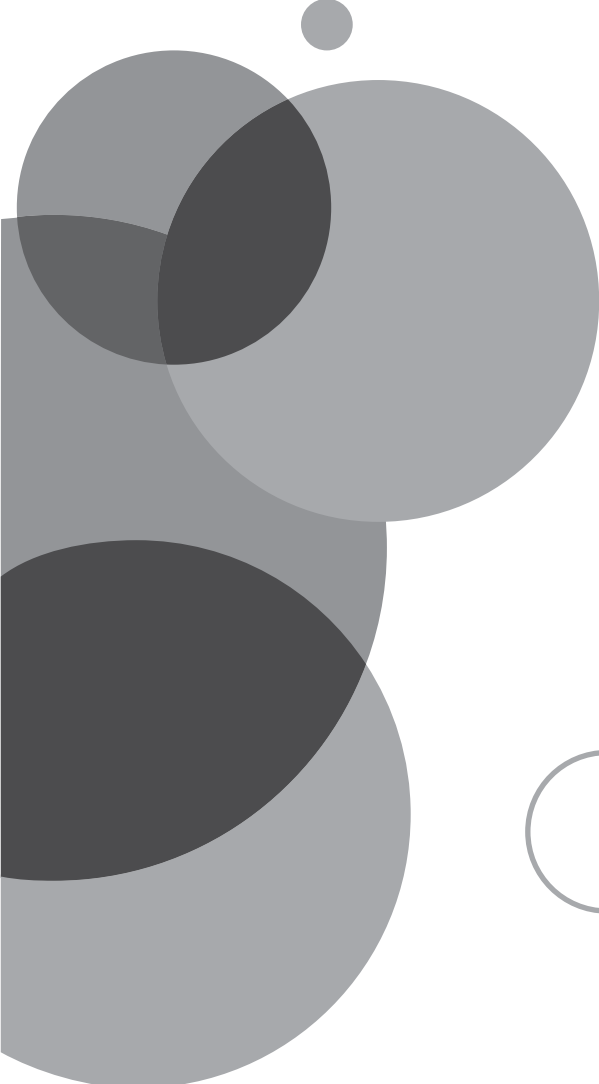
W ostatnim rozdziale zamieściliśmy spis literatury astronomicznej zawierający książki popularnonaukowe, naukowe, podręczniki, atlasy, tablice i literaturę dla dzieci. Podaliśmy spis literatury dla uczniów, przygotowujących się do olimpiady astronomicznej.

Głównym źródłem wiedzy jest nasze doświadczenie w pracy z młodzieżą uzdolnioną. Korzystaliśmy dlatego z wielu pozycji wymienionych w spisie literatury oraz informacji zawartych na stronach internetowych, których adresy są umieszczone w poradniku.

Mamy nadzieję, że nasze propozycje przedstawione w poradniku będą pomocne w rozwijaniu u uczniów zainteresowań astronomią.

Autorzy





Rozdział I

Kiedy i gdzie uczeń może się
zainteresować astronomią?

Własna obserwacja nieba przez dzieci a edukacja w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym

Dzieci w wieku przedszkolnym mogą rozpocząć naukę astronomii od obserwacji nieba i zjawisk widocznych gołym okiem, nie wymaga to dużych nakładów finansowych. Zainteresowanie dzieci astronomią przejawia się w prostych obserwacjach nieba, przemijania dnia i nocy, pojawiania się Słońca i Księżycy, zmian pór roku. Nauka w tym okresie jest inspirowana chęcią poznawania otaczającego świata, zainteresowania przyrodą i możliwością wpływania na nią. Pierwsze obserwacje są kontynuowane z powodzeniem w dalszej edukacji. Duży wpływ na rozwój poznawczy dzieci w tym wieku mają rodzice. Podczas Międzynarodowego Roku Astronomii 2009 wśród uczestników pokazów i wykładów astronomicznych można było spotkać wielu rodziców z dziećmi w wieku przedszkolnym. Uczestnictwo tak młodych słuchaczy świadczy o tym, że już kilkuletnie dziecko jest zainteresowane naturą, przyrodą i astronomią.

Planując działania edukacyjne dla dzieci w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym, należy brać pod uwagę następujące fakty:

- dzieci w wieku przedszkolnym rzadko łączą ze sobą poszczególne fakty, często skupiają się wyłącznie na sytuacji „tu i teraz”. Spostrzeżenia w wieku przedszkolnym mają charakter przypadkowy, są uzależnione od mimowolnej uwagi dziecka i działania bodźców emocjonalnych;
- dziecko postrzega świat przede wszystkim za pomocą zmysłów wzroku i słuchu; poznaje go głównie dzięki bezpośredniej obserwacji i aktywności motorycznej;
- z uwagi na fakt, że rozwój motoryczny stanowi dla dziecka główną podstawę działania, trudno jest planować czynności, podczas których jego uwagę chcemy przyciągnąć w okresie dłuższym niż 10–15 minut;
- coraz szerszy dostęp do internetu daje możliwość samodzielnego poszukiwania wiadomości z wybranych dziedzin, są to jednak działania właściwe dla uczniów zdolnych. Przeciętny uczeń częściej wybierze działania związane z ruchem, sportem i szeroko pojętą aktywnością fizyczną w czasie wolnym;
- dzieci uczą się przede wszystkim przez zabawę.

Dzieci wraz z rozwojem umiejętności mówienia starają się formułować coraz więcej pytań dotyczących poznawanej rzeczywistości. W wieku przedszkolnym poprzez pytania poznają świat, odnajdują w nim swoje miejsce; pytania te jednak stają się bardziej konkretne dopiero w wieku szkolnym. Dzieci uzdolnione zadają więcej pytań niż ich rówieśnicy, zwłaszcza pytań abstrakcyjnych. Zdolne dziecko stara się być zawzięte w zdobywaniu wiedzy, wychwytywaniu tego, co istotne, często na dalszy plan odsuwa rozwój motoryczny. Nie unikniemy pytań związanych z astronomią skierowanych do rodziców i nauczycieli, na przykład:

Dlaczego Słońce świeci?

Czym jest Słońce, Księżyc, planety?

Co to znaczy, że Kopernik wstrzymał Słońce i ruszył Ziemię?

Muzyka i taniec mogą stanowić inspirację do nauki, dzieci chętnie powtarzają piosenki i wierszyki, naśladują otaczający je świat, wyrażając to za pomocą gestu i ruchu. Do opisu nocnego nieba bardzo często jest wykorzystywany wiersz Ewy Szelburg-Zarembiny *Idzie niebo ciemną nocą*, na którym wychowało się wiele pokoleń.

Dzieci zwiększają swoją aktywność w zakresie zabaw konstrukcyjnych około 4. roku życia. Materiałami wykorzystywanymi w zabawach konstrukcyjnych są przede wszystkim klocki, ale również modele papierowe do złożenia (bez użycia kleju i nożyczek), puzzle i proste rysunki. Zadaniem nauczyciela lub rodziców jest dobór wycinanek lub układanek o tematyce astronomicznej w celu rozwijania zainteresowań dzieci. Strona internetowa www.astrohobby.pl może być pomocna w poszukiwaniu tych materiałów.

Z biegiem lat dzieci starają się powtarzać pewne modele, budować według wzoru, coraz większą uwagę przywiązują do zaplanowania pewnych czynności, próbują dokładnie poznać nie tylko kształty, kolory, dźwięki, ale również je uporządkować. Wówczas można już powoli uczyć dziecko zapamiętywania przedmiotów w kolejności na przykład układu planet względem Słońca.

Merkury w blasku słonecznym się chowa,

Wenus rano lub wieczorem świecić jest gotowa.

Ziemia ma **Księżyc**, co błyszczy nocami,

tylko tam ludzie dotarli swymi raketami.

Może na **Marsa** wyprawa się uda

i zobaczymy tam pustynne cuda?

Pas planetoid dalej się rozpościera

i duże planety od małych oddziela.

Olbrzymi **Jowisz** ma płamę czerwoną,

a **Saturn** się szczyci pierścieni koroną.

Urana i **Neptuna**, dzieci, jeśli chcecie,

możecie zobaczyć jedynie w lunecie.

A blade **Kometry**, gdy nadejdą chmury

wiszą nad Szopkami warkoczem do góry.

Wszystkie te obiekty, od początku do końca,

krążą sobie razem dookoła **Słońca!** (M. Strzałkowska)

Można też uczyć nazw znaków zodiaku, wykorzystując wierszyki Małgorzaty Strzałkowskiej *Znaki zodiaku* („Świerszczyk” 2003, nr 1).

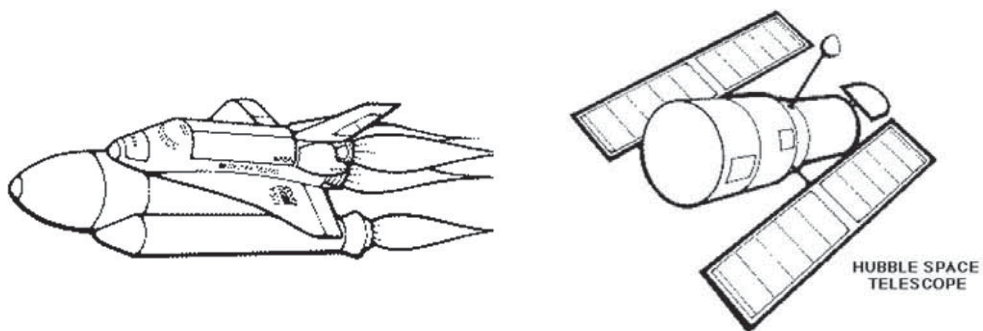
Należy zwrócić uwagę na fakt, że komputer stał się obecnie sprzymierzeńcem nauczyciela jako źródło informacji i narzędzie edukacyjne. Aby zachęcić dzieci do zadawania pytań, możemy skorzystać ze strony internetowej <http://kidsastronomy.com/fun/memory.htm>, na której zamieszczone są żarty z pogranicza astronomii, na przykład:

Na jakich talerzach serwują posiłki w kosmosie?

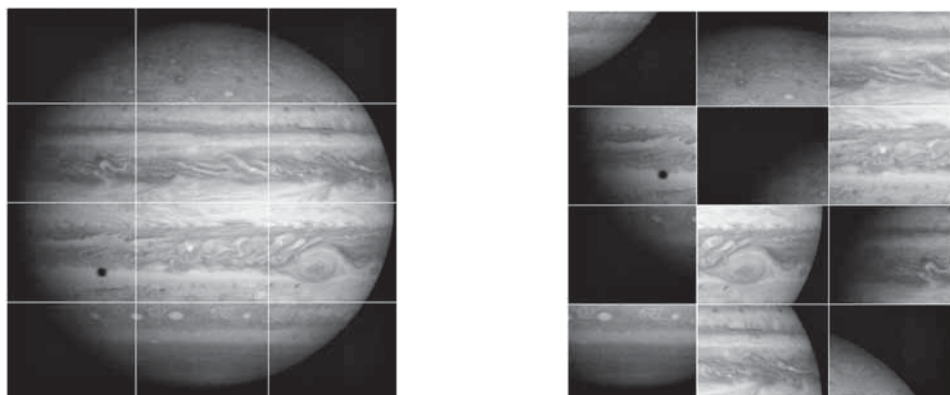
– Na latających spodkach.

Na tej samej stronie internetowej są też przykładowe kolorowanki do pobrania i wydrukowania.

W okresie przedszkolnym dzieci zaczynają rozróżniać kolory, kształty, sortują proste elementy. Na stronie KidsAstronomy.com umieszczono proste przesuwane puzzle. Nauczyciel wybrany przez siebie obrazek może podzielić na określoną liczbę elementów, podając liczbę kolumn i wierszy. Program tworzy puzzle, umieszczając na obrazku siatkę podziału (3 x 4); podział jest zaznaczony na poniższym rysunku z lewej strony. Jeśli w przedszkolu nie ma komputerów, można po wydrukowaniu obrazka pociąć go wzdłuż linii podziału. Korzystając z komputera, naciskamy przycisk START i mamy przesuwne elektroniczne puzzle na ekranie monitora (widoczne na rysunku z prawej strony).

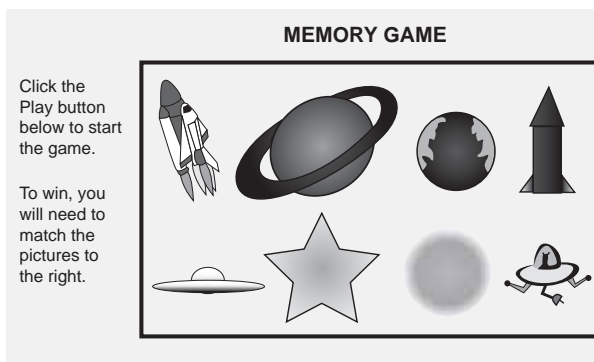


Rysunki do kolorowania pobrane ze strony KidsAstronomy.com



Elektroniczne puzzle na stronie KidsAstronomy.com

Astronomy Memory Game For Kids



Gra pamięciowa na stronie KidsAstronomy.com

Pod koniec wieku przedszkolnego i w wieku wczesnoszkolnym dzieci coraz większą uwagę zwracają na czynniki numeryczne. Interesuje je wszystko, co największe, najliczniejsze. Opowieści o kosmosie z pewnością stanowią niemałą niespodziankę dla niejednego sześci-, siedmiolatka w tym zakresie (np. największa planeta, największa liczba księżyców wokół jednej planety, wiek świata, długość nocy, dnia, roku, miesiąca). Rolą pedagoga przedszkolnego i wczesnoszkolnego, na tym etapie rozwoju, powinno być działanie zmierzające do wzbudzenia ciekawości i zachęcenia do zadawania pytań. Cennym źródłem wiedzy jest Polski Portal Astronomiczny www.astronomia.pl, a pytania z wyczerpującymi odpowiedziami są zamieszczone na stronach: <http://baza.polsek.org.pl>, http://www.iwiedza.net/materialy/astr_m031.html.

Oglądanie obrazków przez starsze dzieci staje się coraz mniej chaotyczne. Z biegiem lat starają się skupić uwagę również na kolejności elementów obrazka¹. Warto polecić bardziej skomplikowane puzzle, których ułożenie może polegać na zapamiętaniu ułożenia obrazków na planszy i odkrywaniu dwóch identycznych elementów. Dobrym przykładem takiej zabawy jest gra pamięciowa ze strony <http://kidsastronomy.com/fun/memory.htm>.

Planując działania edukacyjne dla dzieci w tym wieku, należy pamiętać, że atrakcyjne są krótkie filmy tematyczne. W wieku szkolnym, w nauczaniu astronomii przydatne mogą się okazać filmy animowane, takie jak *Gwiazda Kopernika*, *Planeta S1*. Pierwszy z nich przedstawia postać Kopernika począwszy od lat dziecięcych, drugi – opowiada o lądowaniu kosmonauty na planecie pełnej zielonych sympatycznych kosmitów.

Na Uniwersytecie w Tybindze od 2002 roku zostało zorganizowanych kilka wykładów dla dzieci. Zapoczątkowało to organizację uniwersytetów dziecięcych na całym świecie, również w Polsce: http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/225, <http://www.uniwersytetdzieci.pl/uds>. Podczas takich wykładów najmłodszy mają okazję spotkać przedstawicieli różnych zawodów, na przykład astronomów. Owocem tego rodzaju spotkań jest książka Ulricha Janssena i Klause Wernera pt. *Uniwersytet dziecięcy wyjaśnia tajemnice kosmosu*. Jej autorzy zabierają młodych czytelników w pasjonującą podróż wśród gwiazd, planet, czarnych dziur i supernowych, a przy okazji odpowiadają na niezliczone trudne pytania:

- Dlaczego Wszechświat jest tak wielki?
- Czy człowiek poleci kiedyś na Marsa?
- Co może nas spotkać podczas podróży kosmicznej?
- Czy da się przekroczyć prędkość światła?
- Gdzie mieszkają kosmici?

W wieku szkolnym coraz bardziej pomocnymi źródłami wiedzy stają się internet, filmy animowane i przyrodnicze, prezentacje multimedialne. Dzieci coraz chętniej samodzielnie poszukują wiedzy: same dokonują wyborów, zadają pytania abstrakcyjne i poszukują na nie odpowiedzi. Nie zawsze wystarczy im przedstawiona przez rodziców odpowiedź słowna, podpowiedź w postaci książki czy obrazka. Coraz większą uwagę mogą przyciągnąć w tym okresie gry komputerowe. Dzieci chętnie staną się na kilka chwil kosmicznym bohaterem mogącym uratować Ziemię przed zagładą (gry *Clash N Slash 2*, *The True Meaning of Smeckday*).

¹ Preschoolers Child Development. Developmental Milestones; Vincent Iannelli, M.D., About.com Guide Updated June 14, 2006.

Dzieci w wieku wczesnoszkolnym zaczynają samodzielnie czytać. Na przykład na książce Wandy Chotomskiej *Dzieci Pana Astronoma*² wychowało się wielu astronomów i odkryło swoją pasję na całe życie. Autorka w przystępny dla dzieci sposób objaśnia podstawowe zjawiska związane z astronomią. Wierszyki i rymowanki stanowią podstawę do zainteresowania dzieci tematyką gwiazdozbiorów, Słońca, planet, księżyców, a przedstawione obrazy trafiają do najmłodszego czytelnika.

Pan Astronom mówi o Słońcu:

Dlaczego Słońce świeci?

*To jasne jest od razu,
jeśli się wie, że Słońce
to wielka kula gazów.*

Pan Astronom mówi o Księżycu:

– Dookoła Ziemi

ciągle sobie biega

*Księżyc – naszej Ziemi
najbliższy kolega.*

Pan Astronom mówi o gwiazdach:

Nasze Słońce ma rodzinę

*Najliczniejszą z rodzin –
każda gwiazda, ile jest ich,
w skład rodziny wchodzi.*

Nie należy się zniechęcać po jednej próbie zainteresowania dziecka tematem astronomii. Każde dziecko rozwija się w nieco odmiennym tempie, a ten sam środek przekazu nie na wszystkich oddziałuje z taką samą siłą. Niektóre dzieci szybciej zainteresują się grą komputerową, a inne – literaturą. Nie należy zniechęcać dziecka, proponując mu powtarzanie przez cały czas tych samych czynności. Współczesny świat oferuje przecież tak wiele silnych bodźców – zmieniających się obrazów, kształtów. Telewizja, reklama, film wymagają od nas stosowania coraz to nowych środków przekazu również w stosunku do najmłodszych. Dzieci oczekują, że nauka również będzie dynamiczna i zmienna. Na forach internetowych można przeczytać o próbach zainteresowania dzieci astronomią poprzez zabawę. Wśród najbardziej zapadających w pamięć propozycji można wymienić zabawę polegającą na przebraniu dzieci za poszczególne planety i zainscenizowanie ruchu wokół Słońca za pomocą wspólnego biegu przypominającego dzieciom zabawę na karuzeli. Zabawa ta łączy elementy edukacyjne z typowo relaksacyjnymi, odnosi się do przyjemnych wrażeń dziecka, spełnia oczekiwania dzieci związane z potrzebą ruchu.

Warto polecić stronę internetową <http://www.as.up.krakow.pl/edu/warsztaty/>, na której Waldemar Ogłóża i współpracownicy zebrali propozycje zajęć edukacyjnych o tematyce astronomicznej dla dzieci i młodzieży. Można pobrać scenariusze zajęć, prezentacje, programy komputerowe, opisy zabaw, instrukcje i karty prostych obserwacji.

² W. Chotomska, *Dzieci Pana Astronoma*, Wydawnictwo SARA, 2004.



Pokazy nieba przez teleskop w Szkole Podstawowej i Gimnazjum w Uwielinach. (fot. Barbara Dłużewska)



Konkurs rysunkowy Co zaobserwaliśmy...? (fot. Barbara Dłużewska)

Bardzo ciekawą formę pracy mającą na celu zainteresowanie uczniów i ich rodziców astronomią proponuje Barbara Dłużewska, nauczycielka fizyki w XXVII LO im. Tadeusza Czackiego w Warszawie. Klub Astronomiczny działający przy szkole kilka razy w roku wyjeżdża do szkół pod Warszawę w celu popularyzacji astronomii i obserwacji astronomicznych w lepszych warunkach niż pod miejskim, zanieczyszczonym światłem, niebem.

Doświadczenie pokazuje, że na dzieciach i młodzieży ogromne wrażenie robi obraz Księżyca w teleskopie. Takie pokazy mogą być połączone z konkursem na najlepszy rysunek tego, co się zobaczyło. Jest to znakomite ćwiczenie na umiejętność obserwacji i zapamiętywania.

Obserwacje są punktem wyjścia do omówienia faz Księżyca i jego wyglądu (kratery). Zmiana soczewek w okularze powoduje inne powiększenie kątowe, uczniowie powinni również zauważyć, że obraz jest odwrócony.

Następnie można przejść do obserwacji widocznych planet, przy okazji wyjaśniamy, jak odróżnić planetę od gwiazdy, gdzie ich szukać (pojęcie ekliptyki), gdzie szukać planety Wenus i ewentualnie Merkurego (planeta wewnętrzna). Jeśli jest widoczny Jowisz, pokazujemy jego księżycy galileuszowe, opowiadając przy okazji historię ich odkrycia przez tego uczonego.

Po Księżycu i planetach pokazujemy, jak odszukać Gwiazdę Polarną i najważniejsze widoczne gwiazdozbiory.

Wspólne obserwacje, zachęcają później uczniów i ich rodziców do częstszego i bardziej świadomego spoglądania w rozgwieżdżone niebo. Dla niektórych być może jest to początek bardziej dociekliwych poszukiwań.

Elementy astronomii w programach nauczania (przyrody, fizyki, geografii)

Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół (Dz.U. z 15 stycznia 2009 r., Nr 4, poz. 17) nie zawiera nazwy przedmiotu astronomia. Nie oznacza to, że w programie nauczania astronomia nie występuje. Poniżej przedstawiono zapisy z podstawy programowej, które zawierają elementy nauczania astronomii w programach następujących przedmiotów:

- przyroda, II etap edukacyjny,
- przyroda, IV etap edukacyjny,
- fizyka, IV etap edukacyjny – zakres podstawowy,
- fizyka, IV etap edukacyjny – zakres rozszerzony,
- geografia, III etap edukacyjny,
- geografia, IV etap edukacyjny – zakres rozszerzony.

PRZYRODA, II etap edukacyjny: klasy IV–VI

2. Orientacja w terenie. Uczeń:

- 1) wyznacza kierunki na widnokręgu za pomocą kompasu, gnomonu;

- 2) obserwuje widomą wędrówkę Słońca w ciągu doby, miejsca wschodu, górowania i zachodu Słońca, w zależności od pory roku; wskazuje zależność między wysokością Słońca a długością cienia.
3. Obserwacje, eksperymenty przyrodnicze i modelowanie. Uczeń:
 - 12) opisuje i porównuje cechy pogody w różnych porach roku, dostrzega zależność między wysokością Słońca, długością dnia a temperaturą powietrza w ciągu roku.
11. Ziemia we Wszechświecie (cały rozdział, a w szczególności). Uczeń:
 - 1) opisuje kształt Ziemi z wykorzystaniem jej modelu – globusa;
 - 2) wymienia nazwy planet Układu Słonecznego i porządkuje je według odległości od Słońca;
 - 3) wyjaśnia założenia teorii heliocentrycznej Mikołaja Kopernika;
 - 4) bada doświadczalnie prostoliniowe rozchodzenie się światła i jego konsekwencje, np. camera obscura, cień;
 - 5) bada zjawisko odbicia światła: od zwierciadeł, powierzchni rozpraszających, elementów odbłaskowych; podaje przykłady stosowania elementów odbłaskowych dla bezpieczeństwa;
 - 6) prezentuje za pomocą modelu ruch obiegowy i obrotowy Ziemi;
 - 7) odnajduje zależność między ruchem obrotowym Ziemi a zmianą dnia i nocy;
 - 8) wykazuje zależność między ruchem obiegowym Ziemi a zmianami pór roku.

GEOGRAFIA, III etap edukacyjny: gimnazjum

2. Kształt, ruchy Ziemi i ich następstwa. Uczeń:
 - 1) podaje główne cechy kształtu i wymiarów Ziemi; odczytuje współrzędne geograficzne na globusie;
 - 2) posługuje się ze zrozumieniem pojęciami: ruch obrotowy Ziemi, czas słoneczny, czas strefowy; podaje cechy ruchu obrotowego; wyjaśnia, dlaczego zostały wprowadzone strefy czasowe i granica zmiany daty; posługuje się mapą stref czasowych do określania różnicy czasu strefowego i słonecznego na Ziemi;
 - 3) podaje cechy ruchu obiegowego Ziemi; przedstawia (wykorzystując również własne obserwacje) zmiany w oświetleniu Ziemi oraz w długości trwania dnia i nocy w różnych szerokościach geograficznych i porach roku;
 - 4) podaje najważniejsze geograficzne następstwa ruchów Ziemi.

FIZYKA, IV etap edukacyjny – zakres podstawowy

1. Grawitacja i elementy astronomii. Uczeń:
 - 1) opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciem okresu i częstotliwości;
 - 2) opisuje zależności między siłą dośrodkową a masą, prędkością lub promieniem oraz wskazuje przykłady sił odgrywających rolę siły dośrodkowej;
 - 3) interpretuje zależności między wielkościami w prawie powszechnego ciężenia;
 - 4) wyjaśnia, na czym polega stan nieważkości, i podaje warunki jego występowania;
 - 5) wyjaśnia wpływ siły grawitacji Słońca na ruch planet i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców; podaje przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi;
 - 6) posługuje się pojęciem pierwszej prędkości kosmicznej i satelity geostacjonarnej; opisuje ruch sztucznych satelitów wokół Ziemi (jakościowo), wskazuje siłę dośrodkową, wyznacza zależność okresu ruchu od promienia orbity;

- 7) wyjaśnia, dlaczego planety widziane z Ziemi przesuwają się na tle gwiazd;
 - 8) wyjaśnia przyczynę występowania faz i zaćmień Księżyca;
 - 9) opisuje zasadę pomiaru odległości do Księżyca i planet opartą na paralaksie i zasadę pomiaru odległości od najbliższych gwiazd opartą na paralaksie rocznej; posługuje się pojęciem jednostki astronomicznej i roku świetlnego;
 - 10) opisuje zasadę określania orientacyjnego wieku Układu Słonecznego;
 - 11) opisuje budowę Galaktyki i miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce;
 - 12) opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; zna przybliżony wiek Wszechświata, opisuje rozszerzanie się Wszechświata (ucieczkę galaktyk).
3. Fizyka jądrowa. Uczeń:
- 11) opisuje reakcje termojądrowe zachodzące w bombie wodorowej oraz w gwiazdach.

PRZYRODA, IV etap edukacyjny: przedmiot uzupełniający

1. Metoda naukowa i wyjaśnianie świata:
 - 4) teoria powstania i ewolucji Wszechświata; jaka jest przyszłość świata?
2. Historia myśli naukowej:
 - 1) poglądy na budowę Wszechświata w starożytności i średniowieczu; teoria heliocentryczna Kopernika; obserwacje Galileusza, Keplera; prawo powszechnej grawitacji Newtona; współczesne poglądy na budowę Wszechświata.
6. Nauka w mediach:
 - 1) najnowsze osiągnięcia w badaniach kosmosu, np. odkrycie planet krążących wokół innych gwiazd (A. Wolszczan).
7. Nauka w komputerze:
 - 1) Wszechświat w komputerze.
8. Polscy badacze i ich odkrycia:
 - 1) M. Kopernik i system geocentryczny.
9. Wynalazki, które zmieniły świat:
 - 4) GPS – świat na wyciągnięcie ręki.
10. Energia – od słońca do żarówki:
 - 1) światło płomienia, żarówki, lasera; energia słoneczna, jądrowa i termojądrowa;
 - 4) czy energia słoneczna stanie się rozwiązaniem problemów energetycznych na Ziemi?
18. Barwy i zapachy świata:
 - 4) [...] dni i noce w różnych częściach Ziemi.
19. Cykle, rytmy i czas:
 - 1) zjawiska okresowe w przyrodzie; kalendarze; zegary i standard czasu.
22. Piękno i uroda:
 - 1) historyczna koncepcja harmonii sfer jako motywacja poznawania Wszechświata – od Pitagorasa do Einsteina.
24. Największe i najmniejsze:
 - 1) największe i najmniejsze odległości; najkrótsze i najdłuższe czasy; największe prędkości;
 - 2) nie wszystko, co małe, można zaniedbać – atomy i ich składniki; największe i najmniejsze cząsteczki; jak zobaczyć to, co niewidzialne (dostosowanie metody obserwacji ciał do ich wielkości)?

FIZYKA, IV etap edukacyjny – zakres rozszerzony

4. Grawitacja. Uczeń:

- 1) wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi i sferycznie symetrycznymi;
- 2) rysuje linie pola grawitacyjnego, rozróżnia pole jednorodne od pola centralnego;
- 3) oblicza wartość i kierunek pola grawitacyjnego na zewnątrz ciała sferycznie symetrycznego;
- 4) wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem;
- 5) oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej;
- 6) wyjaśnia pojęcie pierwszej i drugiej prędkości kosmicznej;
- 7) oblicza okres ruchu satelitów (bez napędu) wokół Ziemi;
- 8) oblicza okresy obiegu planet i ich średnie odległości od gwiazdy, wykorzystując III prawo Keplera dla orbit kołowych;
- 9) oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity.

GEOGRAFIA, IV etap edukacyjny – zakres rozszerzony

2. Ziemia we Wszechświecie. Uczeń:

- 1) wyjaśnia cechy budowy i określa położenie różnych ciał niebieskich we Wszechświecie;
- 2) charakteryzuje ciała niebieskie tworzące Układ Słoneczny;
- 3) wskazuje konsekwencje ruchów Ziemi;
- 4) oblicza długość geograficzną dowolnego punktu na powierzchni Ziemi na podstawie różnicy czasu miejscowego;
- 5) oblicza wysokość górowania Słońca w dowolnym miejscu na Ziemi w dniach równonocy i przesileni;
- 6) oblicza szerokość geograficzną dowolnego punktu na powierzchni Ziemi na podstawie wysokości górowania Słońca w dniach równonocy i przesileni;
- 7) opisuje różnice między astronomicznymi, kalendarzowymi i klimatycznymi porami roku;
- 8) wyjaśnia przyczynę występowania: dni i nocy polarnych na obszarach podbiegunowych, zorzy polarnej, zaćmienia Słońca i Księżycy;
- 9) wskazuje praktyczne skutki działania siły Coriolisa.

Mówiąc o nauczaniu astronomii, trzeba mieć na uwadze cały szkolny okres rozwoju intelektualnego młodzieży. Program nauczania przedmiotu powinien tworzyć jeden spójny system. W podstawie programowej mamy wiele zagadnień z astronomii rozdzielonych na trzy przedmioty realizowane na różnych etapach edukacyjnych. Warto doszukać się spójności zapisów w podstawie programowej dotyczących astronomii, jeśli chcemy tworzyć wydzielony program zajęć rozwijających zainteresowania uczniów.

Współczesna astronomia jest ściśle powiązana z fizyką, z prawami, które rządzą Wszechświatem. Na lekcjach fizyki nauczyciel bardzo często korzysta z tematyki astronomicznej. Astronomia wzbogaca treści lekcji, zwiększa zainteresowanie przedmiotem, tematycznie występuje w zadaniach rachunkowych i problemowych na różnych etapach nauczania fizyki. Podstawa programowa nauczania tego przedmiotu na IV etapie edukacyjnym uwzględnia nauczanie astronomii w wymaganiach z działu grawitacja. Warto jednak pamiętać, że astronom to naukowiec badający ciała niebieskie, ich rozkład i ruchy w przestrzeni, pochodzenie, budowę oraz ewolucję, a także Wszechświat jako całość, dlatego astronomii nie można oddzielić od fizyki.

Prawdą jest, że uczeń może się zainteresować astronomią na wszystkich etapach edukacyjnych, ale bez określonego programu nauczania nie ma możliwości rozwoju swoich zainteresowań w obecnym systemie nauczania elementów astronomii. Astronomia, to przede wszystkim nauka obserwacyjna i w programie szkolnym nie powinno zabraknąć praktycznych spotkań z niebem.

W następujących rozdziałach zostaną przedstawione sposoby rozwijania zainteresowania uczniów astronomią.

Zjawiska astronomiczne w opisach literackich

Astronomia już od czasów starożytnych stanowiła przedmiot badań. Przez ponad 2000 lat, od czasów cywilizacji babilońskiej i greckiej, uważano, że nauka astronomii i geometrii rozwija logiczne myślenie, wyobraźnię i inne cechy pożądane u ludzi wykształconych. Starożytni Grecy i Rzymianie dali temu wyraz, zamieszczając opisy powstania gwiazdozbiorów, planet i innych obiektów astronomicznych w swojej literaturze i mitologii. We fragmentach *Odysei* Homera (ok. 600 r. p.n.e.) można przeczytać o wskazówkach nawigacyjnych danych Odyszeuszowi przez nimfę Kalipso³:

*Siadł u steru i biegle przez ciemne odmęty
Łódź kierował. Nie przyszła nigdy nań drzemota.
W Plejady, w nie śpiącego wciąż patrzył Boota,
Toż w Niedźwiadka zwanego Wozem, gwiazda ona
Bowiem w miejscu się kręci, patrząc wciąż w Oriona,
A w morzu się jak inne nigdy nie zanurzy.
Nimfa z nim się żegnając, tę gwiazdę w podróży
Kazała mieć na oku wciąż po lewej stronie.*

W mitologii greckiej występuje również postać muzy astronomii Uranii, w sztuce przedstawianej zwykle jako kobieta z cyrklem, kulą nieba (gwiazdnym globusem) i wskaźnikiem – atrybutami symbolizującymi dziedzinę nauki, której patronowała. Do muzy Uranii nawiązuje w polskiej literaturze Jarosław Iwaszkiewicz w ostatnim swoim wierszu *Urania*.

Mitami greckimi i egipskimi można zainteresować najmłodszego czytelnika. Postaci opisane w mitologii greckiej i przypisane im nazwy można bowiem odnaleźć w obrazach dzisiejszego nieba. Większość nazw gwiazd i gwiazdozbiorów nieba północnego oraz część gwiazdozbiorów nieba południowego pochodzi z mitologii greckiej, na przykład nazwy gwiazdozbiorów w grupie Perseusza są związane z życiem Perseusza, syna Zeusa i Danae, z kolei nazwy gwiazdozbiorów w grupie Oriona są związane z postacią Oriona, syna Posejdona i Euryali.

W polskich utworach także znajdziemy opisy nieba, poszczególnych gwiazd, komet czy planet. Do najbardziej znanych opisów literackich w polskiej literaturze należą: opis nieba z księgi VIII *Pana Tadeusza* Adama Mickiewicza⁴, obrazy komety napoleońskiej z księgi VIII poematu oraz utworu Wisławy Szymborskiej *Spadające z nieba*.

³ Homer, *Odyseja*, Tower Press, Gdańsk 2000.

⁴ A. Mickiewicz, *Pan Tadeusz*, Wydawnictwo Literackie, Kraków 1997.

Warto się odwołać również do innych utworów literackich będących postawą do dalszych rozważań na temat nawiązań wybitnych pisarzy i poetów polskich do astronomii⁵. Interpretując opisy i zjawiska astronomiczne w literaturze polskiej, warto zwrócić uwagę na:

- piękno rozjaśnionego gwiazdami nieba w wierszu Leopolda Staffa *W świata tajną zawitość wpatrzony*;
- obraz panującego porządku, stabilności, spokoju i harmonii poszczególnych elementów przestrzeni w utworze *Z bezsennej nocy* Gustawa Daniłowskiego;
- opis Gwiazdy Betlejemskiej w wierszu Marii Konopnickiej *Gwiazda*;
- obraz poetycki w poemacie Czesława Miłosza *Słońce*;
- cykliczny ruch Księżyca ukazany w *Obliczach zmyślonych* Jana Brzechwy.

Analizując opisy zjawisk astronomicznych w literaturze polskiej, możemy rozpocząć swoje badania od najpopularniejszego obrazu, mianowicie opisu nieba nad Soplicowem. Już małe dzieci są zainteresowane tym, co nas otacza – wieczornym niebem rozjaśnionym przez gwiazdy. Poetycki opis Mickiewicza rozwija naszą wyobraźnię i dostarcza nam przede wszystkim wrażeń estetycznych. Majowe nocne niebo z VIII księgi *Pana Tadeusza* nazywane jest „polskim niebem” lub „niebem nad Soplicowem”. Opis zaczyna się z początkiem wieczoru, gdy na niebie pojawiają się kolejno gwiazdy, których nikt nie jest w stanie zliczyć. Dostrzegane są konstelacje gwiazd Bliźniąt, Wagi, Korony Północnej (Sito):

*Już naprzeciw księżycu gwiazda jedna, druga
Błysnęła; już ich tysiąc, już milion mruga.
Kastor z bratem Polluksem jaśnieli na czele,
Zwani niegdyś u Sławian Lele i Polele;
Teraz ich w zodyjaku gminnym znów przechrzczono,
Jeden zowie się Litwą, a drugi Koroną. [...]
Dalej niebieskiej Wagi dwie szale błyskają; [...]
Na północ świeci okrąg gwiazdzistego Sita,*

Chyba każdy obserwując nocnego nieba rozpoczyna od wyszukania układu gwiazd Wielkiego Wozu (Wóz Dawida). W poemacie dyszel jest wycelowany w Gwiazdę Polarną. Można się domyślać, że zamieniono w druku przyimek „od” na „do”. Badaczom i znawcom literatury Mickiewicza trudno jest uwierzyć, że poeta popełnił błąd. A może chciał zainteresować czytelników astronomią i oczekuje, że sprawdzą, jakie jest naprawdę ułożenie Wielkiego Wozu względem Gwiazdy Polarnej?

*Nieco wyżej Dawida wóz, gotów do jazdy,
Długi dyszel kieruje do Polarnej Gwiazdy.
Starzy Litwini wiedzą o rydwanie owym,
że niesłusznie pospółstwo zwie go Dawidowym,
Gdyż jest to wóz Anielski. Na nim to przed czasy
Jechał Lucyper, Boga gdy wzywał w zapasy,
Mlecznym gościncem pędząc w cwał w niebieskie progi
Aż go Michał zbił z wozu, a wóz zrzucił z drogi.
Teraz popsuty, między gwiazdami się wala,
Naprawić go archanioł Michał nie pozwala.*

⁵ B. Burdziej, G. Halkiewicz-Sojak, *Poezja i astronomia*, Wydawnictwo UMK, Toruń 2006.

Nazwy gwiazd i konstelacji w *Panu Tadeuszu* nie są spotykane w oficjalnych atlasach czy katalogach, pochodzą z ludowej astronomii, opartej na ustnych przekazach.

Piękno rozjaśnione gwiazdami nieba ukazuje także Leopold Staff w wierszu *W świata tajną zawiłość wpatrzony*. Poznając niebo, można spełnić marzenia i wyruszyć w podróż na podbój przestworzy. Opis nieba ma jednak nie tylko charakter estetyczny, jest tłem do rozważań filozoficznych.

A nad głowami naszymi

Jaśniał gwiazdami Wóz Wielki

Wiecznie gotów do jazdy

W światy marzenia i piękna...

Obraz panującego porządku, stabilności, spokoju i harmonii poszczególnych elementów przestrzeni przedstawia Gustaw Daniłowski w utworze *Z bezsennej nocy*. Jednocześnie wskazuje na niezmienność reguł kosmosu, ich powtarzalność, co czyni je nader godnymi uwagi. Tu także obraz nieba jest pretekstem do dalszych rozważań filozoficznych. Czy nie warto się zastanowić nad tymi słowami?

W górze nade mną w harmonijnej zgodzie

Ciągnęły gwiazdy w świetlnej gromadzie

Wstając na wschodzie, niknąc na zachodzie

W niezmiennym łądzie.

Komety stanowią kolejne źródło inspiracji poetów i pisarzy polskich. Historycy astronomii nazywają XIX wiek złotym wiekiem komet. W księdze VIII *Pana Tadeusza* opisany jest nowy gość pojawiający się na niebie:

Dziś oczy i myśl wszystkich pociąga do siebie

Nowy gość, dostrzeżony niedawno na niebie;

Był to kometa pierwszej wielkości i mocy,

Zjawił się na zachodzie, leciał ku północy;

Krwawym okiem z ukosa na rydwan spojiera,

Jakby chciał zając puste miejsce Lucypera;

Warkocz długi w tył rzucił i część nieba trzecią

Z niewymownym przecuciem cały lud litewski

Poglądał każdej nocy na ten cud niebieski,

Biorąc złą wróżbę z niego tudzież z innych znaków:

Opisana przez Mickiewicza kometa Flaugerguesa w literaturze zwana bywa kometą Napoleona. Była widoczna na niebie przez 510 dni, w tym samym czasie, gdy Napoleon Bonaparte rozpoczął inwazję na Rosję.

W średniowieczu komety uważano za ciała złowróżbne i przynoszące nieszczęście. Przeważał pogląd, że są to zjawiska atmosferyczne.

W 1675 roku Heweliusz wprowadził pogląd, że orbity komet mogą być parabolami. Newton w swym dziele stwierdził, że komety świecą odbitym światłem słonecznym, biegną zaś po przecięciach stożkowych mających Słońce w ogniskach.

W Biblii komety kojarzono z Gwiazdą Betlejemską, dzięki ich warkoczom. Gwiazdę najbardziej znaną dzieciom opisała Maria Konopnicka w wierszu *Gwiazda*. Gwiazda Betlejemska zwiastująca narodzinę Chrystusa wypatrywana jest na niebie każdego roku:

Świeciła gwiazda na niebie,
Srebrna i staroświecka.
Świeciła wigilijnie,
Každy zna ją od dziecka.

Czesław Miłosz w poemacie *Słońce* maluje ziemię, świat, nawiązując do wysyłanego przez Słońce promieniowania, z którego korzysta artysta, poeta i stwórca:

*Barwy ze słońca są. A ono nie ma
Żadnej barwy, bo ma wszystkie.
I cała ziemia jest niby poemat,
A słońce nad nią przedstawia artystę.*

Ruch ciał niebieskich jest częstym motywem literackim. Jan Brzechwa w *Obliczach zmyślonych* pokazuje cykliczny ruch Księżyca:

*Cztery razy do roku
Księżyc przepada w mroku,
Nikt go nie zabijał, a jest nieżywy
A potem się kładzie na wznak
Żeby zmartwychwstać tak,
I Bogu zwraca własne przypływy.*

Konstanty Ildefons Gałczyński w liryku *Księżyc* oprócz naturalnych ruchów ciał niebieskich dostrzega obiekty wprawione w ruch przez człowieka:

*Po okręgu zakreślonym, starannie
Toczy się mój świecący mechanizm;*

O tym, że widzimy gwiazdy w nocy, a nie w dzień czytamy w utworze Leopolda Staffa *Gwiazdom umarłym*. Poeta zachęca do poznania mechaniki nieba i zjawisk optycznych:

*Gdy niebo słońcem świeci, gasną gwiazdy srebrne,
Ale nie mrą. Choć nasze niewidne źrenice,
Przebiegają niezmiennie bezbrzeże podniebne.
Światłość życiu światłości nie kładzie granicy...
To że przelśnić Słońca gwiazda się nie kusi...
Nie płacz, jeśli nie widzisz gwiazd... Co jest, być musi...*

Do obserwacji nocnego nieba – czarnej pustki wypełnionej jarzącymi się gwiazdami – zachęca Jarosław Iwaszkiewicz. Autor cyklu wierszy *Plejady* jest mistrzem „malowania” nocy, swobodnie porusza się wśród gwiazd i gwiazdozbiorów:

*Plejady to gwiazdozbiór już październikowy.
Błyszczą jak winne grono wśród innych gwiazd roju,
W ich świetle las pożółkły niby rumak płowy,
Co polem do srebrnego biegnie wodopoju.*

Opisy astronomiczne w polskich utworach literackich służą nie tylko przedstawieniu fizycznych właściwości obiektów astronomicznych, realistycznych opisów rozgwieżdżonego nieba, planet, komet – są głównie wstępem do dalszych rozważań filozoficznych, egzystencjalnych. Ktoś, kto kocha literaturę, może się dzięki niej zainteresować astronomią, chcieć obserwować piękne wschody i zachody

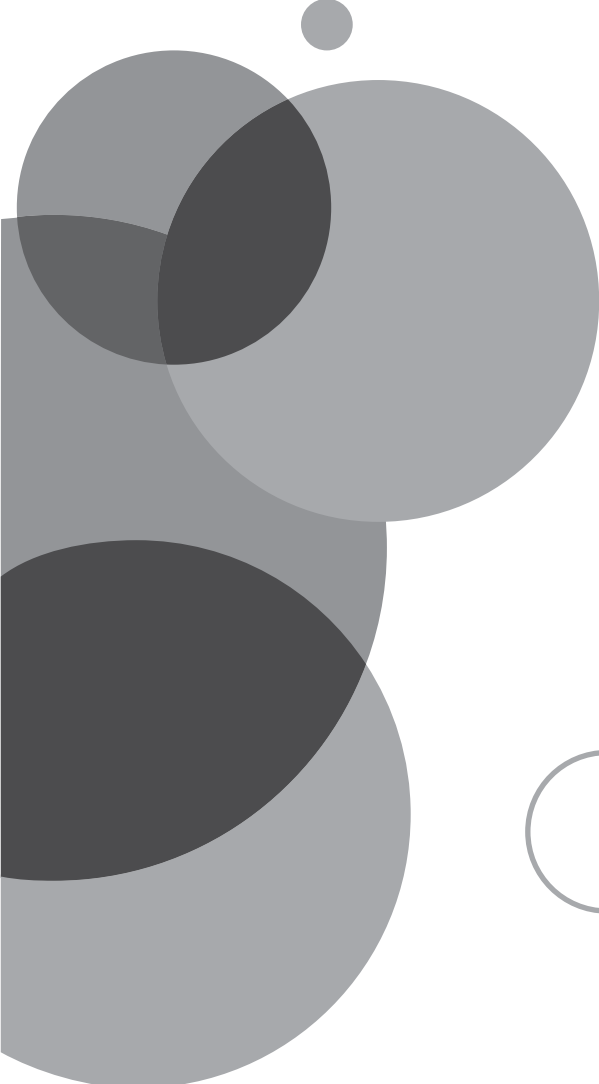
Słońca, obrazy nocnego nieba, zbliżyć się do tajemnicy kosmosu. Czasem niewielka isierka wystarczy, aby w młodym człowieku rozpalić nowe hobby.

Nauczyciel może uatrakcyjnić zajęcia koła astronomicznego, korzystając z opisu literackiego i porównać go z opisem rzeczywistym. Uczniowie dla porównania mogą się posłużyć obrazem multimedialnym lub użyć własnego opisu powstałego w wyniku obserwacji.

Zawsze warto nawiązać do lekcji języka polskiego, na której uczniowie poznają mity⁶ o powstaniu gwiazdozbiorów⁷ i połączyć je z obrazem dzisiejszego nieba oraz pokazać, że astronomia daje możliwości rozwijania zainteresowań. W następnych rozdziałach opisane są praktyczne sposoby prowadzenia obserwacji astronomicznych.

⁶ J. Parandowski, *Mitologia*, Czytelnik, Warszawa 1979.

⁷ J. Kleczek, *Nasze gwiazdozbiory*, <http://gwiazdozbiory.eulersoft.com.pl>



Rozdział II

Nocne obserwacje nieba

Niebo oraz zjawiska na nim zachodzące od zarania ludzkości budziły zainteresowanie i dawały powód do „umieszczania” na nim mitycznych bądź legendarnych postaci związanych z różnymi kulturami. Niebo stało się swego rodzaju księgą, którą na początku umieli czytać tylko wybrani, by na podstawie umieszczonych na nim znaków odpowiadać na pytania o los pojedynczych ludzi czy całych narodów. Dziś, kiedy patrzymy na gwiazdy i złożone z nich konstelacje, mimo głębszej wiedzy o procesach zachodzących na niebie, podzielamy fascynację naszych przodków. Fascynację gwiazdami i tym wszystkim, co na sferze niebieskiej można zaobserwować, a co możemy następnie wykorzystać do propagowania astronomii. W rozdziale postaramy się przedstawić pomysły, które można realizować z uczniami w ramach lekcji bądź zajęć fakultatywnych z przyrody, geografii lub fizyki, a które mają na celu rozbudzenie i systematyczne pogłębianie wiedzy i umiejętności z zakresu astronomii.

Przed obserwacjami nieba

W praktyce związanej z pogłębianiem wiedzy astronomicznej warto zacząć od nauki rozpoznawania i odnajdywania na sferze niebieskiej grup gwiazd tworzących gwiazdozbiory. Uczniowie wykazujący zainteresowanie astronomią wielokrotnie stosują pojęcia: „czarna dziura”, „horyzont zdarzeń”, „czasoprzestrzeń”, „wszechświaty równoległe”, „super struny”, bywa jednak tak, że pytanie o orientację na niebie, która ułatwia prowadzenie bardziej zaawansowanych obserwacji astronomicznych, sprawia trudności.

Podstawowymi narzędziami, z których na początku będziemy korzystać, są: obrotowa mapa nieba lub program komputerowy, który umożliwi ustalenie wyglądu nieba w miejscu obserwacji w danym dniu i godzinie. Obrotowe mapy nieba można kupić w różnych miejscach, na przykład w sklepach internetowych: http://www.teleskopy.pl/product_info.php?products_id=1374, <http://www.vademecum.astronomia.pl/mapa-nieba.html> (planetaria, oddziały PTMA, sklepy internetowe) lub skorzystać z wersji do własnoręcznego wykonania, udostępnionej przez Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, dostępnej pod adresem:

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

Obrotową mapę nieba można samodzielnie wykonać podczas lekcji przyrody w szkole podstawowej lub zadać jako pracę domową. Dzięki takiej mapie będziemy mogli przygotować własne materiały i ćwiczenia, które pozwolą dobrze opanować umiejętność biegłego posługiwania się obrotową mapą nieba przez naszych uczniów. Pierwsze spotkanie z taką mapą powinno nastąpić już w szkole podstawowej na lekcjach przyrody lub na początku edukacji w gimnazjum. Poniżej przedstawiono przykładowy scenariusz zajęć:

1. Lekcja przyrody w klasie szóstej szkoły podstawowej (fizyki w pierwszej klasie gimnazjum)

TEMAT: Do czego służy obrotowa mapa nieba?

POJĘCIA: sfera niebieska, czas urzędowy (strefowy), czas miejscowy.

POMOCE: obrotowa mapa nieba.

ZADANIA: Posługując się obrotową mapą nieba, należy określić:

- wygląd nieba o określonej godzinie w określonym dniu (np. wygląd nieba 5 września o godzinie 22.00);

- jakie gwiazdy wschodzą, a jakie zachodzą w momencie obserwacji;
- jakie gwiazdozbiory są możliwe do obserwacji przez całą noc;
- o jakiej godzinie niebo miało podobny wygląd na przykład 5 lipca i 5 sierpnia;
- przybliżoną godzinę górowania gwiazdy Deneb w gwiazdozbiorze Łabędzia;
- przybliżoną godzinę wschodu i zachodu Słońca w dniu obserwacji.

PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- zapoznanie uczniów z instrukcją obsługi obrotowej mapy nieba, zamieszczonej na jej odwrocie lub przygotowanej przez nauczyciela;
- zaznajomienie z terminologią;
- ustawienie mapy tak, aby pokazywała wygląd nieba na przykład o północy w dniu przeprowadzania zajęć;
- zachęcenie uczniów do samodzielnej pracy;
- konsultowanie wątpliwości;
- zapisywanie wyników.

OPRACOWANIE WYNIKÓW: Sprawozdanie powinno zawierać:

- krótkie wyjaśnienie znaczenia wprowadzonych haseł;
- opis otrzymanych wyników;
- dyskusję błędów pojawiających się w otrzymanych wynikach.

2. Lekcja geografii w gimnazjum lub liceum (fizyki w gimnazjum lub liceum)

TEMAT: Do czego służy obrotowa mapa nieba?

POJĘCIA: sfera niebieska, czas urzędowy (strefowy), czas miejscowy, czas gwiazdowy, pozycja Słońca.

POMOCE: obrotowa mapa nieba.

ZADANIA: Posługując się obrotową mapą nieba, należy określić:

- wygląd nieba o określonej godzinie w określonym dniu (np. wygląd nieba 5 września o godzinie 22.00);
- jakie gwiazdy wschodzą, a jakie zachodzą w momencie obserwacji;
- jakie gwiazdozbiory są możliwe do obserwacji przez całą noc;
- o jakiej godzinie niebo miało podobny wygląd na przykład 5 lipca i 5 sierpnia;
- przybliżoną godzinę wschodu i zachodu gwiazdy Deneb w gwiazdozbiorze Łabędzia;
- przybliżoną godzinę górowania gwiazdy Deneb w gwiazdozbiorze Łabędzia;
- przybliżoną godzinę wschodu i zachodu Słońca w dniu obserwacji;
- przybliżony czas przebywania Słońca nad horyzontem w dniu obserwacji.

PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- zapoznanie uczniów z instrukcją obsługi obrotowej mapy nieba, zamieszczonej na jej odwrocie lub przygotowanej przez nauczyciela;
- zaznajomienie z terminologią;
- ustawienie mapy tak, aby pokazywała wygląd nieba na przykład o północy w dniu przeprowadzania zajęć;
- zachęcenie uczniów do samodzielnej pracy;
- konsultowanie wątpliwości;
- zapisywanie wyników.

OPRACOWANIE WYNIKÓW: Sprawozdanie powinno zawierać:

- krótkie wyjaśnienie znaczenia wprowadzonych haseł;
- opis otrzymanych wyników;
- dyskusję błędów pojawiających się w otrzymanych wynikach.

Jeżeli chcemy prowadzić dodatkowe ćwiczenia, możemy zajrzeć na strony <http://www.as.up.krakow.pl/edu/cwicz.html> Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie lub <http://www.astro.amu.edu.pl/~chrisk/mapka-obr/index2.php>. Wszystkie zgromadzone i udostępnione tam materiały możemy potraktować jako źródło inspiracji do przeprowadzenia lub opracowania własnych ćwiczeń. Zwiększeniem wspólnej pracy będzie wyjście w teren i orientacja na niebie w warunkach rzeczywistych. Warto zadbać o „gwiazdne drogowskazy”, które zarówno nam, jak i naszym podopiecznym ułatwią pracę i poruszanie się po „niebieskiej dziedzinie”.

Gwiazdne drogowskazy

Jak już wspomniano, ludzkość umiejscowiła na niebie postaci związane z mitologią, techniką, przyrodą lub ważnymi historycznymi wydarzeniami. Szczególną rolę odgrywają te konstelacje, na tle których Słońce przemieszcza się w swoim ruchu rocznym – mowa o znakach zodiaku, których nie należy utożsamiać z gwiazdozbiorami. Podczas swojej wędrówki Słońce pojawia się kolejno na tle: Barana, Byka, Bliźniąt, Raka, Lwa, Panny, Wagi, Skorpiona (Skorpion, Wężownik), Strzelca, Koziorożca, Wodnika i Ryb. Widzimy, że liczba gwiazdozbiorów jest różna od liczby znaków zodiaku.

Oprócz tych 12 na niebie możemy odnaleźć jeszcze 76 innych układów gwiazd. Należy pamiętać, że nie wszystkie gwiazdozbiory są możliwe do obserwacji na terenie Polski. Te, które możemy obserwować, dzielimy na następujące grupy:

- gwiazdozbiory niezachodzące (okołobiegunowe): Wielka Niedźwiedzica, Mała Niedźwiedzica, Smok, Kasjopea, Cefeusz, Żyrafa;
- gwiazdozbiory wiosenne: Centaur, Hydra, Kruk, Kompas, Korona Północna, Lew, Mały Lew, Panna, Psy Gończe, Puchar, Sekstant, Skorpion, Waga, Warkocz Bereniki, Węgielnica, Wilk, Wolarz, Żagiel;
- gwiazdozbiory letnie: Delfin, Herkules, Indianin, Jaszczurka, Korona Południowa, Koziorożec, Lisek, Lutnia, Luneta, Łabędź, Mikroskop, Ołtarz, Orzeł, Ryba Południowa, Strzała, Strzelec, Tarcza, Wąż, Wężownik, Wodnik, Żuraw, Żrebię;
- gwiazdozbiory jesienne: Andromeda, Baran, Erydan, Feniks, Pegaz, Perseusz, Piec, Ryby, Rzeźbiarz, Trójkąt, Wieloryb, Zegar;
- gwiazdozbiory zimowe: Bliźnięta, Byk, Cyrkiel, Gołąb, Jednorożec, Malarz, Mały Pies, Orion, Pompa, Rak, Rufa, Ryś, Wielki Pies, Woźnica, Zając;
- gwiazdozbiory południowe widoczne w Polsce: Góra Stołowa, Kameleon, Kil, Krzyż Południa, Ryba Latająca, Mucha, Oktant, Paw, Rajski Ptak, Rylec, Sieć, Trójkąt Południowy, Tukan, Wąż Wodny, Złota Ryba.

W odnajdywaniu gwiazdozbiorów na sferze niebieskiej bardzo pomocne okazują się inne konstelacje, które są łatwo rozpoznawalne nawet dla początkujących adeptów astronomii. Przykładem może być konstelacja Wielkiego Wozu (fragment Wielkiej Niedźwiedzicy), która może posłużyć do odszukania jasnych gwiazd w gwiazdozbiorach Małej Niedźwiedzicy, Lutni, Lwa, Bliźniąt, Wolarza, Kozy.

1. Lekcja orientacji na niebie (przyroda w szkole podstawowej, fizyka lub geografia w gimnazjum)

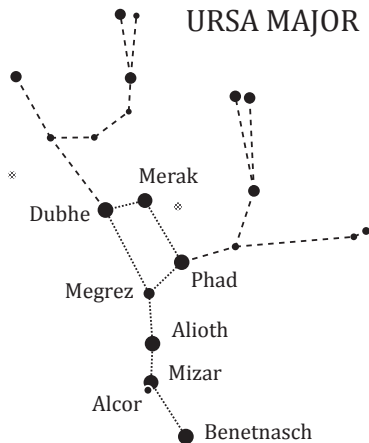
TEMAT: Wielki Wóz – gwiazdny drogowcaz.

POJĘCIA: orientacja na niebie, nazwy gwiazdozbiorów.

POMOCE: obrotowa mapa nieba, atlas nieba, parasol astronomiczny, program Stellarium⁸ (opis programu zamieszczony jest w III rozdziale poradnika), komputer z rzutnikiem multimedialnym, tablica interaktywna.

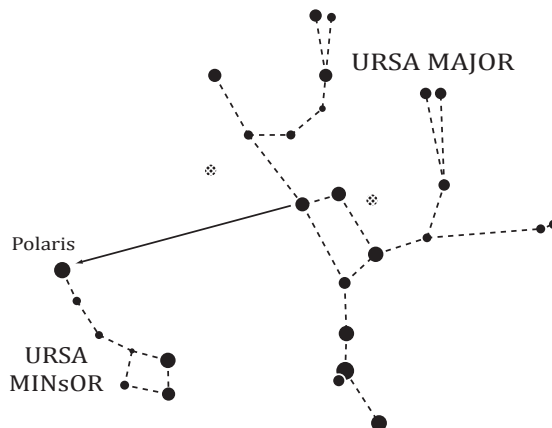
ZADANIA:

1. odszukać Wielki Wóz



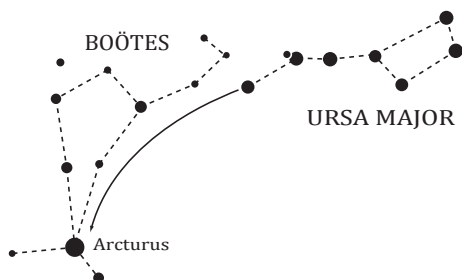
2. na podstawie rysunków ustalić:

- położenie Gwiazdy Polarnej (Mały Wóz)

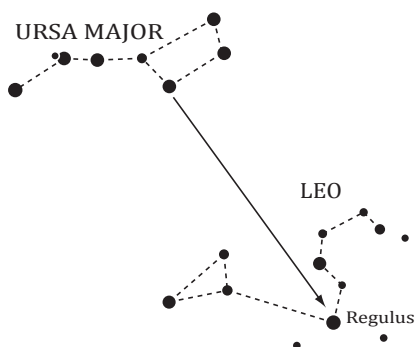


⁸ Producent: Fabien Chéreau, <http://www.stellarium.org/>

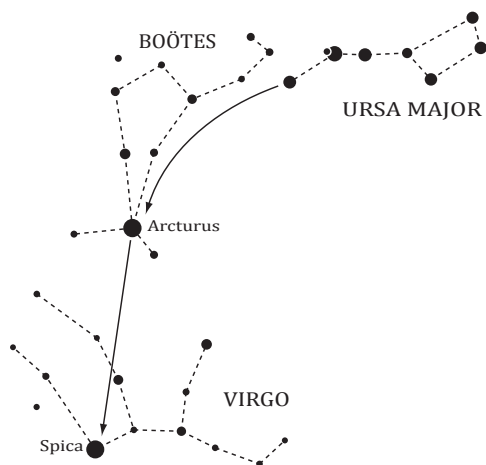
- położenie Arktura (Wolarz)



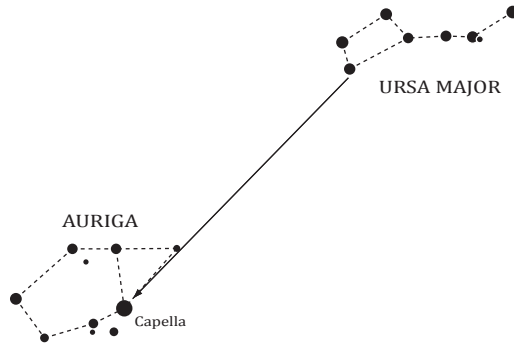
- położenie Regulusa (Lew)



- położenie Kłosa (Panna)



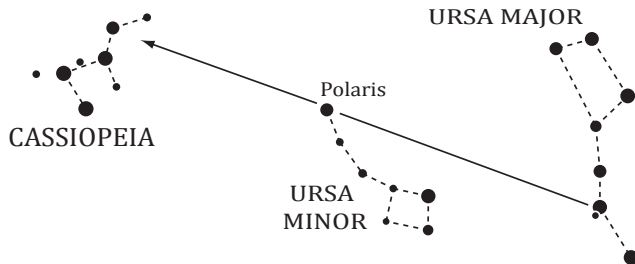
- położenie Kappelli (Koza)



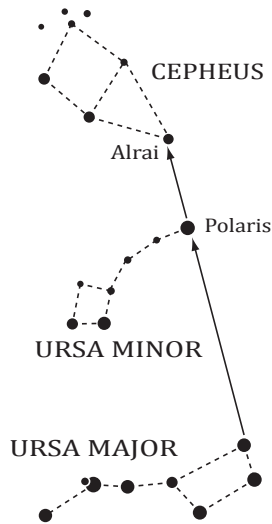
- położenie Polluksa i Kastora (Bliźnięta)



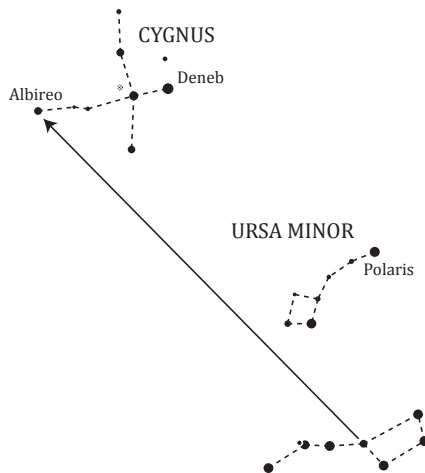
- położenie Kasjopei



- położenie Alraia (Cefeusz)



- położenie Albireo (Łabędź)



PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- przedstawienie sposobu odnajdywania gwiazd i gwiazdozbiorów;
- zachęcenie uczniów do samodzielnego wypracowania sposobów orientowania się na niebie;
- konsultowanie wątpliwości.

Kolejnym przydatnym gwiazdowym drogowskazem może być gwiazdozbiór Oriona, który pozwala na proste i szybkie zlokalizowanie gwiazdozbiorów Bliźniąt, Byka i położonej w jego pobliżu gromady otwartej M45 (Plejady), Wielkiego Psa oraz Małego Psa.

2. Lekcja orientacji na niebie (przyroda w szkole podstawowej, fizyka lub geografia w gimnazjum)

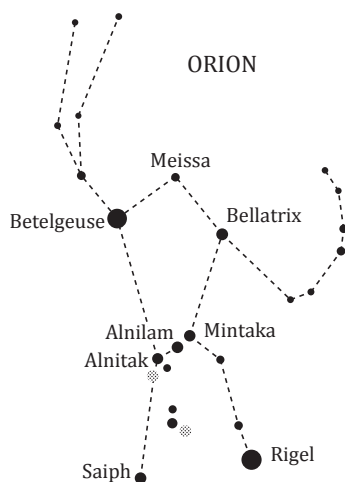
TEMAT: Orion – gwiazdny drogowskaz.

POJĘCIA: orientacja na niebie, nazwy gwiazdozbiorów.

POMOCE: obrotowa mapa nieba, atlas nieba, parasol astronomiczny, program Stellarium, komputer z rzutnikiem multimedialnym, tablica interaktywna.

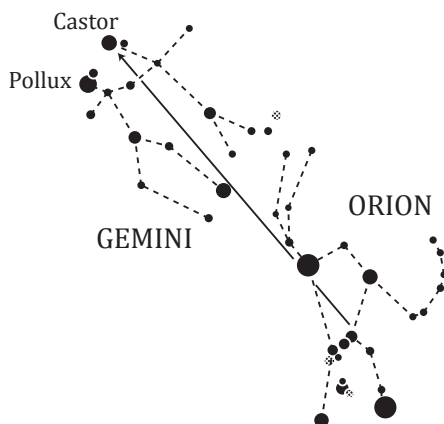
ZADANIA:

1. odszukać gwiazdozbiór Oriona

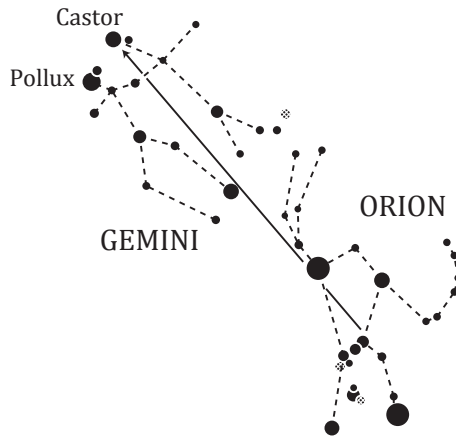


2. na podstawie rysunków ustalić:

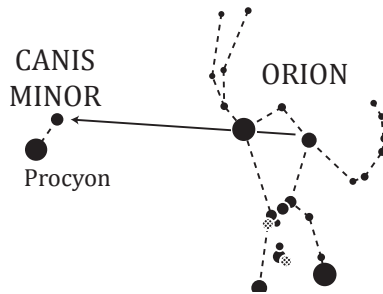
- położenie Kastora i Polluksa (Bliźnięta)



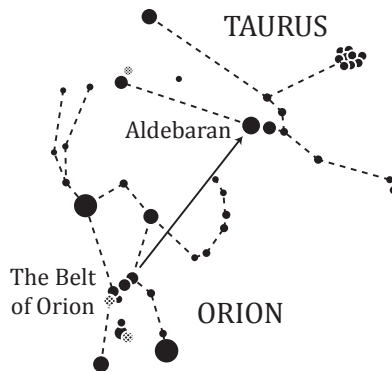
- położenie Syriusza (Wielki Pies)



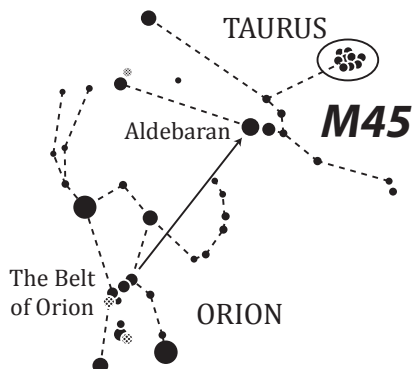
- położenie Procjona (Mały Pies)



- położenie Aldebarana (Byk)



- położenie Plejad (gromada otwarta M45) (okolice Byka)



PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- przedstawienie sposobu odnajdywania gwiazd i gwiazdozbiorów;
- zachęcenie uczniów do samodzielnego wypracowania sposobów orientowania się na niebie;
- konsultowanie wątpliwości.

Należy pamiętać, że przedstawione sposoby orientowania się na sferze niebieskiej są jedynie propozycjami. Każdy obserwator może wypracować sobie właściwy sposób odnajdywania gwiazd, gwiazdozbiorów i obiektów mgławicowych.

Ćwiczeniem, które może posłużyć do sprawdzenia umiejętności orientowania się na niebie oraz na powierzchni naszej planety, może być zadanie polegające na określeniu emisji światła w przestrzeń w okolicy miejsca zamieszkania. Ćwiczenie to może zostać zrealizowane w ramach corocznych kampanii organizowanych przez *GLOBE At Night*, które odbywają się w dwóch terminach: od 21 lutego do 6 marca – obserwacje Oriona oraz od 22 marca do 4 kwietnia – obserwacje Lwa. Wszelkie materiały i informacje możemy znaleźć na stronie organizatorów kampanii pod adresem: <http://www.globeatnight.org/>.

3. Zajęcia dodatkowe z przyrody lub geografii w szkole podstawowej (fizyki lub geografii w gimnazjum lub szkole ponadgimnazjalnej)

TEMAT: Jak cywilizacja wpływa na obserwacje nieba?

POJĘCIA: sfera niebieska, ekologia, oszczędzanie energii, gwiazdozbiory, szerokość i długość geograficzna.

POMOCE: obrotowa mapa nieba, mapa topograficzna okolicy, nawigacja satelitarna (GPS), pakiet rodzinny.

ZADANIA:

- określić położenie geograficzne miejsca obserwacji;
- określić stan nieba w chwili obserwacji;
- odnaleźć np.: gwiazdozbiór Oriona;
- ustalić z wykorzystaniem pakietu obserwacyjnego jasność gwiazd możliwych do obserwacji w Orionie.

PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- zapoznanie uczniów i ich rodziców / prawnych opiekunów z ideą badania oraz pakietem rodzinnym;

- wybór miejsca obserwacji;
- przystosowanie wzroku do wykonania obserwacji;
- zachęcenie uczniów i ich rodziców / prawnych opiekunów do samodzielnej pracy;
- konsultowanie wątpliwości;
- sporządzenie raportu do późniejszego wysłania.

OPRACOWANIE WYNIKÓW:

- wypełnienie formularza na stronie kampanii;
- utworzenie zrzutu ekranowego sporządzonego formularza;
- wysłanie danych.

Ciekawym ćwiczeniem utrwalającym umiejętność posługiwania się obrotową mapą nieba i orientowania się na niebie może być wykonywanie obserwacji pojawiania się gwiazd na sferze niebieskiej po zachodzie Słońca.

4. Lekcja fizyki w II lub III klasie gimnazjum / I klasie szkoły ponadgimnazjalnej

TEMAT: Określenie czasu pojawiania się gwiazd na niebie.

POJĘCIA: sfera niebieska, czas urzędowy (strefowy), czas miejscowy.

POMOCE: obrotowa mapa nieba, program Stellarium, zegarek.

ZADANIA:

- określić godziny zachodu Słońca za pomocą kalendarza lub moment zniknięcia pod horyzontem górnej jego krawędzi;
- ustalić odstęp czasu, po którym będziemy sprawdzać liczbę pojawiających się gwiazd;
- ustalić położenie na sferze niebieskiej widocznych planet.

PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- wykonywanie zliczania gwiazd na sferze niebieskiej w określonych odstępach czasu;
- próba ustalenia gwiazdozbiorów, do których należą pojawiające się gwiazdy;
- aktualizowanie ustawień obrotowej mapy nieba;
- zachęcenie uczniów do samodzielnej pracy;
- konsultowanie wątpliwości;
- zapisywanie wyników.

OPRACOWANIE WYNIKÓW:

- tabela z czasem pomiaru i liczbą gwiazd;
- zapis prób przypisania gwiazd do gwiazdozbiorów;
- dyskusja błędów pojawiających się w otrzymanych wynikach.

Kolejną propozycją dla nauczycieli przyrody w szkole podstawowej (klasa VI), geografii lub fizyki na poziomie gimnazjum lub szkoły ponadgimnazjalnej może być pomysł terenowych obserwacji astronomicznych udostępniony przez Barbarę Dłużewską, nauczycielkę fizyki w XXVII Liceum Ogólnokształcącym im. Tadeusza Czackiego w Warszawie.

5. Zajęcia terenowe z astronomii w gimnazjum lub szkole ponadgimnazjalnej, część pierwsza

TEMAT: Ćwiczenia z astronomii w terenie 1. Niebo jesienne

POJĘCIA: kierunki świata.

POMOCE: obrotowa mapa nieba, lornetka, kompas, ołówki, blok rysunkowy, zeszyt, latarka.

ZADANIA:

- wyznaczyć kierunki: północ – południe, wschód – zachód;
- ustawić mapę nieba na odpowiednią datę i godzinę (pamiętając o czasie letnim lub zimowym) i zorientować ją zgodnie z kierunkami świata;
- odszukać na niebie: Wielki i Mały Wóz oraz Gwiazdę Polarną;
- odszukać gwiazdy Trójkąta Letniego: Węgę, Deneb i Altair;
- wskazać gwiazdozbiory: Cefeusza, Kasjopei, Lutni;
- wskazać pas Drogi Mlecznej;
- o ile jest to możliwe odszukać Jowisza, Saturna, **a może inne planety**, na przykład Marsa lub Wenus (tę ostatnią po zachodzie Słońca na zachodzie, a przed wschodem – na wschodzie);
- odnaleźć dość jasną żółtą gwiazdę nad północno-wschodnim horyzontem – Kapellę.

PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- wybór miejsca obserwacji;
- przystosowanie wzroku do wykonania obserwacji;
- zachęcenie uczniów do samodzielnej pracy;
- konsultowanie wątpliwości.

OPRACOWANIE WYNIKÓW:

- sporządzenie szkiców gwiazdozbiorów.

6. Zajęcia terenowe z astronomii w gimnazjum lub szkole ponadgimnazjalnej, część druga

TEMAT: Ćwiczenia z astronomii w terenie 2. Księżyc i Jowisz.

POJĘCIA: kierunki świata.

POMOCE: obrotowa mapa nieba, lornetka, kompas, ołówki, blok rysunkowy, zeszyt, latarka.

ZADANIA:

- wyznaczyć kierunki: północ – południe, wschód – zachód;
- odszukać Księżyc;
- narysować na papierze tarczę Księżyca, podzielić ją na cztery części: góra, dół, prawa, lewa, następnie naszkicować „mapę” Księżyca;
- obejrzyć Księżyc przez lornetkę lub lunetkę (jeżeli są do dyspozycji);
- narysować na papierze tarczę Księżyca widzianą przez lornetkę, podzielić ją na cztery części: góra, dół, prawa, lewa i naszkicować „mapę” Księżyca,
- odszukać Jowisza, o ile to możliwe;
- obejrzyć Jowisza przez lornetkę lub lunetkę (jeżeli są do dyspozycji);
- naszkicować obraz Jowisza z jego Księżycami po obejrzeniu go przez lornetkę;
- wyszukać przez lornetkę Wielką Mgławicę w Andromedzie;
- naszkicować Wielką Mgławicę w Andromedzie z układem gwiazd wokół.

PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- wybór miejsca obserwacji;
- przystosowanie wzroku do wykonania obserwacji;
- zachęcenie uczniów do samodzielnej pracy;
- wykonanie szkiców (rysunków);

- konsultowanie wątpliwości.

OPRACOWANIE WYNIKÓW:

- sporządzenie szkiców gwiazdozbiorów;
- porównanie „mapy” Księżyca uzyskanej przy jej szkicowaniu za pomocą oka „nieuzbrojonego” i „uzbrojonego” (przez lornetkę);
- porównanie wykonanych szkiców (rysunków).

Innym ćwiczeniem, które można przeprowadzić w ramach lekcji fizyki jest nauka oceny jasności wizualnej gwiazd. Posłużymy się w tym celu gwiazdami wchodzącymi w skład Wielkiego i Małego Wozu.

7. Lekcja fizyki w III klasie gimnazjum lub I klasie szkoły ponadgimnazjalnej

TEMAT: Wizualna ocena jasności gwiazd (przygotowanie do obserwacji gwiazd zmiennych).

POJĘCIA: sfera niebieska, czas urzędowy (strefowy), czas miejscowy, jasność gwiazd, magnitudo.

POMOCE: obrotowa mapa nieba, mapa gwiazdozbiorów z oznaczeniami literowymi, tabele.

ZADANIA: W oparciu o mapkę gwiazdozbiorów porównujemy jasności gwiazd tworzących poszczególne konstelacje posługując się stopniami Argelander’a.

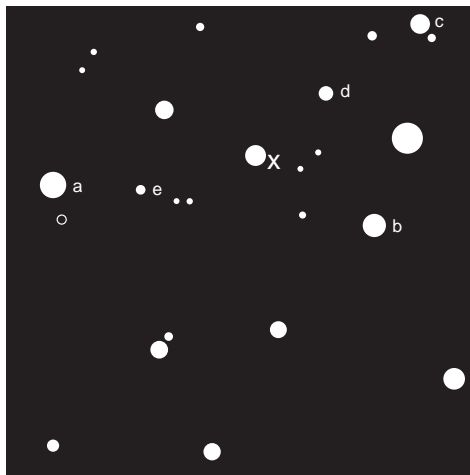
Różnice jasności ocenia się najczęściej metodami Argelander’a, Nijlanda-Błazki-Argelander’a (NBA) i Pickeringa opisanymi w Rozdziale IV, *Zaawansowane obserwacje astronomiczne*.

Poniżej przedstawiono przykładowe ćwiczenia oceny jasności.

Na poniższych mapkach wielkości gwiazdowe gwiazd porównania (w magnitudo) wynoszą: $a = 7.1$, $b = 7.4$, $c = 7.8$, $d = 8.1$, $e = 8.5$

Oszacuj metodami NBA i Pickeringa jasności gwiazdy zmiennej v

Przykład A):



W przykładzie A gwiazdy porównania a i b są jaśniejsze a gwiazdy c , d i e słabsze od zmiennej v . Gwiazdy porównania e możemy nie brać pod uwagę z powodu zbyt dużej różnicy jasności. Możemy więc wykonać porównania: avc , avd , bvc i bvd .

1. porównanie avc

a7v3c – metoda Pickeringa – $v = 7,59$

a9v3c – metoda NBA – $v = 7,62$

2. porównanie avd

a5v5d – metoda Pickeringa – $v = 7,60$

3. porównanie bvc

b6v3c – metoda NBA – $v = 7,67$

4. porównanie bvd

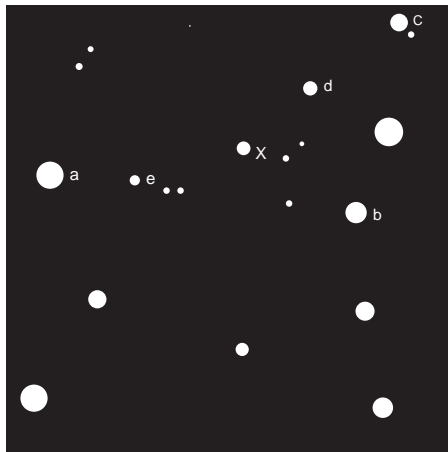
b4v6d – metoda Pickeringa – $v = 7,68$

b3v6d – metoda NBA – $v = 7,63$

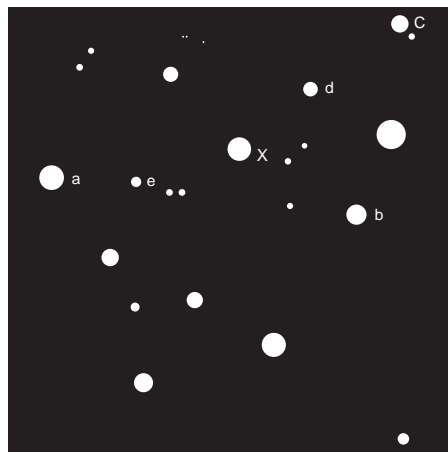
Po uśrednieniu i zaokrągleniu do jednego miejsca po przecinku otrzymujemy $v = 7,6$ mag.

Kolejne przykłady do samodzielnego przećwiczenia:

Zadanie a):



Zadanie b):



PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- zapoznanie uczniów z metodami oceny jasności,
- zaznajomienie z terminologią,
- dostarczenie map nieba przygotowanych w programie komputerowym razem z podaniem jasności gwiazd odniesienia,
- zachęcenie uczniów do samodzielnej pracy,
- konsultowanie wątpliwości,
- zapisywanie wyników,

OPRACOWANIE WYNIKÓW:

- wykonanie oceny jasności,
- zapisanie obserwacji w tabeli zgodnie z przyjętą konwencją,
- wykonanie obliczeń,
- porównanie i dyskusja dotycząca uzyskanych wyników,
- dyskusję błędów pojawiających się w otrzymanych wynikach.

Przygotowane tabele jasności poszczególnych gwiazd wchodzących w skład konstelacji Wielkiego i Małego Wozu oraz przypisane im oznaczenia literowe na mapach mogą posłużyć do oceny jasności gwiazd w okolicach tych gwiazdozbiorów:

Tabela jasności gwiazd dla Wielkiego Wozu:

A	η UMa (Benetnasch/Alkaid)	jasność	1,85	mag
B	ζ UMa (Mizar)	jasność	2,3	mag
C	80 UMa (Alkor)	jasność	4	mag
D	ϵ UMa (Alioth)	jasność	1,77	mag
E	δ UMa (Megrez)	jasność	3,3	mag
F	α UMa (Dubhe)	jasność	1,8	mag
G	β UMa (Merak)	jasność	2,4	mag
H	γ UMa (Phekida)	jasność	2,4	mag

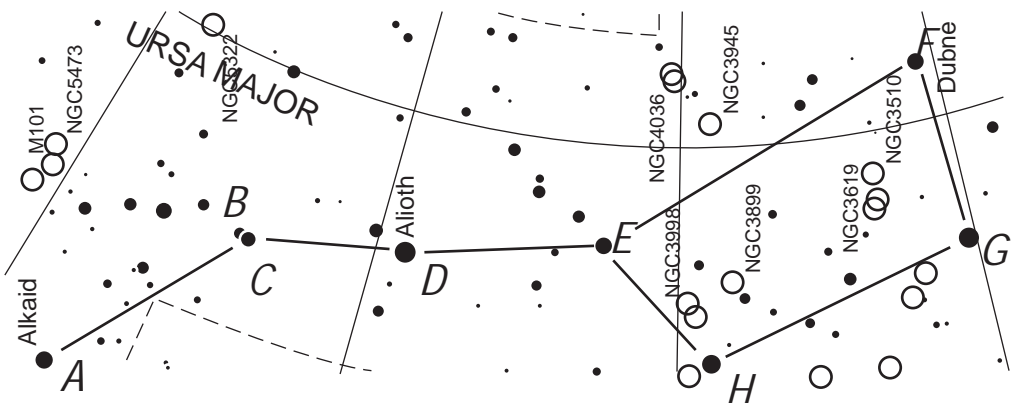
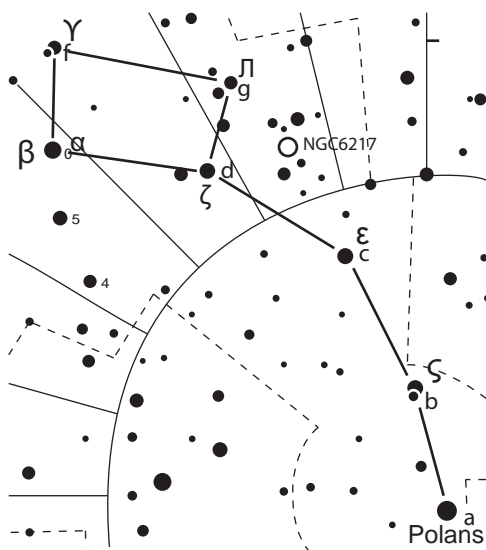


Tabela jasności gwiazd dla Małego Wozu:

a	α UMi (Gwiazda Polarna)	jasność	2,02	mag
b	δ Umi	jasność	4,36	mag
c	ϵ Umi	jasność	4,23	mag
d	ζ Umi	jasność	4,32	mag
e	β UMi (Kochab)	jasność	2,08	mag
f	γ UMi (Pherkad)	jasność	3,05	mag
g	η Umi	jasność	4,95	mag



Dla osób szczególnie zainteresowanych rozwijaniem tej umiejętności podczas wizualnych obserwacji gwiazd zmiennych godna polecenia jest strona: <http://sswdob.republika.pl/glowna.htm>, na której znajdują się linki do stron zawierających informacje o gwiazdach zmiennych. Ogólny Katalog Gwiazd Zmiennych możemy znaleźć pod adresem – <http://www.sai.msu.su/groups/cluster/gcvs/gcvs/>.

Omówione powyżej ćwiczenie może się stać punktem wyjścia do obserwacji związanych z barwą gwiazd na lekcjach fizyki w gimnazjum lub szkole ponadgimnazjalnej. Możemy spróbować rozpoznać barwy jasnych gwiazd w poznanych gwiazdozbiorach, przypisując gwiazdzie jedną z wymienionych wcześniej barw. Obserwacje można połączyć z omówieniem typów widmowych gwiazd, które łączą się z temperaturą powierzchniową gwiazdy, a ta z kolei – z jej barwą. Przeprowadzając taką obserwację, z pewnym przybliżeniem określimy typ widmowy gwiazdy. Zebrane dane można porównać z danymi wyszukanyymi w literaturze, co pozwoli sprawdzić jakość naszych obserwacji i przedyskutować powody rozbieżności. W przypadku gdy lokalizacja utrudnia obserwację bezpośrednią, możemy posłużyć się kolorowymi fotografiami wybranych obszarów nieba w oparciu o które przeprowadzimy próbę określenia barwy gwiazd.

Potrzebne do przeprowadzenia ćwiczenia zdjęcia możemy pobrać ze strony: <http://www.oa.uj.edu.pl/apod/apod/ap030207.html> lub <http://mimosa18.blog.interia.pl/?id=1837620>

8. Lekcja fizyki w III klasie gimnazjum lub I klasie szkoły ponadgimnazjalnej

TEMAT: Wizualna ocena barwy gwiazdy.

POJĘCIA: diagram Hertzsprunga-Russella (H-R), typ widmowy, jasność absolutna gwiazd, moc promieniowania, ciało doskonale czarne.

POMOCE: obrotowa mapa nieba, tabela.

ZADANIA: Podczas obserwacji jasnych gwiazd w gwiazdozbiorach, bez trudu dostrzeżemy, że różnią się nie tylko jasnością, ale również barwą – mogą one być:

- niebieskawobiałe,
- białe,
- żółte,
- pomarańczowe,
- czerwone.

PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- omówienie terminów i pojęć istotnych z punktu widzenia prawidłowego przebiegu ćwiczenia,
- wykonanie obserwacji i zanotowanie ich wyników,
- zachęcenie uczniów do samodzielnej pracy,
- konsultowanie wątpliwości,

OPRACOWANIE WYNIKÓW:

- wyniki obserwacji zapisujemy w tabeli zgodnie z przyjętą konwencją,
- dyskusję błędów pojawiających się w otrzymanych wynikach.

Zwieńczeniem tego etapu poznania ze sfery niebieskiej może być zorganizowanie otwartego pokazu nieba dla uczniów szkoły niewykazujących głębszego zainteresowania astronomią, dla rodziców, a może nawet i dla lokalnej społeczności.

Zjawiska na niebie

Zakładamy, że potrafimy już sprawnie odnajdywać konstelacje, rozpoznajemy jasne gwiazdy, potrafimy zlokalizować położenie planet. Nadszedł czas na rozpoczęcie obserwacji zjawisk zachodzących na sferze niebieskiej oraz ich dokumentowanie. Wydaje się, że obserwacje można rozpocząć od najłatwiej rozpoznawalnego ciała niebieskiego, które możemy podziwiać nieuzbrojonym okiem, czyli Księżycą. Możemy spróbować zachęcić uczniów uzdolnionych plastycznie do wykonania serii odręcznych szkiców tarczy Księżycy z uwzględnieniem gwiazdnego tła, na którym w dniu obserwacji znajdował się nasz naturalny satelita. Innym pomysłem jest „selenografia”, czyli wykonywanie zdjęć tarczy Księżycy aparatem fotograficznym cyfrowym lub analogowym.

1. Zadanie domowe z fizyki dla gimnazjum lub szkoły ponadgimnazjalnej

TEMAT: Obserwacja ruchu obiegowego Księżycy.

POJĘCIA: układ odniesienia, względność ruchu, zmiana położenia, przemieszczenie.

POMOCE: aparat fotograficzny, statyw, ołówek, zeszyt.

ZADANIE:

- systematyczne obserwacje Księżyca w ciągu od 3 do 5 kolejnych dni z tego samego miejsca i o tej samej godzinie (pod warunkiem bezchmurnego nieba).

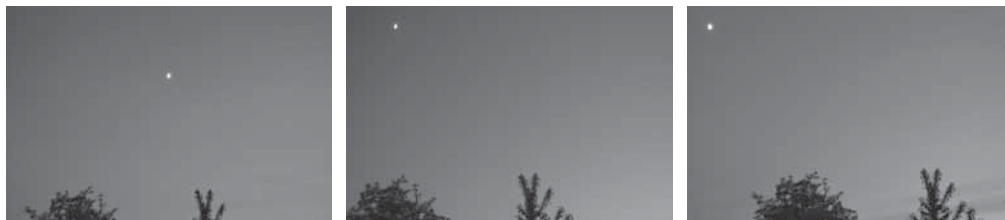
PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- wybór miejsca i czasu obserwacji;
- wybór ciała służącego za układ odniesienia trwale związanego z powierzchnią Ziemi;
- wykonanie obserwacji i ich udokumentowanie za pomocą zdjęcia lub rysunku;
- zachęcenie uczniów do samodzielnej pracy;
- konsultowanie wątpliwości.

OPRACOWANIE WYNIKÓW:

- wyniki obserwacji zapisujemy, odnotowując datę i godzinę obserwacji;
- utworzenie kolekcji kolejnych obserwacji w postaci zestawu opisanych zdjęć lub rysunków;
- ustalenie, w którym kierunku Księżyc obiega Ziemię: zgodnie z kierunkiem jej ruchu obrotowego, czy przeciwnie do niego?

Tarcza Księżyca w ciągu trzech kolejnych dni (fot. Kamil Nowakowski)



Powyżej przedstawiono serię zdjęć tarczy Księżyca wykonanych w ciągu trzech kolejnych dni. Wierzchołek igłaka stanowi układ odniesienia – zachód znajduje się po prawej stronie każdego ze zdjęć.

Obecnie dobry aparat cyfrowy bądź analogowy przestaje być dobrem luksusem. Jeżeli zainwestujemy dodatkowo w zakup solidnego montażu (statywu fotograficznego) oraz obiektywu długogniskowego, to otrzymamy zestaw do wykonywania zdjęć nieba i obiektów niebieskich: Księżyca, planet, asteroid (planetek), gwiazdozbiorów i innych zjawisk dostępnych do obserwacji. Na początku zachęcamy do obserwacji fotograficznej Księżyca.

2. Zadanie domowe z fizyki dla gimnazjum lub szkoły ponadgimnazjalnej

TEMAT: Obserwacja i dokumentowanie faz Księżyca.

POJĘCIA: fazy Księżyca, miesiąc synodyczny, miesiąc syderyczny.

POMOCE: aparat fotograficzny, statyw.

ZADANIE:

- systematycznie obserwować Księżyc w ciągu około 2 tygodni.

PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- wybór miejsca i czasu obserwacji;
- wykonanie kolejnych obserwacji i ich udokumentowanie za pomocą zdjęcia;
- zachęcenie uczniów do samodzielnej pracy;
- konsultowanie wątpliwości.

OPRACOWANIE WYNIKÓW:

- wyniki obserwacji zapisujemy, odnotowując datę i godzinę obserwacji;
- utworzenie kolekcji kolejnych obserwacji w postaci zestawu opisanych zdjęć;
- ustalenie, w którym kierunku Księżyc obiega Ziemię: zgodnie z kierunkiem jej ruchu obrotowego, czy przeciwnie do niego?

Realizacją ćwiczenia jest ilustracja poniżej, która powstała w wyniku złożenia zdjęć tarczy Księżyca wykonanych między 6 a 14 maja 2011 roku aparatem Olympus E-520 z użyciem obiektywu Olympus Zuiko Digital 40-150 mm f/3.5-4.5.



Tarcza Księżyca w dniach od 6 do 14 maja 2011 roku (fot. Jan Paweł Żółkiewski)

Jeżeli uważamy, że mamy dostateczne doświadczenie astrofotograficzne, możemy zapolować na zjawiska związane z rozbłyskami (flarami) Irydium lub przelotami Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS, *International Space Station*) bądź innych sztucznych satelitów Ziemi. Dane potrzebne do przygotowania takiej obserwacji możemy pobrać ze strony: <http://www.heavens-above.com/>.

Jeżeli wybierzemy miejsce, z którego będziemy chcieli prowadzić obserwację, będziemy mogli sprawdzić, kiedy w najbliższym czasie można obserwować na przykład rozbłysk Irydium i w którym rejonie nieba się go spodziewać.

3. Lekcja fizyki dla gimnazjum lub szkoły ponadgimnazjalnej

TEMAT: Obserwacja i dokumentowanie rozbłysków Iridium.

POJĘCIA: sfera niebieska, współrzędne astronomiczne, sztuczne satelity, telefonia Irydium.

POMOCE: aparat fotograficzny, statyw.

ZADANIE:

- wykonać zdjęcia rozbłysków Iridium na podstawie pozyskanych danych.

PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- wybór miejsca i czasu obserwacji;
- ustawienie aparatu w wybrany obszar sfery niebieskiej;
- wykonanie zdjęć lub zapisu wideo;
- konsultowanie wątpliwości.

OPRACOWANIE WYNIKÓW:

- wyniki obserwacji zapisujemy, odnotowując datę i godzinę obserwacji;
- utworzenie kolekcji kolejnych obserwacji w postaci zestawu opisanych zdjęć.



Przykład obserwacji rozbłysków Irydium (fot. Stanisław Rokita)

Ta sama strona może nam również dostarczyć informacji o terminach przelotów Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS) nad naszą okolicą i o jej drodze wśród gwiazd.

4. Lekcja fizyki w gimnazjum lub szkole ponadgimnazjalnej

TEMAT: Obserwacja i dokumentowanie przelotu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS).

POJĘCIA: sfera niebieska, współrzędne astronomiczne, sztuczne satelity, stacje kosmiczne, misje badawcze.

POMOCE: aparat fotograficzny, statyw.

ZADANIE:

- wykonać zdjęcia przelotu ISS na podstawie pozyskanych danych.

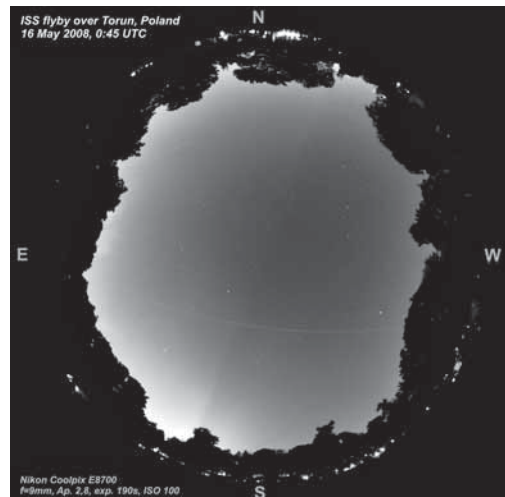
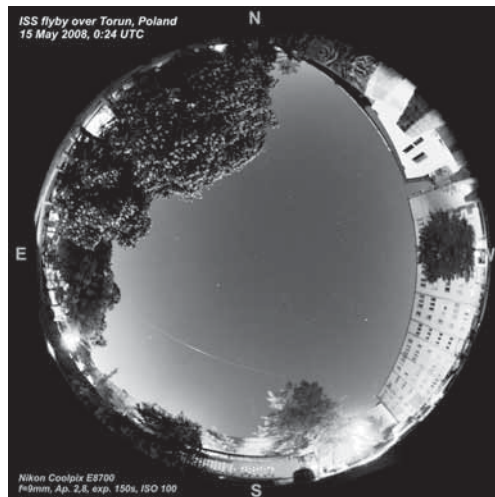
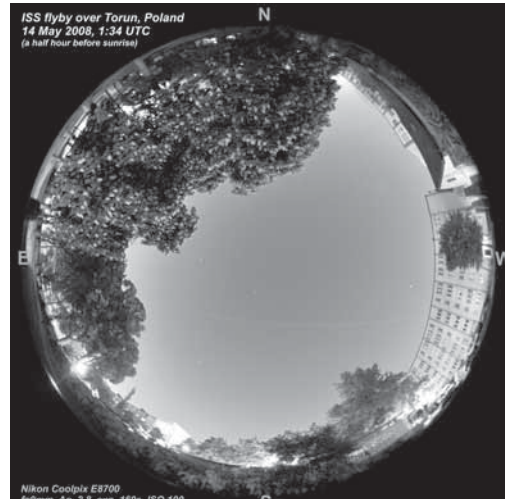
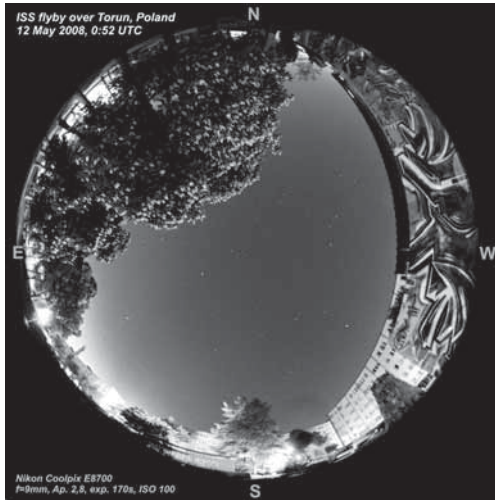
PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- wybór miejsca i czasu obserwacji;
- ustawienie aparatu w wybrany obszar sfery niebieskiej;
- wykonanie zdjęć lub zapisu wideo;
- konsultowanie wątpliwości.

OPRACOWANIE WYNIKÓW:

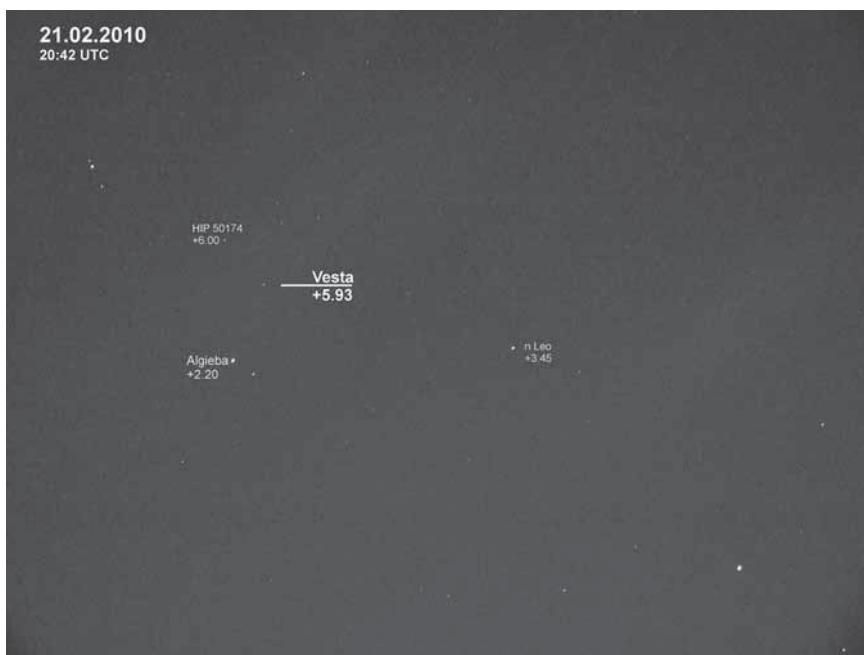
- wyniki obserwacji zapisujemy, odnotowując datę i godzinę obserwacji;
- utworzenie kolekcji kolejnych obserwacji w postaci zestawu opisanych zdjęć lub filmów.

Poniżej zaprezentowano efekty opisanych obserwacji:



Zdjęcia przelotów ISS nad Toruniem (fot. Stanisław Rokita)

Na podstawie tych danych, które również możemy odszukać na stronie *Heavens Above*, będziemy mogli określić widoczności planet i planetek na niebie w naszej okolicy. Później wystarczy zmodyfikować przedstawione powyżej scenariusze i udać się na polowanie na planetki i planety – rozstawić sprzęt, skierować go w odpowiedni rejon nieba, a efekty mogą być podobne do tych przedstawionych na poniższych fotografiach.



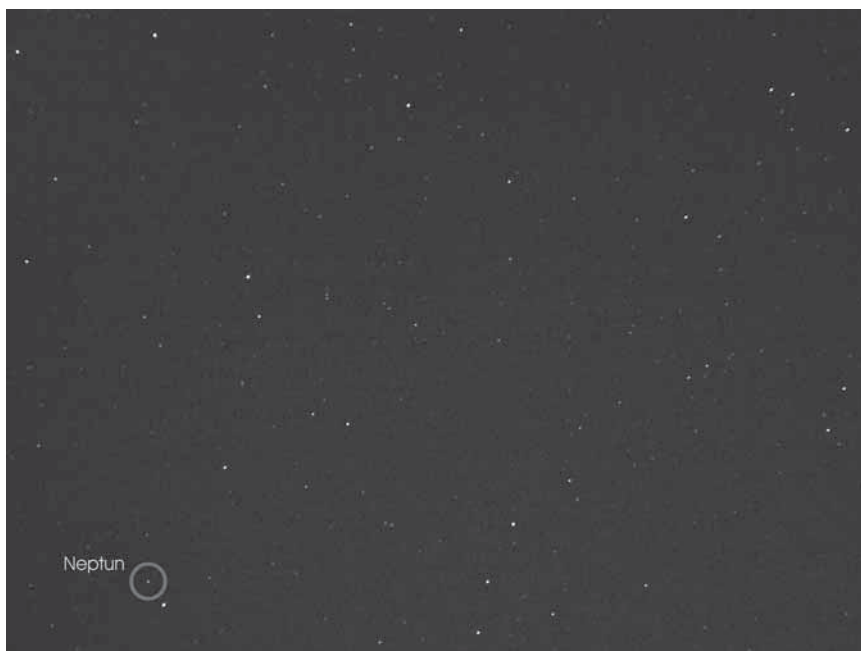
Zdjęcie planetki Vesta (fot. Stanisław Rokita)



Zdjęcie Urana i Jowisza (fot. Stanisław Rokita)



Kolejne ujęcie Urana i Jowisza (fot. Stanisław Rokita)



Zdjęcie Neptuna (fot. Stanisław Rokita)



Ujęcie Urana i Wenus (fot. Stanisław Rokita)

Jakość uzyskanych zdjęć będzie zależeć od tego, czy dysponujemy stabilnym montażem lub teleskopem z mikroruchami i celownicą. Na podstawie mapki nieba, którą można wydrukować ze strony *Heavens Above*, orientujemy obiektyw aparatu w odpowiedni obszar nieba i wykonujemy ekspozycję trwającą od 10 do 30 sekund. Prezentowane powyżej zdjęcia zostały wykonane aparatem Fuji FinePix S6500fd, z obiektywem 300 mm, z prowadzeniem przez lunetkę teleskopu (aparat umocowano na teleskopie). Jeżeli nie dysponujemy teleskopem z montażem paralaktycznym, który ułatwia płynne prowadzenie aparatu za fotografowanym obiektem, otrzymane zdjęcia obiektów będą rozmyte (poruszone).

Kolejną formą aktywności, którą możemy zaproponować naszym uczniom na lekcjach fizyki w starszych klasach gimnazjum lub pierwszych klasach szkół ponadgimnazjalnych, są obserwacje tarczy słonecznej. Obserwacje Słońca możemy prowadzić w dzień, nawet podczas trwania zajęć lekcyjnych.

5. Lekcja fizyki w gimnazjum lub szkole ponadgimnazjalnej

TEMAT: Obserwacje tarczy słonecznej (aktywności Słońca).

POJĘCIA: aktywność słoneczna, plamy, flary, protuberancje, wiatr słoneczny, liczba Wolfa, wpływ aktywności słonecznej na klimat Ziemi, pogoda słoneczna, misje badawcze.

POMOCE: lornetka, lunetka, teleskop, statyw, ekran, kalka techniczna, ołówki, aparat fotograficzny.

ZADANIE:

- wykonać obraz tarczy słonecznej w postaci rysunku lub fotografii.

PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- wybór miejsca i czasu obserwacji;
- zmontowanie układu umożliwiającego wykonanie obserwacji;
- wykonanie rysunków lub zdjęć aktualnego stanu tarczy słonecznej.

OPRACOWANIE WYNIKÓW:

- wyniki obserwacji opisujemy, odnotowując datę i godzinę obserwacji;
- utworzenie kolekcji kolejnych obserwacji w postaci zestawu opisanych rysunków lub zdjęć.

Podczas wykonywania systematycznych obserwacji Słońca **należy pamiętać, by tarczę słoneczną obserwować wyłącznie na ekranie, bezpośrednie patrzenie wprost na Słońce może się bowiem skończyć poważnym uszkodzeniem lub nawet całkowitą utratą wzroku** – podczas obserwacji w warunkach lekcji szkolnej trzeba to wyraźnie uświadomić naszym uczniom. Potrzebne nam będą lornetka, lunetka lub teleskop. Przyrząd służący do obserwacji należy koniecznie umocować na statywie – to umożliwi całkowite unieruchomienie instrumentu po skierowaniu go na Słońce. Do przyrządu musimy zamontować ekran, pamiętając by był prostopadły do osi optycznej instrumentu – w przeciwnym wypadku uzyskany obraz tarczy słonecznej będzie zniekształcony, co obniży wartość naukową naszych obserwacji.

Ekran powinien mieć rozmiary rzędu 25x25 cm i najlepiej, aby był umieszczony w rodzaju kamery projekcyjnej osłaniającej go podczas obserwacji przed światłem rozproszonym. Uzyskany obraz staje się wtedy bardziej kontrastowy, uwidaczniając więcej szczegółów na powierzchni Słońca – pola pochodni, cienie plam i samo pociemnienie brzegowe.



Obraz tarczy słonecznej (fot. Mariusz Kamiński)

Dla instrumentów ze średnicami obiektywów od 5 cm do 10 cm zalecane są średnice rzutowanego obrazu wynoszące 11 cm, zaś dla teleskopów, których średnice obiektywu wynoszą 12,5 cm lub więcej, rzutowany obraz Słońca powinien mieć średnicę 15 cm (aby nasze szkice były dokładne, należy pamiętać o ustawieniu odpowiedniej odległości między ekranem a okulem, wynikającej z zmian położeń rocznych Ziemi na orbicie okołosłonecznej). Jeżeli naszym instrumentem będzie lornetka, jeden z jej obiektywów powinien być całkowicie zasłonięty. Podczas obserwacji co pewien czas należy zasłaniać obiektyw instrumentu, by nie dopuścić do nadmiernego nagrzewania się części optyki, co może się skończyć trwałym uszkodzeniem. Najlepszym czasem do obserwacji słonecznych są godziny od 1,5– do 3 godzin po wschodzie i od 1 do 3 godzin przed zachodem Słońca. Wtedy atmosfera bywa najspokojniejsza. Należy unikać obserwacji z okna klasy lub domu, gdyż występują wówczas turbulencje zniekształcające powstający obraz. Regulację ostrości wykonujemy poprzez regulację okulem, wielkość obrazu zależy od odległości między okulem i ekranem. W warunkach szkoły nasza działalność obserwacyjna sprowadza się do obserwacji plam słonecznych, które są wyraźnie widoczne na obrazie Słońca powstającym na ekranie. Liczba plam słonecznych ulega ciągłym zmianom i jest związana z cyklem aktywności Słońca. W maksimum aktywności na tarczy może się znajdować kilkadziesiąt plam, a w minimum – Słońce może być zupełnie „czyste”.

W celu prześledzenia aktywności Słońca można się zapoznać z danymi umieszczonymi na stronach <http://www.tos.astrowww.pl/> Towarzystwa Obserwatorów Słońca im. Wacława Szymańskiego i <http://www.pta.edu.pl/orion/sun/aktualne.html> Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Obserwacje plam słonecznych polegają na sporządzeniu rysunku z jak najwierniejszym zaznaczeniem widocznych szczegółów. Wykonuje się go na kartce czystego, wolnego od drobnych zanieczyszczeń, białego papieru, na którym zaznaczamy okrąg o średnicy odpowiadającej obrazowi tarczy słonecznej uzyskanej w naszym instrumencie lub można zrobić zdjęcia obrazu tarczy Słońca. Opis obserwacji powinien zawierać: dane obserwatora, miejsce obserwacji, datę oraz czas obserwacji z dokładnością do 1 minuty. W przypadku szkicowania obserwacja musi być wykonywana dość szybko, ponieważ obraz Słońca będzie „uciekał” z ekranu wskutek ruchu sfery niebieskiej. Wymaga to ciągłego kontrolowania i dokonywania niewielkich korekt położenia instrumentu oraz ekranu, jeżeli nie są one połączone „na sztywno”. Należy pamiętać, że uzyskany przez nas obraz na ekranie może być odwrócony, a nawet odbity lustrzanie. Aby wyznaczyć kierunki, należy wybrać plamę, zaznaczyć jej położenie, a następnie po około 2 minutach zaznaczyć ponownie położenie tej samej grupy plam – linia łącząca pierwszy obraz z drugim wyznacza nam kierunek wschód – zachód, linia równoległa biegnąca przez środek szkicu tarczy słonecznej pozwala oznaczyć te kierunki na skraju tarczy, prostopadle do niej biegnie linia wyznaczająca kierunek północ – południe. Stopień aktywności oceniamy przez określenie względnej liczby Wolfa:

$$W = k \times (10 \times g + f)$$

gdzie:

W – liczba Wolfa;

g – liczba obserwowanych grup plam słonecznych;

f – łączna liczba obserwowanych plam;

k – współczynnik zależny od użytego instrumentu; służy do porównywania wyników różnych obserwatoriów – dla obserwacji szkolnych przyjmuje wartość 1.

Na podstawie wieloletnich obserwacji heliofizycznych stwierdzono związek względnej liczby Wolfa z powierzchnią plam obserwowanych w danym momencie na Słońcu – informuje to o aktualnej

aktywności gwiazdy. W związku z tym oprócz określenia liczby Wolfa można spróbować oszacować powierzchnię plam słonecznych. Aby określić rozmiary plamy, możemy się posłużyć przygotowaną samodzielnie lub gotową skalą wzorcową złożoną z kółeczek o średnicach: 0,5 mm, 1,0 mm, 1,5 mm, 2,0 mm, 2,5 mm, 3,0 mm, 3,5 mm, 4,0 mm, 4,5 mm, 5,0 mm. Dopasowujemy kółeczko najbardziej zbliżone powierzchnią do interesującej nas plamy, która zazwyczaj ma kształt nieregularny, a otrzymany wynik notujemy. Jeżeli chcemy obliczyć powierzchnię plamy dla średnicy obrazu Słońca równej 20 cm, a zaobserwowana plama ma na ekranie średnicę 3 mm, zaczynamy od tego, że:

średnica rzeczywista Słońca – 1 390 600 km;

średnica Słońca na ekranie – 20 cm = 0,2 m = 0,0002 km;

średnica plamy na ekranie – 0,6 cm = 0,000006 km.

Następnie układamy proporcję:

0,0002 km – 1 390 600 km

0,00006 km – x km

gdzie: x – odpowiada rzeczywistej średnicy obserwowanej plamy:

$x = ((0,000006 \text{ km} \times 1\,390\,600 \text{ km}) / 0,0002) \text{ km}$.

Po obliczeniu średnica wynosi 41 718 km. Rzeczywistą powierzchnię plamy obliczamy ze wzoru na powierzchnię koła, możemy ją dodatkowo porównać z całkowitą powierzchnią Słońca.

Obserwacje plam słonecznych dobrze jest prowadzić systematycznie. Pozwoli to na śledzenie „życia” poszczególnych plam, a jeżeli będziemy obserwować plamy leżące blisko środka tarczy słonecznej, możemy się pokusić o próbę oszacowania okresu synodycznego dla punktów leżących blisko słonecznego równika. Obserwacje należy prowadzić w ciągu kilku kolejnych dni, jeżeli pozwolą na to warunki atmosferyczne. Można też wykonywać serię obserwacji tym samym instrumentem z kolejnymi rocznikami młodzieży, co pozwoli zgromadzić materiał umożliwiający śledzić zmiany aktywności słonecznej w czasie. Jeżeli wykonujemy obserwacje systematycznie i z należytą starannością, to będą one miały oprócz walorów poznawczych i dydaktycznych również pewną wartość naukową.

Roje meteorów

Ciekawym zjawiskiem dostępnym do obserwacji nieuzbrojonym okiem nawet dla początkujących adeptów astronomii są roje meteorów. Można je obserwować przez cały rok. W wyjątkowo sprzyjających okolicznościach możemy obserwować deszcz meteorów. Jest to zjawisko polegające na jednoczesnym przelocie przez atmosferę wielu meteorów należących do jednego roju – zenitalna liczba godzinna (ZHR) przekracza wówczas 100. Deszcze meteorów są najczęściej związane z maksymami następujących rojów:

1. Lekcja przyrody w szkole podstawowej lub fizyki w gimnazjum lub szkole ponadgimnazjalnej
TEMAT: Wizualna obserwacje meteorów.

POJĘCIA: meteor, meteoroidy, bolidy, metoda zerkania.

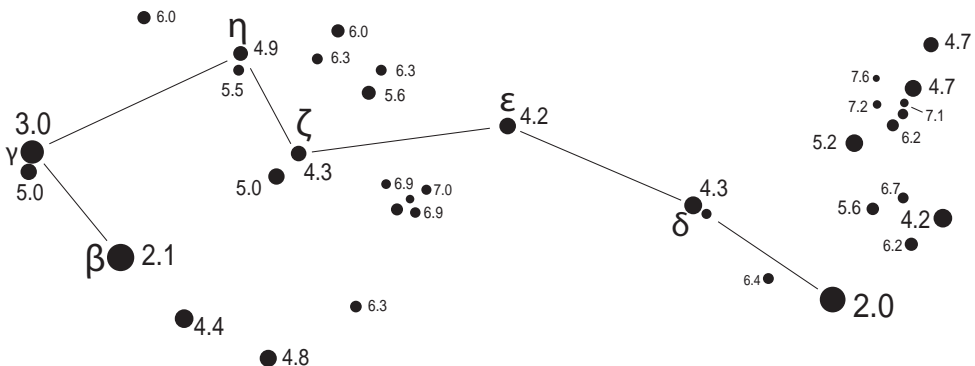
POMOCE: obrotowa mapa nieba, mapa obserwowanego fragmentu nieba, mapka do określenia jasności granicznej.

ZADANIA: Podczas wykonywania obserwacji roju meteorów należy uwzględnić między innymi to, że:

- wartość naukową mają tylko obserwacje wykonywane w okolicy maksimum roju;
- musimy zadbać o naszą wygodę podczas obserwacji; należy zabrać, karimatę, śpiwór, leżak, ciepłe ubranie, latarkę ze słabym czerwonym światłem, dyktafon lub notes i dwa ołówki;
- miejsce obserwacji ma być jak najbardziej ciemne, nieba nie powinny przesłaniać domy ani drzewa; jeżeli na niebie jest Księżyc, trzeba go mieć za plecami.

PRZEBIEG ĆWICZENIA:

- centrum pola obserwacji powinno się znajdować około 40 stopni nad horyzontem;
- podczas obserwacji wodzimy wzrokiem swobodnie wokół centrum obserwacji w odległości 10–30 stopni;
- pierwsze minuty poświęcamy na wygodne usadowienie się i rozłożenie wszystkich pomocy w łatwo dostępnych miejscach oraz umiejscowienie na niebie radiantu obserwowanego roju;
- zapisujemy nasze dane: imię i nazwisko, nazwę miejscowości, nazwę obserwowanego roju;
- określamy (metodą zerkania) widoczność graniczną, wykorzystując przedstawioną poniżej mapę Małej Niedźwiedzicy – tę operację wykonujemy na początku i końcu naszej obserwacji;

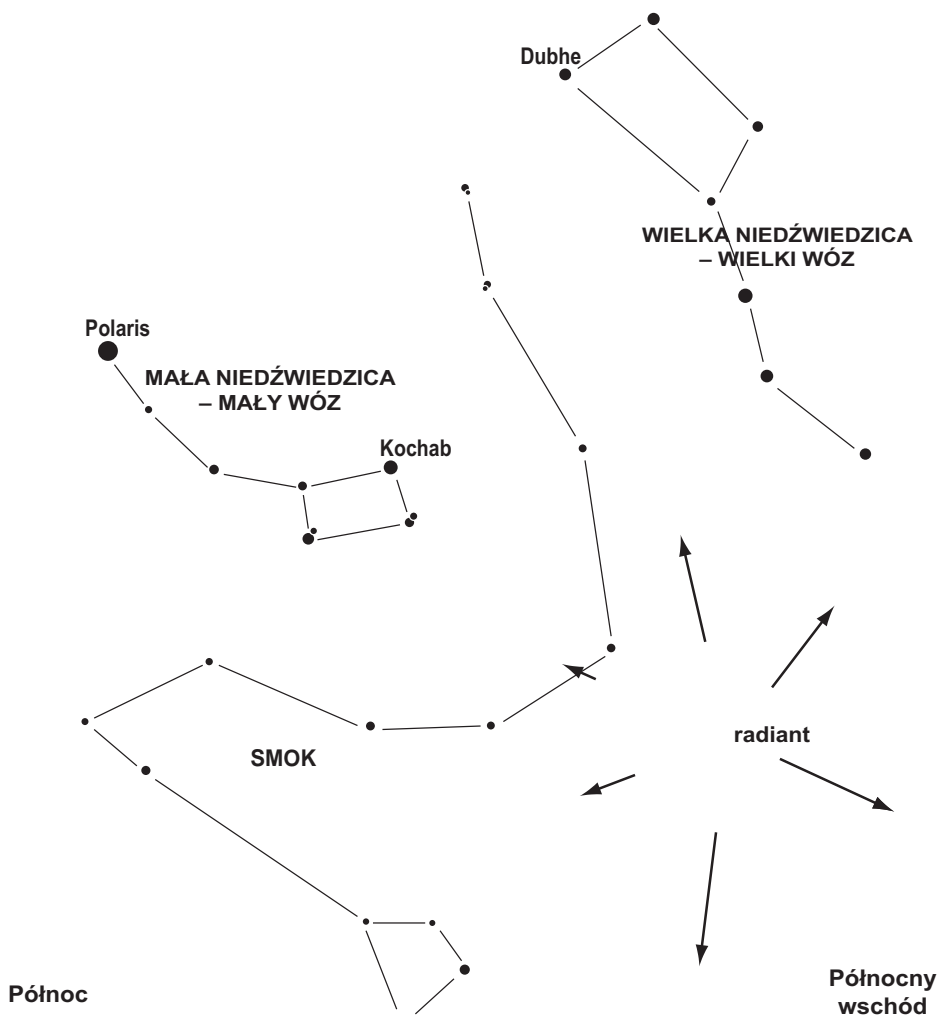


- zapisujemy czas rozpoczęcia i zakończenia obserwacji (używamy czasu uniwersalnego) z dokładnością do minuty;
- notujemy liczbę meteorów interesującego nas roju oraz innych, które uda się nam zaobserwować;
- nasza obserwacja powinna trwać minimum godzinę.

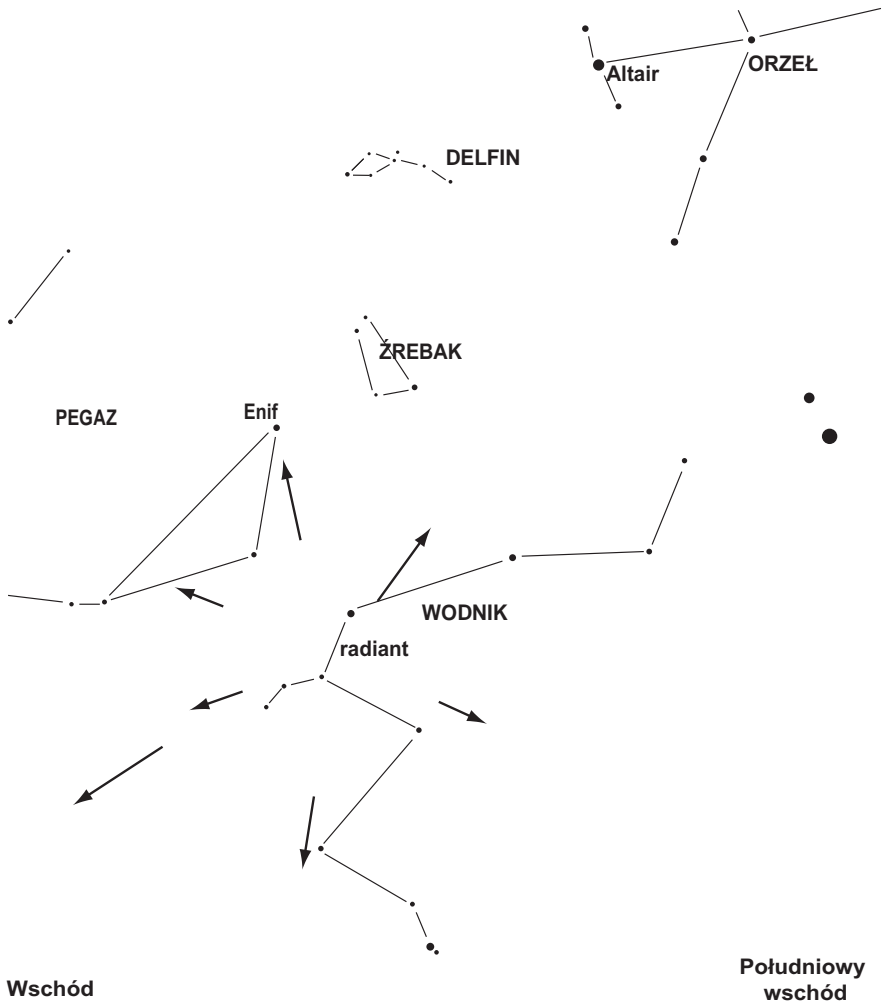
OPRACOWANIE WYNIKÓW:

- wyniki obserwacji zapisujemy w tabeli lub zaznaczamy na karcie obserwacji zgodnie z przyjętą konwencją,

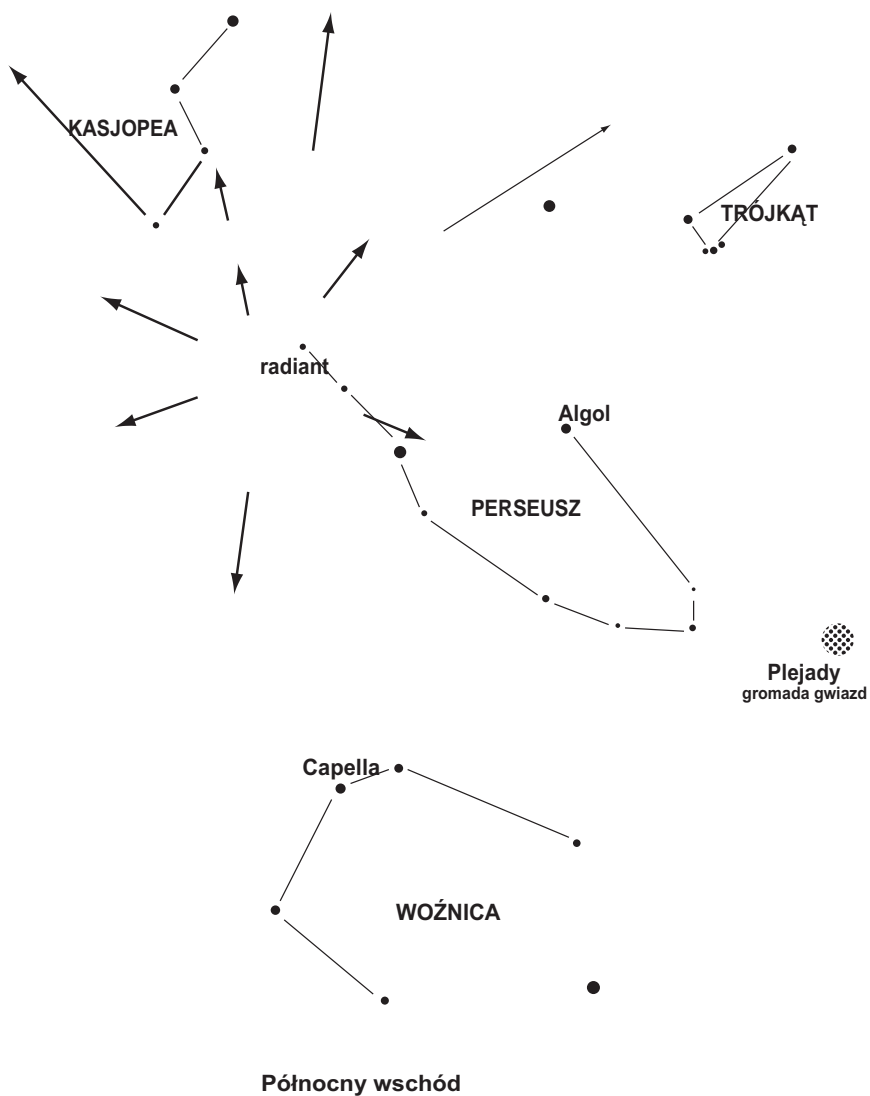
Poniżej pokazano mapki obszarów do obserwacji:



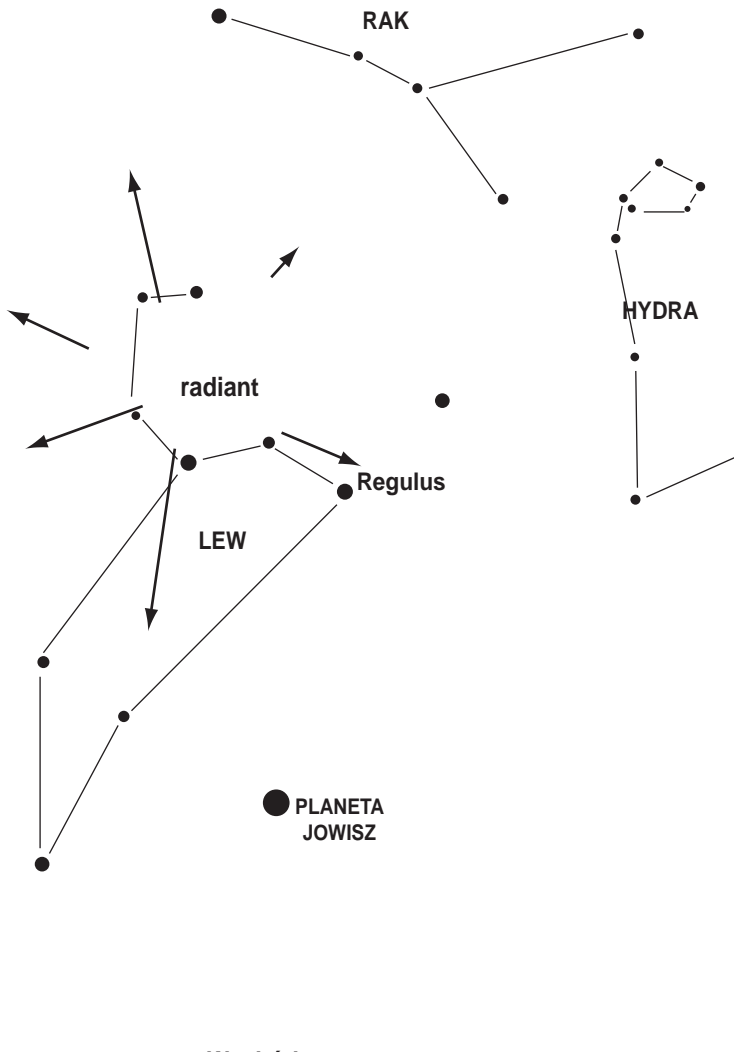
Kwadrantydy (maksimum ok. 3 stycznia)



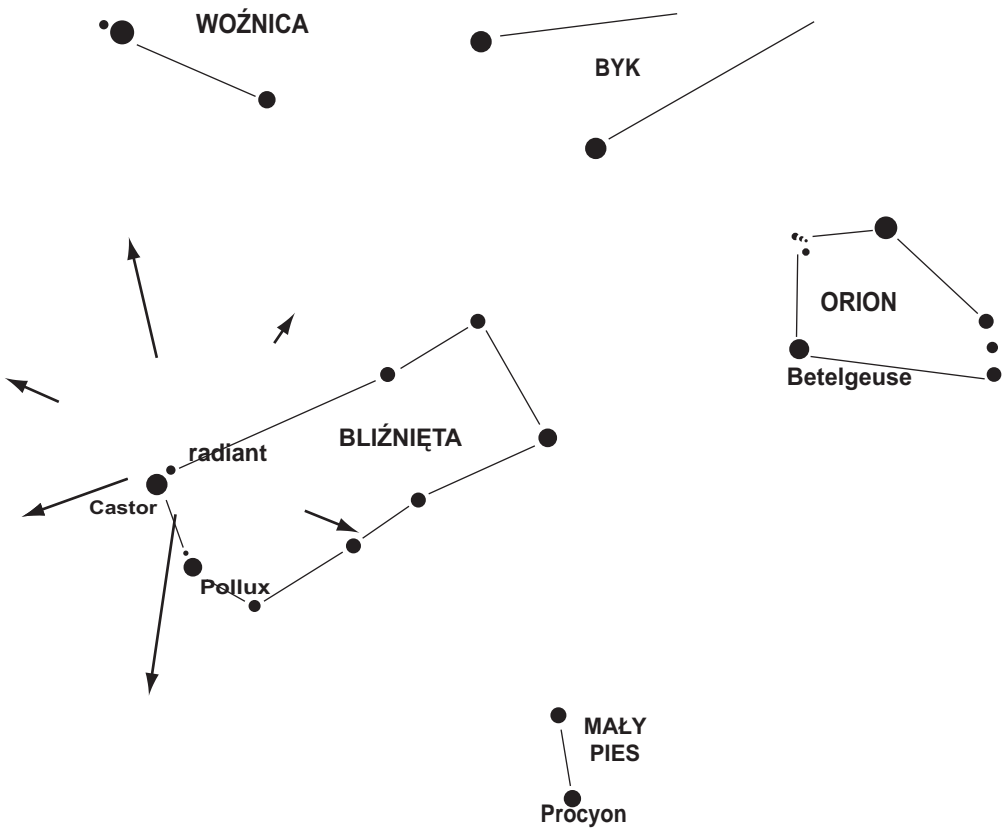
Eta Akwarydy (maksimum ok. 5 maja)



Perseidy – Łzy św. Wawrzyńca (maksimum ok. 13 sierpnia)



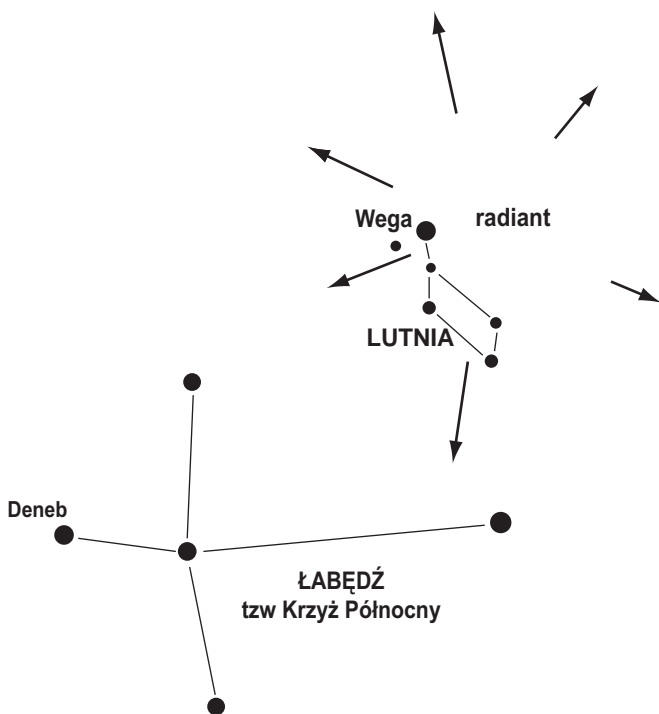
Leonidy (maksimum ok. 17 listopada)



Wschód

Geminidy (maksimum ok. 13 grudnia)

Dodatkowo do obserwacji nadają się następujące roje:

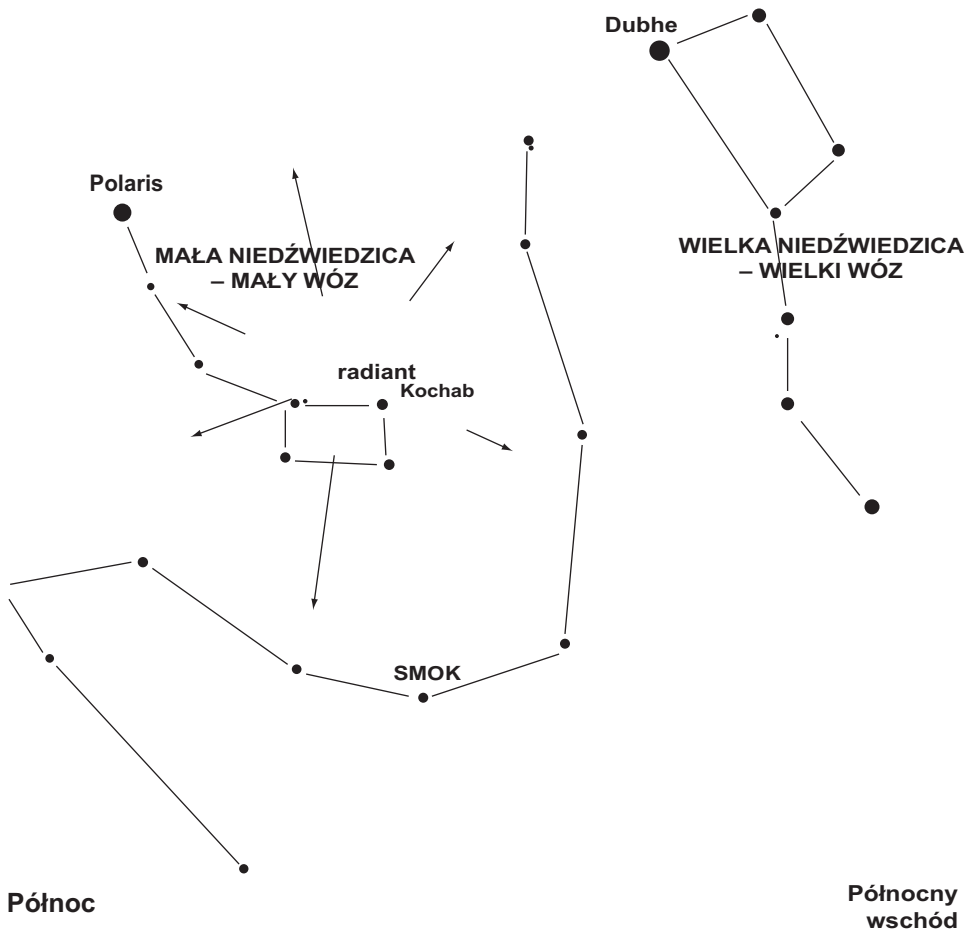


● Altair

Północny
wschód

Wschód

Lirydy (maksimum ok. 22 kwietnia)



Ursydy (maksimum 22/23 grudnia)

W tabeli podano więcej rojów oraz czas ich występowania:

Radiant roju	Czas występowania	Pochodzenie roju
Kwadrantydy	początek stycznia	planetoida 2003 EH1, rozbita w katastrofie w 1490 r.
Delta Leonidy	przełom lutego i marca	planetoida 4450 Pan
Lirydy	koniec kwietnia	kometa C/1861 G1 (Thatcher)
Pi Puppidy	koniec kwietnia	kometa 26P/Grigg-Skjellerup
Eta Akwarydy	początek maja	kometa Halleya (1P/Halley)
Eta Lirydy	początek maja	kometa C/1983 H1 (IRAS-Araki-Alcock)
Tau Herkulidy	początek czerwca	kometa 73P/Schwassmann-Wachmann
Arietydy	połowa czerwca	Marsdena grupa komet muskających Słońce
Czerwcowe Bootydy	koniec czerwca	kometa 7P/Pons-Winnecke
Lipcowe Pegazydy	początek lipca	kometa C/1979 Y1 (Bradfield)

Południowe Delta Akwarydy	koniec lipca	Krachta lub Machholza grupa komet muskających Stołce
Alfa Kaprikornidy	koniec lipca	kometa 45P/Honda-Mrkos-Pajdušáková
Perseidy	połowa sierpnia	kometa Kometa Swifta-Tuttle'a (109P/Swift-Tuttle)
Kappa Cygnidy	połowa sierpnia	planetoida 2008 ED69?
Alfa Aurygidy	przełom sierpnia i września	kometa C/1911 N1 (Kiess)
Piscydy	wrzesień	kometa C/1908 R1 (Morehouse)
Delta Aurygidy	przełom września i października	kometa C/1972 E1 (Bradfield)
Drakonidy	początek października	kometa 21P/Giacobini-Zinner
Orionidy	koniec października	kometa Kometa Halleya (1P/Halley)
Leo Minorydy	koniec października	kometa C/1739 K1 (Zanotti)
Południowe Taurydy	początek listopada	kometa Kometa Enckego (2P/Encke) i inne
Północne Taurydy	połowa listopada	planetoida 2004 TG10 i inne
Leonidy	połowa listopada	kometa 55P/Tempel-Tuttle
Andromedydy	początek grudnia	kometa 3D/Biela
Chi Orionidy	początek grudnia	prawdopodobnie planetoida 2201 Oljato
Fenicydy	początek grudnia	planetoida 2003 WY25 powstała po rozpadzie komety D/1819 W1 (Blanpain)
Monocerotydy	początek grudnia	kometa D/1917 F1 (Mellish)
Geminidy	połowa grudnia	planetoida 3200 Phaethon
Ursydy	koniec grudnia	kometa 8P/Tuttle

Najbardziej aktualne dane związane z obserwacjami meteorytów można znaleźć na stronie Pracowni Komet i Meteorytów pod adresem: <http://www.pkim.org/?q=pl/node/1453>.

Jest to miejsce, które może się stać kopalnią pomysłów na wykonywanie coraz bardziej zaawansowanych obserwacji meteorów. Mogą to być obserwacje wykonywane za pomocą lornetek lub lunet bądź obserwacje fotograficzne (cyfrowe i analogowe), z użyciem kamer (obserwacje wideo), a nawet amatorskie obserwacje radiowe. Chcecie rozpocząć działalność badawczą, zajrzyjcie pod adres: <http://www.pkim.org/>.

Naprawdę warto!!!

Kampanie badawcze

W tym miejscu warto przedstawić możliwości związane z udziałem uczniów gimnazjum lub szkoły ponadgimnazjalnej w kampaniach badawczych organizowanych, na przykład w ramach **Hands-On Universe, Europe** (EU-HOU): <http://www.euhou.net/>.

Przykładem takiej kampanii jest *International Astronomical Search Collaboration* (IASC), który powstał dzięki współpracy instytucji ze Stanów Zjednoczonych i Unii Europejskiej: Hardin-Simmons University, Lawrence Hall of Science (University of California, Berkeley), Astronomical Research Institute, Global Hands-On Universe Association (Portugalia), Sierra Stars Observatory Network, Tarleton

State University, Yerkes Observatory, National Astronomical Observatories of China, Faulkes Telescopes Project, Western Kentucky University i Astrometrica (Austria): <http://iasc.hsutx.edu/>.

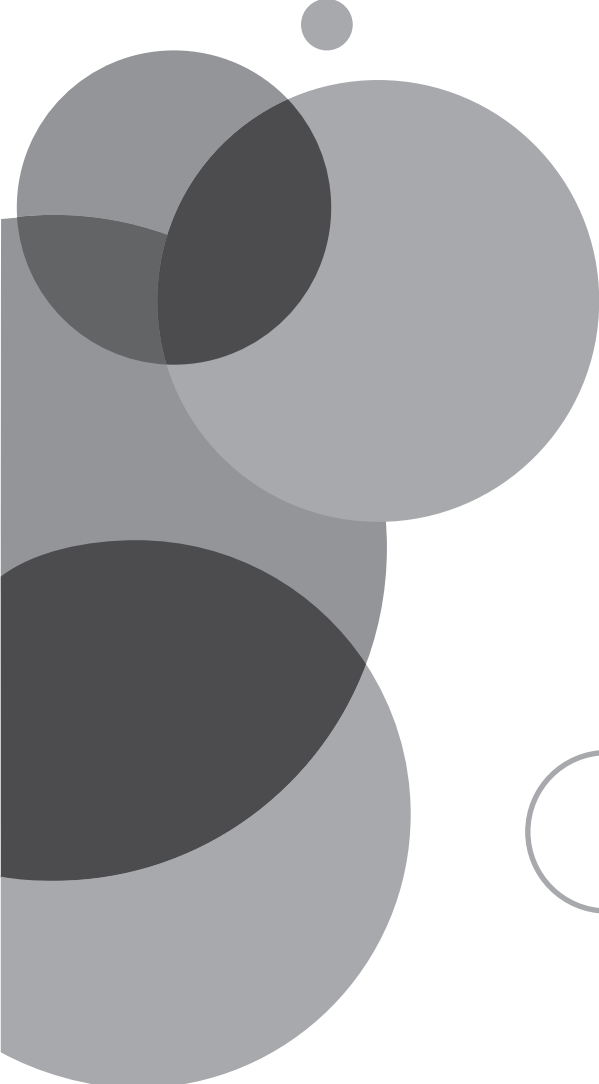
Ten rodzaj przedsięwzięcia pozwala na zorganizowanie pracy badawczej grup uczniowskich złożonych maksymalnie z sześciu osób, która jest oparta na coraz lepszych danych dostarczanych przez profesjonalne teleskopy. W ramach tej kampanii od 2006 roku uczniowie gimnazjów, szkół ponadgimnazjalnych oraz studenci mogą brać udział w programach związanych z:

- poszukiwaniem nowych asteroid:
 - International Asteroid Search Campaign – IASC,
- badaniem orbit asteroid krążących w pobliżu Ziemi i takich, których orbity przecinają się z orbitą Ziemi:
 - Near Earth Objects Confirmation Campaign – NEO CC,
- poszukiwaniem gwiazd Supernowych organizowanym przez NASA oraz ARI:
 - Supernova Research Project – SN,
- kampanią poszukiwania asteroid organizowaną wspólnie przez NASA Wide-field Infrared Survey Explorer i teleskopy Faulkesa:
 - WISE-Faulkes Confirmation Campaign,
- kampanią poszukiwania asteroid organizowaną przez dziesięć instytucji naukowych z czterech krajów z wykorzystaniem pierwszego z czterech teleskopów: Panoramic Survey Telescope And Rapid Response System:
 - Pan-STARRS Asteroid Search Campaign – PS-One Campaign lub PS1-Campaign.

Na początku organizatorzy tego przedsięwzięcia adresowali je do szkół na terenie Stanów Zjednoczonych, od roku 2006 w kampaniach pracują lub pracowały szkoły między innymi z Polski, Rosji, Niemiec, Wielkiej Brytanii, Chin, Indii, Niemiec, Portugalii, Meksyku, organizowano też kampanie narodowe na przykład dla Portugalii, Bułgarii. W kampaniach organizowanych w ramach IASC wzięły udział między innymi następujące polskie szkoły:

- XXVII Liceum Ogólnokształcące im. Tadeusza Czackiego w Warszawie,
- Zespół Szkół w Lubiążu,
- VIII Liceum Ogólnokształcące im. Marii Skłodowskiej-Curie w Katowicach,
- Akademia Pedagogiczna im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie,
- Zespół Szkół nr 10 im. prof. Stefana Banacha w Toruniu,
- Gimnazjum Miejskie im. Mikołaja Kopernika w Sierpcu,
- Liceum Ogólnokształcące im. mjr. Henryka Sucharskiego w Sierpcu,
- Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 7 w Szczecinie,
- I Liceum Ogólnokształcące im. A. Mickiewicza w Olsztynie,
- I Liceum Ogólnokształcące w Bydgoszczy,
- Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 10 w Poznaniu.

Efektom pracy uczniów, studentów, nauczycieli i pracowników naukowych było odkrycie prawie trzydziestu nowych asteroid. Na podkreślenie zasługuje również fakt, że odkryta przez grupę uczniów z Zespołu Szkół Ogólnokształcących nr 7 w Szczecinie w jednej z kampanii asteroida uzyskała numer, a odkrywcy jako pierwsza polska grupa pracująca w ramach IASC mieli prawo nadania jej nazwy. Chęć udziału w tym przedsięwzięciu najlepiej zgłosić do koordynatora w ramach polskiej edycji EU-HOU prof. dr hab. Lecha Mankiewicza pod adresem: lech@cft.edu.pl.



Rozdział III

Astronomia w komputerze

W tym rozdziale wykażemy, jak bardzo przydatnym narzędziem w rozwijaniu astronomicznych zainteresowań jest komputer. Część rekomendowanych źródeł najlepiej wykorzystywać bezpośrednio z użyciem internetu, ale nawet niepodłączony do sieci komputer może w znacznym stopniu ułatwić i usprawnić prezentowanie bądź wyjaśnianie wielu zjawisk. Rozpoczniemy od krótkiego zaprezentowania wybranych witryn o tematyce astronomicznej, co stanowi dobry punkt wyjścia do pogłębiania zainteresowań. Przedstawimy oprogramowanie pomocne w poznawaniu nieboskłonu i obserwacjach zjawisk. Omówimy wybrane teleskopy internetowe, wskazując na ich możliwe wykorzystanie. Poświęcimy szczególną uwagę programom komputerowym przeznaczonym do samodzielnych eksperymentów i ćwiczeń oraz ciekawym projektom edukacyjnym, w których realizację każdy może się włączyć.

Internetowe witryny astronomiczne

Na początek wymienimy kilka godnych uwagi adresów witryn internetowych, których bardziej szczegółowy opis zamieszczamy w tym podrozdziale oraz w dalszej części poradnika:

- Astronomia.pl – www.astronomia.pl
- Serwis edukacyjny PTA Orion – www.pta.edu.pl/orion
- Portal to the Universe – www.portaltotheuniverse.org
- Heavens Above – www.heavens-above.com
- „Urania – Postępy Astronomii” – urania.pta.edu.pl
- „Astronomy” – www.astronomy.com
- „Sky & Telescope” – www.skyandtelescope.com
- Międzynarodowa Unia Astronomiczna – www.iau.org
- Teleskop kosmiczny Hubble’a – hubblesite.org
- Europejskie Obserwatorium Południowe – www.eso.org
- Wirtualny Wszechświat – www.wiw.pl
- Astro Vision – www.astrovision.pl
- Galeria zdjęć astronomicznych – gallery.astronet.pl
- Astrohobby.pl – www.astrohobby.pl

Wirtualną przygodę z astronomią przeciętny użytkownik zwykle rozpoczyna od wpisania hasła „astronomia” w wyszukiwarce. Warto zauważyć, że dziedzina ta jest jednym z niewielu przykładów, kiedy takie automatyczne wyszukiwanie nie kieruje nas od razu do wikipedii, ale do Polskiego Portalu Astronomicznego [astronomia.pl](http://www.astronomia.pl) (www.astronomia.pl). Portal działa od 2001 roku, a jego misją jest jak najszerze popularyzowanie nauki o Wszechświecie oraz innych nauk ścisłych. Z założenia jest kierowany przede wszystkim do młodzieży szkolnej, studentów oraz miłośników astronomii. Koordynowany przez astronomów i objęty patronatem PTMA stawia na rzetelną wiedzę podawaną w sposób jak najbardziej przystępny. Na stronie głównej odnajdziemy odnośniki do interesujących działów, aktualizowane na bieżąco wiadomości astronomiczne, opisy zjawisk na niebie, efemerydy, ale też całą gamę form społecznościowych – forum użytkowników, czat astronomiczny, porady i ankiety. Jest tu miejsce i na ogólny opis astronomii jako nauki z jej historią i podziałem na poszczególne grupy obiektów (planety, gwiazdy, galaktyki), i na wskazówki dotyczące obserwacji i instrumentów (niebo dla początkujących, kalendarzyk astronomiczny, mapki nieba; informacje o lornetkach, teleskopach, fotografowaniu

nieba), a także na bogatą dodatkową literaturę oraz dalsze wskazówki pomocne w edukacji (astronomia w szkole, studiowanie astronomii), a nawet astrożarty.

Wikipedia (przy zachowaniu rozsądku i odrobiny rezerwy) też jest dobrym źródłem porządkującym wiedzę, pozwalającym łatwo znaleźć informację na interesujący nas temat, docierać do szczegółów i przenosić się w cyberprzestrzeni dzięki hiperłączom.

Z astronomicznych stron polskojęzycznych warto jeszcze wymienić Serwis Edukacyjny Orion Polskiego Towarzystwa Astronomicznego (czyli organizacji zrzeszającej zawodowych astronomów): www.pta.edu.pl/orion. Odnajdziemy tu aktualne astro-wiadomości, kalendarium zjawisk na niebie, informacje o dwumiesięczniku „Urania – Postępy Astronomii”, ciekawe i pouczające ćwiczenia z astronomii, mamy też możliwość zadania nurtującego nas pytania astronomowi.

Jeśli posługiwanie się językiem angielskim nie stanowi dla nas problemu (a jest to już prawie naturalne narzędzie dla większości młodych ludzi), warto internetowe spotkanie z astronomią rozpocząć na stronie *Portal to the Universe* (www.portaltotheuniverse.org). Jest to witryna stworzona podczas Międzynarodowego Roku Astronomii 2009, która w sposób nowoczesny i skondensowany ułatwia start w różne tematy i aspekty nauki o kosmosie. Oprócz tradycyjnych astro-wiadomości znajdziemy tam między innymi: 3 codzienne propozycje zdjęcia dnia (amatorskie, astronomiczne i NASA) oraz 2 zdjęcia tygodnia (z teleskopu kosmicznego Hubble’a i obserwatorium ESO w Chile – warto zauważyć, że za pośrednictwem tych łączy trafiamy do bogatych archiwów liczących wiele tysięcy fotografii i opisanych przez zawodowych astronomów), informacje, animacje i zdjęcia prezentujące aktualny wygląd Słońca, Księżyca. Dzięki tej witrynie mamy możliwość zaobserwowania nietypowych obiektów i zjawisk – komet, zórz polarnych, przelotów Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (przy okazji trafiamy m.in. na niezwykle ciekawą i oferującą dodatkowe możliwości stronę *Heavens Above*, www.heavens-above.com), otrzymujemy informacje o przejściach planetoid w pobliżu Ziemi i aktualnym stanie odkryć planet poza Układem Słonecznym (link do Encyklopedii Pozasłonecznych Układów Planetarnych – również po polsku!). Warto podkreślić dbałość autorów i koordynatorów projektu o nadążanie za aktualnymi światowymi trendami, stąd liczne materiały wideo, odnośniki do blogów, twittera, wersja na iPady itp.

Ciekawe i bogate witryny internetowe oferują też czasopisma – polskie „Urania – Postępy Astronomii” (urania.pta.edu.pl) oraz angielskojęzyczne „Astronomy” (www.astronomy.com) i „Sky & Telescope” (www.skyandtelescope.com). Warto przejrzeć strony internetowe różnych instytucji i obserwatoriów, na przykład IAU (Międzynarodowa Unia Astronomiczna, www.iau.org), HST (teleskop kosmiczny Hubble’a, hubblesite.org) czy ESO (Europejskie Obserwatorium Południowe, www.eso.org; tu część stron od niedawna jest dostępna w polskiej wersji językowej). Wspomnijmy jeszcze, że w nieuaktualnianym już serwisie Wirtualny Wszechświat (www.wiw.pl) możemy znaleźć w całości dwie ciekawe książki: *Ewolucja fizyki* Alberta Einsteina i Leopolda Infelda oraz *Boska cząstka* Leona Ledermana.

Oprogramowanie do obserwacji nieba

Omówimy wybrane przykłady programów i stron internetowych możliwych do wykorzystania:

- Wirtualne planetarium – www.stellarium.org
- Google Sky – www.google.com/intl/pl/sky/
- Google Moon – www.google.com/moon/

- Google Mars – www.google.com/mars/
- Full Moon Atlas – www.lunarrepublic.com/atlas/index.shtml
- Mag7 Star Atlas – www.cloudynights.com/item.php?item_id=1052
- Baza danych Simbad – simbad.u-strasbg.fr/simbad/

Mikołaj Kopernik w przedmowie do swego dzieła *O obrotach sfer niebieskich* pisał: „Cóż piękniejszego nad niebo, które przecież ogarnia wszystko, co piękne”. W dzisiejszym świecie, zwłaszcza w miastach, trudno znaleźć miejsce oferujące ten zapierający dech w piersiach widok. Nie zawsze też mamy możliwość szybkiego zorganizowania wyprawy do planetarium.

Tymczasem nawet w szkolnej pracowni, używając projektora podłączonego do komputera, możemy zaproponować uczniom ciekawą prezentację namiastki prawdziwego nieba oraz zjawisk na nim zachodzących, dzięki wielu programom astronomicznym typu wirtualne planetarium, na przykład Stellarium (www.stellarium.org). Program ten jest bezpłatny, dostępny na dowolny system operacyjny, z piękną grafiką. Demonstruje realistyczny wygląd nieba, jakie możemy zobaczyć gołym okiem lub za pomocą lornetki czy teleskopu. Zamieszczony poniżej krótki opis działania programu dotyczy aktualnie dostępnej wersji 0.10.0. Po zainstalowaniu i uruchomieniu programu będziemy oglądać niebo nad wybranym miejscem w danym czasie.



Zrzut ekranu programu Stellarium – dzieńne niebo i paski zadań

Przy pierwszym użyciu zobaczymy najprawdopodobniej niebo nad Paryżem, ponieważ program wywodzi się z Francji, możemy jednak bardzo łatwo wprowadzić własne położenie. Dla przykładu, klawisz F6 otwiera okno Lokalizacja, gdzie wystarczy albo kliknąć na mapę, albo wybrać swoje miasto z listy miast świata, albo też ręcznie wprowadzić współrzędne geograficzne.

W lewym dolnym rogu ekranu znajduje się pasek stanu pokazujący aktualne położenie, rozmiar pola widzenia (FOV), wydajność grafiki (FPS) oraz datę i czas. Pozostałą część ekranu zajmuje obraz

krajobrazu i nieba. Jeśli czas i położenie użytkownika wypadnie na godziny nocne, zobaczymy gwiazdy, planety i Księżyc w ich aktualnym ustawieniu; w ciągu dnia pojawi się Słońce i ewentualnie Księżyc. Żeby zmienić kierunek patrzenia (domyślnie: południowy), można przeciągać po niebie kursor myszki lub używać strzałek na klawiaturze. Kółeczkiem myszki albo klawiszami PgUp/PgDn wykonujemy zbliżenia/oddalenia. Jeśli kursor przesuniemy nad pasek stanu, ten ostatni wysunie się w formie paska zadań umożliwiającego proste sterowanie wybranymi narzędziami programu.

Gdy uruchamiamy Stellarium, data i czas w programie ustawiają się zgodnie z systemowym zegarem komputera, a czas zaczyna płynąć w naturalnym tempie. Jednak możliwości programu są pod tym względem o wiele bogatsze. Możemy sami zdecydować, w jakim tempie czas będzie płynął, a nawet w którą stronę! Na początek spróbujmy udać się w przyszłość. Przyjrzyjmy się przyciskom tempa upływu czasu po prawej stronie dolnego paska narzędzi. Gdy umieścimy kursor nad przyciskami, zauważymy pojawiający się na ekranie krótki opis jego przeznaczenia oraz skrót klawiaturowy. Skorzystajmy z prawego przycisku Zwiększ tempo upływu czasu. Po jednorazowym kliknięciu nie widać zbyt dużej różnicy. Jeśli jednak popatrzymy na zegar na pasku stanu, zauważymy, że ukazuje on zmiany czasu w przyspieszonym tempie. Po drugim kliknięciu tempo wzrasta jeszcze bardziej. Jeśli dobrze się przyjrzymy, powinniśmy dostrzec przesuwanie się Słońca bądź gwiazd nad horyzontem – skutek ruchu obrotowego Ziemi. Po trzecim kliknięciu zmiany te staną się ewidentne, a czas naprawdę ucieka! Jak na przyspieszonym filmie obserwujemy kolejne wschody i zachody słońca oraz wędrówkę gwiazd na nocnym niebie. Analogicznie, kilkakrotnie przyciskając Zmniejsz tempo upływu czasu, możemy odbyć podróż w przeszłość.

Powróćmy do normalnej prędkości upływu czasu (lub chwili obecnej – 2. lub 3. od prawej przycisk na pasku zadań). Aby skierować wzrok – czy też środek ekranu – na dowolny obiekt, możemy wybrać go lewym klawiszem myszki i wcisnąć spację. Użycie klawisza / dodatkowo przybliży interesującą nas obiekt. Stellarium to coś więcej niż tylko gwiazdy na niebie. Poniższa rycina przedstawia wybrane efekty graficzne i wizualne, takie jak rysunki konstelacji, nazwy planet, rozjaśnienie atmosfery wokół Księżycyca. Przyciski na pasku zadań umożliwiają ich włączanie i wyłączenie.



Zrzut ekranu programu Stellarium – wybrane efekty graficzne

Gdy zbliżymy kursor do lewego dolnego brzegu ekranu, wysunie się drugi pasek zadań. Kolejne jego przyciski otwierają okienka dialogowe umożliwiające dalszą pracę i konfigurację programu. Zachęcamy do zapoznania się z nimi, zapewniamy, że uczniowie już po kilku próbach będą w stanie odtworzyć wygląd nieba w dowolnym miejscu i czasie. Od fantazji i pomysłowości nauczyciela lub opiekuna zależeć będzie, do czego ten program zostanie użyty. Możemy tylko zasugerować jego wybrane zastosowania:

- gwiazdy – podstawowe informacje o jasnościach, odległościach, barwach; konstelacje różnych kultur, legendy o gwiazdozbiorach;
- dzień i noc w różnych miejscach na Ziemi; obserwacje wschodów i zachodów oraz górowania Słońca;
- demonstrowanie skutków ruchu obrotowego Ziemi – pozorny ruch dobowy sfery niebieskiej na różnych szerokościach geograficznych;
- roczne zmiany położenia Słońca nad horyzontem, zmiana wyglądu nieba – wybrane skutki ruchu obiegowego;
- ruch Księżyca dookoła Ziemi – zmiany położenia i faz Księżyca, zakrycia gwiazd;
- odtwarzanie zaćmień Słońca i Księżyca, dyskusja;
- pomoc w obserwacjach planet – ich odnajdywanie, śledzenie wędrówki, wygląd w lornetkach i teleskopach: fazy Wenus, księżycy Jowisza, pierścienie Saturna;
- prezentowanie nieba z powierzchni Księżyca i innych ciał Układu Słonecznego;
- Słońce jako obracająca się gwiazda, plamy słoneczne;
- mgławice i gromady gwiazd – miejsca narodzin innych słońc oraz końcowe etapy ich ewolucji;
- Droga Mleczna i inne galaktyki – wyspy we Wszechświecie.

Przydatnych zastosowań programu może być oczywiście znacznie więcej. Przy odrobinie wprawy program tego typu staje się niemal niewyczerpalnym źródłem wzbogacania wiedzy i astronomicznej pasji – nazwa „wirtualne planetarium” jest więc w pełni uzasadniona.

Oprócz programów typu planetarium mamy też proste i przyjazne dla użytkownika interaktywne strony pozwalające poznać niebo bądź powierzchnię Księżyca i Marsa – odpowiednio *Google Sky* (www.google.com/intl/pl/sky/), *Google Moon* (www.google.com/moon/) i *Google Mars* (www.google.com/mars/) – działające na podobnej zasadzie jak szeroko wykorzystywany *Google Earth* (www.google.com/intl/pl/earth/index.html). Warto podkreślić mocne, edukacyjne strony tych narzędzi. W przypadku *Google Sky* oprócz „zwykłego” wędrowania po niebie ze zmianą skali obrazu możemy jednym kliknięciem wywołać obraz podczerwony lub mikrofalowy oglądanego fragmentu nieba. Dzięki dodatkowym narzędziom możemy łatwo nawigować wśród planet Układu Słonecznego lub gwiazdozbiorów należących do zodiaku.

Google Moon to oparta na fotografiach mapa naszego naturalnego satelity (jego strony widocznej i niewidocznej z Ziemi) z zaznaczonymi miejscami lądowania astronautów kolejnych misji Apollo. Możliwość dokładnego przyjrzenia się tym miejscom (są dodatkowe filmy i animacje oraz opis przebiegu misji) jest ogromnym atutem tej witryny. W najnowszej wersji możemy też obejrzeć dokładne, trójwymiarowe modele lądowników i księżycowych pojazdów, panoramy z miejsc lądowania, unikatowe materiały filmowe oraz wysłuchać opowieści i komentarzy samych selenonautów. Niezwykłych przeżyć dostarcza też śledzenie bardzo wiernie odtwarzanych sekwencji zbliżania się i lądowania na powierzchni Srebrnego Globu.

Google Mars to z kolei wirtualna eksploracja powierzchni Czerwonej Planety oglądanej z góry. Możemy wybrać pomiędzy widokiem mapy hipsometrycznej, obrazem w świetle widzialnym i w podczerwieni. W dodatkowych opcjach możemy przeglądać poszczególne formy rzeźby terenu, takie jak równiny, góry, kaniony, krater i wydmy.

Zainteresowani dokładniejszym poznawaniem powierzchni Księżyca mogą znaleźć wiele interaktywnych map i atlasów, na przykład *Full Moon Atlas* (<http://www.lunarrepublic.com/atlas/index.shtml>). Dla zaawansowanych obserwatorów nieba udostępniono nie tylko mapki, ale i atlasy, na przykład *Mag7 Star Atlas* (http://www.cloudynights.com/item.php?item_id=1052), nie wspominając o ogólnodostępnych, profesjonalnych narzędziach, z których korzystają zawodowi astronomowie (np. baza danych Simbad – simbad.u-strasbg.fr/simbad/), gdzie bez trudu można znaleźć wszelkie informacje o interesującym nas obiekcie.

Obserwacje teleskopami internetowymi

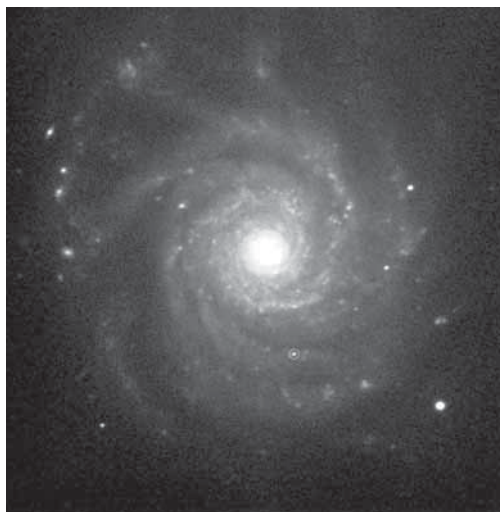
Wielką atrakcją współczesnych technologii komputerowych jest możliwość ich wykorzystania do bezpośrednich obserwacji nieba i rejestrowania jego obrazów w postaci cyfrowej, a następnie ich dalsza obróbka lub analiza. Dostępność tego typu narzędzi jest różna, zależna od ich możliwości. Jak na razie otwartym dla wszystkich użytkowników teleskopem jest Mikroobserwatorium NASA (patrz niżej), w uzyskaniu dostępu do pozostałych może pomóc polski koordynator projektu EU-HOU prof. dr hab. Lech Mankiewicz z Centrum Fizyki Teoretycznej PAN w Warszawie (adres e-mail: lech@cft.edu.pl).

Jednym z najprostszych narzędzi jest Interaktywny Teleskop Internetowy Mikroobserwatorium, <http://mo-www.cfa.harvard.edu/OWN/index.html>. To niewielka sieć 14-centymetrowych automatycznie sterowanych teleskopów, będących własnością Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (USA), które na życzenie wykonują zdjęcia cyfrowe o rozmiarach 500 na 650 pikseli. Każdy może złożyć zamówienie na zdjęcie wybranego obiektu i w ciągu 48 godzin powinien otrzymać na adres e-mailowy informację o wykonanej obserwacji wraz z linkiem do ściągnięcia pliku (należy to zrobić w ciągu tygodnia – po tym czasie archiwalne obserwacje są usuwane). Nie należy zrażać się angielskojęzyczną witryną (są też polskie instrukcje na polskiej stronie projektu EU-HOU: www.pl.euhou.net), obsługa jest naprawdę prosta, niemal intuicyjna. Po kliknięciu przycisku Control Telescope trafiamy na stronę *Select your target*, czyli 'Wybierz swój cel'. Wybierać można co prawda z zaproponowanej z góry listy obiektów, ale na szczęście jest ona dosyć obszerna. Odnajdziemy tam obiekty Układu Słonecznego, gwiazdy i mgławice oraz galaktyki. Po dokonaniu wyboru już tylko kilka kroków (oddzielonych kliknięciami przycisku Continue) dzieli nas od uzyskania własnych obrazów nieba! W pierwszym dowiadujemy się więcej o samych obiektach. W drugim sami ustalamy czas ekspozycji. Tak naprawdę jest to tylko interaktywna zabawa, gdyż po wybraniu niewłaściwego czasu otrzymujemy komunikat, że zdjęcie będzie niedoświetlone lub prześwietlone. Jeśli zrobimy to poprawnie i potwierdzimy swój wybór, zostaniemy poproszeni o podanie krótkiej informacji o sobie: ile mamy lat (wskazujemy przedział) i skąd jesteśmy (do wyboru stan USA lub spoza USA), oraz o podanie adresu e-mailowego, na który zostanie wysłana informacja o wykonaniu zdjęcia. Po potwierdzeniu poprawności danych pozostaje już tylko czekać. I rzeczywiście, wszystko działa! Co prawda nie zawsze otrzymamy piękne i udane zdjęcie, gdyż Mikroobserwatorium fotografuje niebo

w nocy przez cały czas, niezależnie od pogody. Zdarza się więc, że obserwacje należy powtórzyć. Ale to tylko dodaje zabawie atrakcji.

Dużym zainteresowaniem polskich uczniów i nauczycieli cieszą się udostępniane w ramach projektu EU-HOU sterowane przez internet teleskopy optyczne. Najwięcej emocji wzbudza możliwość korzystania z potężnych 2-metrowych teleskopów Las Cumbres Observatory Global Telescope (LCOGT) na Hawajach i w Australii (www.faulkes-telescope.com). To dzięki staraniom prof. Lecha Mankiewicza, dyrektora Centrum Fizyki Teoretycznej PAN w Warszawie i polskiego koordynatora projektu EU-HOU, Jana Pomiernego z portalu Astronomia.pl oraz uprzejmości British Council uczniowie początkowo pięciu (ZST Grudziądz, MOA Niepołomice, I LO Olsztyn, V LO Toruń, ZSO nr 7 Szczecin), a obecnie jedenastu szkół (jw. oraz XXVII LO im. Czackiego Warszawa, V LO Kraków, Publiczne Salezjańskie LO Kraków, Zespół Gimnazjów nr 3 w Dzierżoniowie, Zespół Szkół w Bełżycach, Planetarium w Łodzi, Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne) w Polsce jako pierwsi w Europie mogą od września 2005 roku używać tych niezwykłych urządzeń. Jeden z autorów (KR) wraz z młodzieżą V LO w Toruniu znalazł się w gronie użytkowników teleskopu Faulkesa (taką nazwę nosi na cześć fundatora) od samego początku. Ponieważ obserwacje odbywają się w półgodzinnych sesjach, otrzymaliśmy do dyspozycji pięć takich sesji na okres kilku miesięcy (obecnie za te sesje trzeba zapłacić). Ogromny teleskop (największy na świecie, z którego mogą korzystać nie tylko zawodowi astronomowie) jest idealnym narzędziem do odkrywania i obserwacji tak zwanego głębokiego kosmosu – świata gromad gwiazd, mgławic i galaktyk. Dzięki temu tego typu obiekty mogły być obserwowane przez uczniów polskich szkół, a brytyjska ekipa teleskopu od początku podkreślała znakomitą jakość tych zdjęć, wynikającą ze starannego i doskonałego przygotowania.

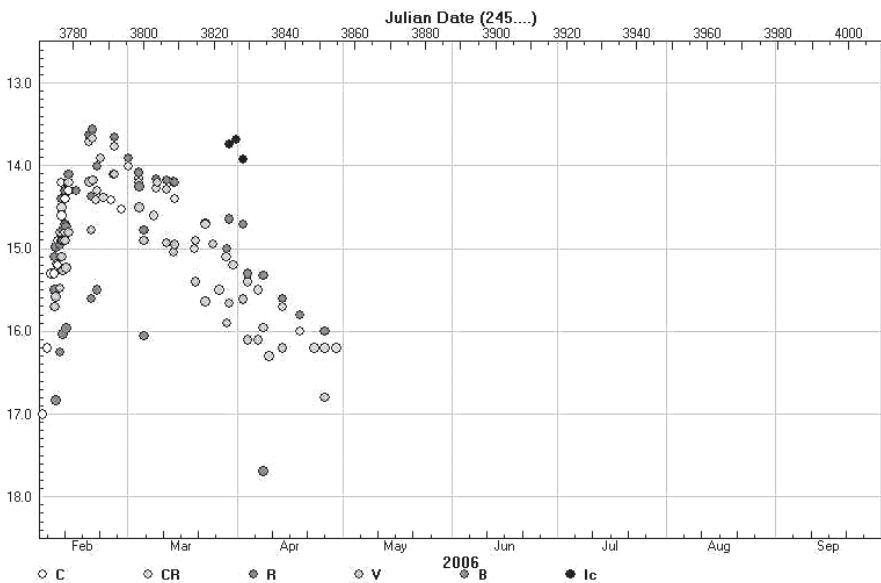
Bardzo szybko pojawił się też pomysł śledzenia gwiazd supernowych. Pierwsze zdjęcia wykonaliśmy w Toruniu na początku listopada 2005 roku (była to odkryta kilka dni wcześniej SN 2005ip), zachęcaliśmy też do współpracy pozostałe polskie szkoły. Już po kilku tygodniach widać było pierwsze efekty (zdjęcie poniżej).



Zdjęcie galaktyki NGC 3938 z wciąż jeszcze widoczną (ponad 8 miesięcy po wybuchu) supernową 2005ay. Zdjęcie wykonano w V LO w Toruniu 1 grudnia 2005 roku (fot. LCOGT)

Przekonaaliśmy się, że wyposażony w kamerę CCD z zestawem barwnych filtrów 2-metrowy teleskop przy mniej więcej 60-sekundowej ekspozycji pozwala na sięgnięcie do około 20 wielkości gwiazdowej, co pozwala śledzić zmiany blasku supernowych przez wiele miesięcy od chwili wybuchu. Spośród około 500 szkół – użytkowników teleskopu – byliśmy na tym polu pionierami, co wzbudziło wielkie uznanie naukowego dyrektora projektu dra Paula Roche’a z Cardiff University. Inne polskie szkoły miały też okazję pochwalić się swoimi osiągnięciami (były to m.in. projekty dotyczące klasyfikacji galaktyk Hubble’a i badania przestrzennej rozciągłości galaktyk) podczas sesji podsumowującej pierwsze miesiące obecności programu w Polsce, która została zorganizowana przez British Council w Warszawie 1 lutego 2006 roku. Sesję tę zaszczyliła obecnością księżniczka Anna oraz ówczesny minister edukacji i nauki, a później minister nauki i szkolnictwa wyższego prof. Michał Seweryński. Dostojni goście byli pod wrażeniem doskonałej jakości pracy polskich uczniów w projekcie oraz ich biegłej znajomości języka angielskiego.

Kilka dni po spotkaniu w Warszawie została odkryta supernowa 2006X w jasnej galaktyce spiralnej M100. Była to okazja to zachęcenia brytyjskich uczestników projektu do obserwacji za pomocą teleskopu Faulkesa i samodzielnej analizy tego obiektu. Opracowany przez astronomów w ramach EU-HOU program SalsaJ do analizy obrazów astronomicznych (do pobrania na stronie www.pl.euhou.net) umożliwił między innymi wykonanie w szybki i prosty sposób pomiarów fotometrycznych. Dzięki temu już po kilku tygodniach uzyskano piękną krzywą blasku supernowej, zaobserwowanej jeszcze przed maksimum jasności.



Pomiary jasności supernowej 2006X z galaktyki M100 w okresie luty – kwiecień 2006 roku na podstawie zdjęć wykonanych teleskopem Faulkesa

Duże walory edukacyjne takiego programu obserwacyjnego zachęciły prof. Lecha Mankiewicza do stworzenia interaktywnej platformy – portalu supernowych (www.euhou.net/supernovae), gdzie zainteresowani uczniowie, przy ewentualnej pomocy swoich nauczycieli, mogą odnaleźć dane dotyczące aktualnie widocznych supernowych oraz samodzielnie wprowadzać wyniki swoich pomiarów.

Projekt graficzny i oprogramowanie stron jest dziełem Jana Pomiernego i Krzysztofa Czarta, autorów między innymi portalu astronomia.pl. Obecnie zarejestrowanych jest już prawie 200 użytkowników z około 40 szkół i ośrodków edukacji astronomicznej z Wielkiej Brytanii, USA, Portugalii, Belgii, Chin, Niemiec, Rosji, Słowacji, Szwecji, Włoch i Polski. Wyników obserwacji wciąż przybywa, do czego zachęcają kolejne supernowe odkrywane w efektywnie prezentujących się galaktykach spiralnych.

Wyrazem uznania dla osiągniętych przez polskie szkoły rezultatów było dołączenie kolejnych użytkowników teleskopów Faulkesa; polscy użytkownicy jako jedyni mogą też pochwalić się własną językową wersją strony Sieci LCOGT (faulkes-telescope.com/poland).

Efekty użytkowania teleskopu Faulkesa są już widoczne w środowisku miłośników astronomii w Polsce. Korzystali z niego uczniowie przygotowujący referaty na Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne, przy czym trzeba podkreślić, że swe sukcesy zawdzięczają nie samej dostępności narzędzi oferowanych przez program EU-HOU, ale własnej pracy i pasji odkrywania Wszechświata, którą dzięki nim mogą łatwiej realizować.

Programy do eksperymentów i ćwiczeń (symulatory, eksploratoria)

Polecane źródła internetowe:

- Eksploratorium – www.exploratorium.edu
- Interaktywne symulacje – phet.colorado.edu
- Open Source Physics – www.opensourcephysics.org
- EU-HOU Polska – www.pl.euhou.net
- Contemporary Laboratory Experiences in Astronomy (CLEA) – www3.gettysburg.edu/~marschal/clea/CLEAhome.html

W ostatnich latach również w Polsce pojawiają się interaktywne centra nauki, na przykład warszawskie Centrum Nauki Kopernik. Pierwsze takie miejsce zorganizowano w 1969 roku w San Francisco. Warto zajrzeć na stronę internetową tej placówki (www.exploratorium.edu), by zapoznać się z nią i ewentualnie wykorzystać przygotowane tam internetowe narzędzia. Oprócz poznawania tajemnic rozgwieżdżonego nieba (Planetarium) możemy się zapoznać z prostym pomysłem wykorzystania przyklejonych do globusa spinaczy jako ilustracji zmiany długości cienia rzucanego przez przedmioty na przestrzeni roku w różnych szerokościach geograficznych (*Seasons and Shadows*) oraz konstruowania modelu wyjaśniającego pory roku (*Modeling the Seasons*). Ciekawym pomysłem jest też przeliczanie swojej wagi oraz wieku mierzonego na Ziemi z odpowiednimi wartościami na innych planetach (*Your Weight... i Your Age on Other Worlds*). Przy okazji przypominamy sobie (w wyjaśnieniach) prawo powszechnego ciążenia oraz prawa Keplera. W linkach szczególnie warto zwrócić uwagę i skorzystać z tematu *Build a Solar System* – jest to interaktywne i bardzo proste w obsłudze narzędzie, dzięki któremu podając przykładowe rozmiary Słońca, uzyskujemy w przyjętej skali natychmiastowe przeliczenie rozmiarów wszystkich planet i ich odległości od centralnej gwiazdy. Jest to samo w sobie niezwykle ciekawe i kształtujące, poza tym doskonale się przydaje do zbudowania prawdziwego modelu naszego Układu Słonecznego (lub jego wybranych elementów) w szkolnej pracowni, na korytarzu, boisku albo w terenie. Przy okazji (pod tabelką z planetami) mamy jeszcze możliwość porównania rozmiarów Słońca z innymi gwiazdami oraz odległościami do nich i do centrum naszej Galaktyki.

Niezwykle przydatną witryną, pomocną w ilustrowaniu i poznawaniu wielu zjawisk i procesów przyrodniczych, jest strona interaktywnych symulacji Uniwersytetu Kolorado w Boulder, <http://phet.colorado.edu> Jej główna witryna nie jest wprawdzie dostępna w polskiej wersji językowej, ale już większość symulacji jest przetłumaczona na język polski. Wystarczy tylko nacisnąć przycisk Play with sims, abyśmy się przekonali, jak bogata i różnorodna jest oferta – możemy się przenieść na stronę prezentującą ostatnio dodane symulacje, po lewej stronie u góry znajdziemy odnośniki do poszczególnych dziedzin przyrody (fizyka, biologia, chemia, geografia, matematyka), możemy też wybierać według interesującego nas przedmiotu wiekowego odbiorców. Po kliknięciu na wybrany temat (lub jego ikonkę) uzyskamy listę dostępnych wersji językowych, możemy (teraz albo wcześniej) uruchomić aplet (wymagane jest zainstalowanie w komputerze pakietu Java) albo zapisać go na dysku. Czeka nas znakomita zabawa, nie mówiąc już o pożytku płynącym z samodzielnego sterowania doświadczeniami i możliwości natychmiastowego analizowania skutków wprowadzanych zmian.

Podobny charakter, wymagający jednak nieco więcej szperania (proszę zajrzeć pod zakładkę Browse materials!), mają programy przygotowane w ramach projektu *Open Source Physics*, <http://www.opensourcephysics.org/>. Z dziedziny astronomii można tam znaleźć między innymi:

- doskonałe ilustracje historycznych modeli Układu Słonecznego (geocentrycznego i heliocentrycznego);
- ilustrowany przykład, jak obserwacje fazy planety Wenus przez Galileusza wykluczyły model Ptolemeusza;
- przeanalizować warunki powstawania zaćmień;
- analizę systemów podwójnych gwiazd oraz systemów gwiazda – planeta, czyli jak współcześnie odkrywamy obecność planet w odległych układach.

Nieco większego wysiłku, ale też proporcjonalnie większych spodziewanych efektów, wymaga wykorzystanie ćwiczeń bazujących na oryginalnym materiale obserwacyjnym bądź prostych symulacjach obserwacji. W pierwszym przypadku zachęcamy do zapoznania się z ofertą projektu EU-HOU Polska (www.pl.euhou.net). W kontekście omawianych tu zagadnień najłatwiej będzie użyć przycisku Ćwiczenia po lewej stronie, by przejść na stronę z proponowanymi tematami zagadnień, na przykład: Planeta Ziemia, Nasz System Słoneczny, Droga Mleczna, Lokalna grupa galaktyk i Wszechświat. Ćwiczenia są zainspirowane badaniami naukowymi, zostały przygotowane przez naukowców i przystosowane oraz przetestowane przez nauczycieli z krajów partnerskich. Celem tych ćwiczeń nie jest przekazywanie obszernej wiedzy z astronomii, ale raczej zmobilizowanie uczniów do odkrywania, czym jest praca naukowa, oraz tego, jak przyjmować i interpretować dane z fizyki i matematyki. W każdym temacie znajduje się kilka lub kilkanaście ćwiczeń (większość z nich ma instrukcje w języku polskim; również są do pobrania jako plik pdf) oraz materiał źródłowy – na ogół zestaw zdjęć wykonanych w jednym z obserwatoriów. Do ich opracowania wykorzystywany jest zwykle program SalsaJ (również do pobrania ze strony EU-HOU – Oprogramowanie): wieloplatformowe i wielojęzyczne narzędzie do obróbki i analizy obrazów w szkole. Wymieńmy kilka zagadnień typowych dla współczesnej astrofizyki, które dzięki projektowi EU-HOU stają się zrozumiałe dla każdego, niejednokrotnie zadziwiająco proste:

- Jak latem nad jeziorem zmierzyć promień Ziemi?
- Odkryj księżyc Jowisza!
- Czarna dziura w centrum Drogi Mlecznej,
- Jak zmierzyć Wszechświat: odległości do cefeid,

- Skąd wiemy, że Wszechświat się rozszerza?
- Na tropie pozasłonecznych planet.

Zachęcamy do zapoznania się z tymi i innymi propozycjami, to rzeczywiście doskonała wprawka do dalszych samodzielnych badań i studiów dla ciekawych świata (i Wszechświata).

Kilka dodatkowych ćwiczeń opartych na rzeczywistych danych astronomicznych, pozwalających zapoznać się z metodami pracy współczesnych astronomów, można znaleźć na stronach Serwisu Edukacyjnego Orion <http://www.pta.edu.pl/orion/astroex/exercises.html>. Są to tłumaczenia materiałów przygotowanych przez Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO), dotyczących obserwacji wykonanych przy użyciu największych teleskopów, również Teleskopu Kosmicznego Hubble'a.

Nie sposób nie wspomnieć o projekcie *Contemporary Laboratory Experiences in Astronomy* (CLEA), rozwijanym od wielu lat przez Gettysburg College w USA (<http://www3.gettysburg.edu/~marschal/clea/CLEAhome.html>). Ma na celu prezentację nowoczesnych technik astronomicznych (obserwacji cyfrowych) oraz ich wykorzystanie do wzbogacania naszej wiedzy o różnych obiektach. Każde ćwiczenie to odrębny program komputerowy, działający w środowisku Windows, wyposażony w czytelne i wyczerpujące instrukcje obsługi dla administratora i użytkownika. Większość zadań przebiega w dwóch etapach – gromadzenia danych obserwacyjnych (symulacja obsługi teleskopu optycznego lub radioteleskopu, działających w różnych warunkach atmosferycznych) oraz ich opracowania pod kątem interesującego nas rezultatu. Przekrój tematyki, a przez to poziom złożoności zadań bywa tu bardzo obszerny i z pewnością każdy znajdzie inspirujące go zagadnienia. Podajmy kilka przykładów:

- Radarowe pomiary okresu rotacji Merkurego,
- Księżyc Jowisza a prędkość światła,
- Diagramy H-R dla gromad gwiazd,
- Radiowe obserwacje pulsarów,
- Wielkoskalowa struktura Wszechświata.

Warto podkreślić, że każde ćwiczenie przynosi proste, ale konkretne wyniki. Mamy okazję porównać uzyskany rezultat z danymi literaturowymi i przedyskutować możliwe źródła niepewności pomiarów. Przy okazji poznajemy metodykę i metodologię szerokiej gamy badań astronomicznych.

Projekty edukacyjne

Polecane strony internetowe:

- Galaktyczne Zoo – www.galaxyzoo.org/?lang=pl
- Cosmology@home – www.cosmologyathome.org
- Einstein@home – www.einsteinathome.org
- SETI@home – setiathome.berkeley.edu
- PlanetQuest – planetquest.jpl.nasa.gov

Projekty internetowe najogólniej można podzielić na polegające na uczestnictwie czynnym lub biernym.

Uczestnictwo czynne jest oparte na wspólnej pracy i polega na dostarczaniu, porządkowaniu, klasyfikacji lub wyszukiwaniu określonych informacji. Do tego rodzaju projektów można zaliczyć między innymi:

- Wikipedię – encyklopedię tworzoną siłami wolontariuszy;
- DMOZ – Open Directory Project – katalog stron www;

Galaktyczne Zoo – projekt astronomiczny, w którym uczestnicy klasyfikują i porównują galaktyki na podstawie zdjęć wykonanych automatycznie 2,5-metrowym teleskopem Sloan Digital Sky Survey (w najnowszej edycji również Kosmicznym Teleskopem Hubble'a). W projekcie wzięło już udział ponad 250 tysięcy osób, z tego z Polski przeszło 10 tysięcy! I tu możemy się pochwalić polską wersją językową <http://www.galaxyzoo.org/?lang=pl>.

- Powstała ogromna baza danych, a odkryciami użytkowników zajęły się teleskopy na Ziemi i w kosmosie. Możemy się dowiedzieć zaskakujących rzeczy o naturze galaktyk. Na przykład, dawniej astronomowie zakładali, że galaktyki wyglądające na czerwone to najprawdopodobniej galaktyki eliptyczne. Dzięki pomocy użytkowników Galaktyczne Zoo okazało się, że mniej więcej 1/3 czerwonych galaktyk to galaktyki spiralne! Okazało się również, że więcej niż sądzono jest niebieskich galaktyk eliptycznych, obejmujących także małe, lecz istotny odsetek galaktyk formujących znaczącą liczbę nowych gwiazd – czasami aż 50-krotnie przewyższającą liczbę gwiazd w naszej Galaktyce.

Uczestnictwo bierne polega na bezpłatnym udostępnianiu mocy obliczeniowej swojego komputera przyłączonego do internetu. Zwykle projekt taki polega na wykorzystywaniu mocy obliczeniowej komputerów w celu wykonania na nich żmudnych i czasochłonnych obliczeń niezbędnych do rozwiązania danego problemu. Tę grupę projektów obejmuje wspólne hasło BOINC (od: *Berkeley Open Infrastructure for Network Computing*, tj. Otwarta Infrastruktura Przetwarzania Rozproszonego Uniwersytetu Berkeley; patrz np. <http://www.boincatpoland.org/wiki/BOINC>). Na liście odnajdziemy ponad 100 różnych projektów, w tym kilka z dziedziny astronomii (np. *Cosmology@home*, *Einstein@home*, *SETI@home*, *PlanetQuest*).

- *Cosmology@home* – projekt powstał w Uniwersytecie Illinois, może się przyczynić do lepszego rozumienia natury Wszechświata. Jego celem jest poszukiwanie modelu, który najlepiej opisywałby Wszechświat, oraz znalezienie grupy modeli zgodnych z dostępnymi danymi astronomicznymi i fizyką cząstek elementarnych. Użytkownicy obliczą przewidywania milionów teoretycznych modeli opisanych przez różne kombinacje parametrów. Wyniki obliczeń zostaną porównane ze wszystkimi dostępnymi danymi. Ponadto, projekt może ułatwić zaplanowanie przyszłych obserwacji i eksperymentów oraz analizę wynikających z nich danych (np. z satelity Planck).
- *Einstein@home*. Zgodnie z teorią wysuniętą przez Alberta Einsteina zmiany w polu grawitacyjnym powodują zmiany w zakrzywieniu czasoprzestrzeni. Najprościej można wykręć to zjawisko, mierząc w sposób ciągły odległość między dwoma punktami. Fale grawitacyjne, przechodząc w pobliżu, powodują niewielkie zmiany tej odległości. W tym celu pod Hanowerem w Niemczech zbudowano laboratorium GEO 600, a w stanach Luizjana i Waszyngton w USA – laboratoria LIGO. Do mierzenia odległości wykorzystuje się w nich po dwa bardzo długie, prostopadłe tory laserowe (600 m w GEO 600 i ok. 4 km w LIGO). Dzięki tak znacznej długości możliwe jest mierzenie zmian odległości rzędu jednej milionowej średnicy atomu wodoru. Projekt *Einstein@home* ma na celu badanie danych pochodzących ze wszystkich trzech laboratoriów w celu wykrywania fal grawitacyjnych wytwarzanych przez szybko obracające się gwiazdy neutronowe, czyli pulsary.
- *SETI@home* – projekt zrzessa internautów w celu znalezienia obcych cywilizacji. Zadaniem uczestników projektu jest przetwarzanie danych otrzymanych z radioteleskopów rozsianych

po całym świecie w nadziei znalezienia w „kosmicznym szumie radiowym” uporządkowanych sygnałów, które mogłyby być nośnikami informacji przesyłanej przez pozaziemskie cywilizacje. Obecnie projekt *SETI* – choć wciąż nie może się poszczycić jakimikolwiek realnymi osiągnięciami – zrzesza ponad 2 miliony wolontariuszy i jest największym tego rodzaju projektem.

- *PlanetQuest* – projekt ma na celu poszukiwanie planet pozasłonecznych na podstawie obserwacji z obserwatoriów optycznych. Nie jest możliwe zaobserwowanie tych planet bezpośrednio. Poszukiwanie ma się opierać na próbach wykrycia cienia rzucanego przez planetę przechodzącą przez tarczę swojej gwiazdy, a dokładniej – charakterystycznego „mrugania” gwiazdy, wywołanego tranzytami obiegającej ją planety. W obecnej fazie projekt działa na podstawie danych misji Kepler i zasługuje na nieco bliższe omówienie.

Teleskop Kosmiczny Kepler to umieszczony na orbicie w 2009 roku instrument o średnicy zwierciadła 95 cm, którego głównym celem jest określenie częstotliwości występowania układów planetarnych w kosmosie i różnorodności ich struktur.

Przenosząc się na stronę internetową misji <http://www.kepler.arc.nasa.gov/>, wkraczamy na pierwszą linię frontu badań astronomicznych. Niezwykle przyjazny dla użytkownika interfejs zachęca do samodzielnego penetrowania poszczególnych tematów, na przykład: Znaczące odkrycia, Jak Kepler znajduje planety?, Misja, Nauka, Edukacja. W tym ostatnim dziale znajdziemy wiele pomysłów i inspiracji do pracy z uczniami – naprawdę warto przyjrzeć się dokładniej tej ofercie (polecamy projekt *Planethunters*, www.planethunters.org).

Warto omówić też inną pożyteczną i niezwykle kształcącą zabawę, dostępną w dziale Multimedia – Interactives: Kepler Exoplanet Transit Hunt. To tylko symulacja, ale niezwykle sugestywna i doskonale, pod względem edukacyjnym, podzielona na kolejne kroki procedury postępowania. Poniżej zamieszczamy instrukcję krok po kroku; jest dość długa, ale – jako że symulację obsługujemy w języku angielskim – chcielibyśmy uczynić ją prostą i zrozumiałą dla każdego. Może to być zarys konspektu lekcji astrofizyki w liceum: Wyznaczanie odległości „odkrytej” planety od jej macierzystego słońca – symulacja na podstawie wyników teleskopu kosmicznego Kepler.

Po kliknięciu otworzy się okno z tekstem powitalnym i zaproszeniem do przeciągnięcia myszką pola widzenia „teleskopu” na mrugającą gwiazdkę. W powiększeniu wyjaśnia się idea tranzytu i stosowanej metody poszukiwań. Po kliknięciu Next ujrzymy fragment nieba usiany gwiazdami, przy czym niektóre z nich w charakterystyczny sposób „mrują” – są zresztą zaznaczone kółeczkiem z dodatkową informacją o typie widmowym (nasze Słońce ma typ G2, gorętsze od niego są typy A i F, chłodniejsze – K i M). Możemy wybrać dowolną gwiazdę – po kliknięciu otworzy się ekran z informacjami o niej, a konkretnie tabelka z zestawieniem typów widmowych oraz odpowiadających im mas, promieni i temperatur powierzchni (wszystkie gwiazdy należą do ciągu głównego, stąd to jednoznaczne przyporządkowanie). Wybrany obiekt wyróżniono kolorami i teraz należy przeciągnąć stosowne dane liczbowe do notatnika w dolnej części (gdzie te same kolorowe oznaczenia ułatwiają procedurę i uniemożliwiają pomyłkę). Po kliknięciu Next czas przygotować się na obserwację. Naszym zadaniem będzie rejestrowanie „mrugnięć” gwiazdy zielonym przyciskiem Record blink, po uruchomieniu symulacji przyciskiem Start. Oczywiście będziemy reagować z pewnym opóźnieniem, ale nie to w całej procedurze jest istotne. Po zarejestrowaniu kilku „mrugnięć” (na wyrysowywanej krzywej jasności, biegnącej prawie poziomo, pojawią się pio-

nowe kreseczki) naszym zadaniem jest określenie okresu pojawiania się owych „mrugnięć” i ich głębokości (jest ona ustalona automatycznie, zgodnie z rzeczywistymi obserwacjami – my tylko odczytujemy wartość jako procent spadku jasności). Żeby było łatwiej, obie osie (poziomą czasu i pionową jasności) możemy myszką dosunąć w odpowiednie miejsce przy krzywej blasku. Odczytane wartości zapisujemy w notatniku na dole (okres w ramce niebieskiej, spadek jasności – w żółtej) i klikamy Next. Teraz powinniśmy wyznaczyć odległości „odkrytej” planety od jej macierzystego słońca. Raz jeszcze wpisujemy wartość okresu do niebieskiej ramki. Jeśli wiedzeni niecierpliwością naciśniemy Calculate, program zachęci nas do chwili zastanowienia, przeczytania uwag (to w gruncie rzeczy przypomnienie III prawa Keplera i zasad posługiwania się nim) i wykonania przeliczenia (Convert) dni na części roku, tak aby uzyskać wynik w jednostkach astronomicznych (j.a.). Tym razem – jeśli nie zapomnimy podać masy naszej gwiazdy – otrzymujemy niezwykle cenną wskazówkę, jak w stosunku do naszej Ziemi w Układzie Słonecznym (bo to przecież 1 j.a., czyli 1 AU) jest położona orbita planety. Z reguły otrzymujemy ułamek j.a. (jest to częściowo efekt selekcji, wynikający z krótkiego czasu stosowania metod odkrywania planet, ale też olbrzymie zaskoczenie, że w systemach pozasłonecznych planety mogą krążyć wokół swej macierzystej gwiazdy po orbitach znacznie ciaśniejszych niż na przykład Merkury wokół Słońca) i przepisujemy tę wartość do notatnika. Po kliknięciu Next uzyskamy odpowiedź na bardzo ważne pytanie: Czy na odkrytej przez nas planecie panują warunki umożliwiające powstanie życia (takiego, jakie znamy), tj. czy może na niej występować woda w stanie ciekłym? Podstawowym tego warunkiem (koniecznym, choć niewystarczającym) jest znalezienie planety w tak zwanej ekosferze, czyli stosownej odległości od jej macierzystego słońca. Na ilustracji ten zakres możliwych odległości jest zaznaczony niebieskim pasem. Musimy jeszcze tylko się upewnić, czy rysunek dotyczy właściwej gwiazdy (na początku pojawiają się dane dla Słońca, ale wystarczy kliknąć na obraz gwiazdy lub zmienić wartości temperatury). Naszym zadaniem jest teraz przesunięcie planety na właściwą, wyznaczoną wcześniej odległość (można przesuwając albo samą planetę, albo suwakiem wybrać wartość liczbową). Po udanym ustawieniu gwiazdy i przesunięciu otrzymamy komunikat You got it! i zostaniemy poproszeni o wpisanie odpowiedzi na powyższe pytanie, przez wpisanie odpowiednio literki Y/N (tak/nie) oraz kliknięcie Next. Następnie obliczamy charakterystyczną temperaturę planety, zależną przede wszystkim od temperatury i rozmiarów jej słońca oraz jego odległości. Przenosimy stosowne dane, wciskamy Calculate i przepisujemy wynik do notatnika. Po kolejnym Next obliczymy już (na podstawie rozmiarów gwiazdy i amplitudy spadku jasności) promień planety w promieniach Ziemi. Pozostałe plansze to już prawdziwa uczta. Na pierwszej otrzymujemy graficzne porównanie „odkrytej” planety z Ziemią. Na kolejnej – artystyczną wizję jej powierzchni (i co nawet ważniejsze – nazwę rzeczywistego obiektu, którego odkrycie posłużyło do stworzenia tego bardzo ciekawego przykładu). Możemy teraz wybrać inną gwiazdę i bawić się, i uczyć raz jeszcze...

Z końcem listopada 2011 r. rozpoczęła działalność polska brama do projektu „Odkrywcy planet” – www.odkrywcyplanet.pl. Warto wspomnieć, że już w angielskiej wersji projektu młodzi Polacy odnieśli sukcesy – w odkryciu jednej z planet pozasłonecznych brała udział między innymi Paulina Sowicka, dwudziestodwuletnia studentka z Krakowa. Projekt jest oparty na rzeczywistych danych pochodzących z teleskopu misji Kepler. Liczba informacji pochodząca z tego orbitalnego obserwatorium jest tak duża, że astronomowie zdecydowali się poprosić o pomoc w ich analizie internautów – podobnie jak przy innych przedsięwzięciach zbudowanych na platformie Zooniverse. To naprawdę przepiękny przykład możliwości, jakie daje współczesna technologia, a jednocześnie kolejna okazja dodania wartościowego wkładu pracy (co tak naprawdę przy odrobinie zainteresowania może stać się prawdziwą pasją) przez każdego ucznia.



Rozdział IV

Zajęcia pozalekcyjne

Coraz trudniej przekonać dzieci i młodzież do wyłożonej pracy, do rozwiązywania zadań, uczenia się praw i zasad. Nauka, szkoła mają coraz większą konkurencję: internet, społeczności internetowe, gry komputerowe, koncerty, zawody sportowe, droga do celu na skróty, byle szybciej i prościej, byle bez wysiłku. Można by tak wylizywać godzinami. Na szczęście zawsze się znajdzie grupa młodych ludzi, którym się chce, a jeżeli nie ma ich w naszej placówce, to są gdzieś obok, trzeba tylko poszukać, chociaż trzeba uczciwie przyznać, że nie zawsze jest to proste.

Początek działalności koła

Najtrudniej rozpocząć. Kto może takie koło poprowadzić? Każdy? Nawet nie nauczyciel? Nie jest to prawdą. Nawet najlepszy nauczyciel fizyki czy geografii, z wieloletnim doświadczeniem, mający laureatów i finalistów olimpiady, nie poradzi sobie z tym zadaniem. Wiąże się z nim bowiem zupełnie inne problemy, inne zadania.

Najlepszym prowadzącym takie koło będzie nauczyciel, astronom, potrafiący przekazać wiedzę i zarazić młodzież swoim zapałem, a do tego, by był nauczycielem i miał częsty kontakt z młodymi ludźmi. Jest ich naprawdę niewiele. Pozostali mają trudniejsze zadanie – muszą najpierw sami zdobyć odpowiednią wiedzę i być szczerze zainteresowanymi (a nawet zafascynowanymi) astronomią, by dopiero potem móc pracować z innymi. Właśnie to – fascynacja przedmiotem – może być kluczem do sukcesu: bez tego, nawet mając dużą wiedzę, można nic nie osiągnąć. Zatem mamy wniosek: ma to być nauczyciel i jednocześnie pasjonat astronomii.

Powiedzmy, że mamy odpowiednio przygotowanego i zmotywowanego nauczyciela. Co dalej? Trzeba znaleźć chętnych uczniów. W tym celu musimy określić, po co chcemy utworzyć koło zainteresowań: czy ma to być tylko przygotowanie do konkursów i olimpiad, czy też będzie to kółko miłośników astronomii. W pierwszym przypadku możemy mieć trudności ze znalezieniem chętnych (ale to zależy od placówki, w jakiej się znaleźliśmy), w drugim – nie powinniśmy mieć z tym żadnych kłopotów. Prawie w każdej szkole można znaleźć kilku lub kilkunastu uczniów zainteresowanych astronomią.

Proponujemy rozpocząć pracę koła od popularyzacji astronomii. W pewnym momencie uczniowie sami zobaczą, że mając obszerną wiedzę i umiejętności, udział w konkursach, seminariach czy nawet w olimpiadzie astronomicznej będzie dla nich czymś naturalnym, niewymagającym większego wysiłku. Oczywiście jest, że w chwili, gdy zdecydują o udziale w konkursach, zacznie się ciężka praca, dlatego pozwólmy im samym dojrzeć do tej decyzji i wspierajmy ich.

Chcąc zainteresować uczniów kołem astronomicznym, trzeba wcześniej przedstawić im informację na temat prac koła, określić czym się będą zajmować na zajęciach i poza nimi, jakie cele planujemy osiągnąć. Wielką zachętą są dla uczniów godziny zajęć koła – z pewnością ucieszą ich wyjazdy poza miasto, ale chyba najbardziej nocne obserwacje; młodzież jest zachwycona możliwością wzięcia udziału w zajęciach, które zaczynają się po zmroku, a często nawet po północy (pamiętajmy wtedy o pisemnej zgodzie rodziców na udział w takich zajęciach).

Nocne wojaże, z teleskopem czy bez, dają uczniom wiele wrażeń, radości, nawet jeżeli w trakcie obserwacji zepsuje się pogoda. Często właśnie w takich chwilach rodzą się przyszli zwycięzcy konkursów i olimpiad czy nawet laureaci olimpiady międzynarodowej.



Na tarasie Gimnazjum i Liceum Akademickiego uczniowie czekają przed wschodem Słońca na jego częściowe zaćmienie w dniu 31 maja 2003 roku. Maksymalna faza zaćmienia wystąpiła około godziny 5.20. (fot. Mariusz Kamiński)

Osobiście radzimy, by na początku skupić się na prostych obserwacjach nieba, bez użycia teleskopów – niech to będzie na przykład rozpoznawanie gwiazdozbiorów, pojedynczych gwiazd, faz Księżyca. Uczniowie nie mogą otrzymać zadania, które znacznie przekracza ich możliwości, ponieważ już na początku mogliby się zniechęcić. Dopiero później można przejść do trudniejszych zadań, jak obserwacja rojów meteorów, wyznaczanie jasności i krzywej zmian gwiazd zmiennych. Te wszystkie obserwacje można wykonać bez użycia teleskopu, a mogą mieć duże walory poznawcze tak dla ucznia, jak i dla nauczyciela. Sposoby przeprowadzania i dokumentowania obserwacji zostały opisane w rozdziałach 2. i 3. poradnika. Następnym etapem są obserwacje z użyciem lornetek czy teleskopów. Zdajemy sobie sprawę, że nie w każdej szkole jest odpowiedni sprzęt i obserwatorium astronomiczne, ale nawet bez tego można się świetnie bawić w astronomię. Specjalnie napisaliśmy „bawić się”, gdyż ma to być zabawa, która, mamy nadzieję, z czasem przerodzi się w coś więcej. Podobno astronomią i ornitologią mogą się z powodzeniem zająć amatorzy – jest w tym wiele prawdy.

Należy pamiętać, że tak naprawdę to własne obserwacje astronomiczne rodzą nowych miłośników astronomii. Ostatnio coraz popularniejsze są programy komputerowe i obserwacje przez internet. Bez tych nowoczesnych technologii trudno sobie wyobrazić współczesną naukę. Dlatego rozdział 3. poradnika jest poświęcony wykorzystaniu nowych technologii. Stwarzają one okazję do poznania ciekawych rzeczy, mogą dać radość z odkrywania nowego (np. planetoid), ale raczej nie stworzą prawdziwie zafascynowanych astronomią. Praca z komputerem jest oczywiście bardzo ważna, ale jeżeli planujemy osiągnąć sukces (np. na olimpiadzie, czy to na arenie krajowej, czy międzynarodowej), to trzeba mieć wręcz maniaków w tej dziedzinie, a tacy rodzą się tylko z okiem pod teleskopem, po wie-

lu nieprzespanych nocach. Dopiero z takimi uczniami możliwa jest prawdziwa przygoda, dopiero od takich uczniów możemy wymagać czegoś więcej, niż wymaga od nich program nauczania w szkole.

Niemniej nie tylko olimpiadami i konkursami żyje świat. Czym dokładniej możemy się zająć z uczniami w czasie zajęć koła?

Obserwacje optyczne

Od czego zacząć? Na pierwszych zajęciach raczej nie pójdziemy z uczniami na nocne obserwacje, ale właściwie czemu nie? To nie ma większego znaczenia, jak zaczniemy, tylko co z tego nam wyjdzie.

Zanim wybierzemy się z uczniami na nocną eskapadę, trzeba zwrócić im uwagę na odpowiedni strój. To bardzo ważne! Uczniowie często zapominają o tym, że w nocy jest znacznie zimniej niż w ciągu dnia i potrafią wybrać się nawet na Geminidy (13 grudnia!) bez czapki, rękawiczek i szala. Co innego wytrzymać kilka minut lekkiego mrozu w dzień, w ruchu, a co innego stać kilka godzin na mrozie. Pamiętajmy o odpowiednim stroju.

Uczniowie muszą poznać nocne niebo. Nie w każdej miejscowości jest planetarium, dlatego potrzebne będą obrotowe mapki nieba i bezchmurne, ciemne niebo. W sali zamiast mapek nieba można się posiłkować programami komputerowymi, które pokazują nocne niebo o dowolnej porze dnia i roku (np. program Stellarium). Pierwsze spotkanie można urządzić w sali z mapkami, atlasami nieba, aby uczniowie poznali nazwy gwiazdozbiorów i najjaśniejszych gwiazd, ale następne – zrobić już nocą poza miastem. Sama nauka odnajdywania gwiazdozbiorów jest dla uczniów wielką przygodą, a jeżeli zrobimy jakieś astronomiczne zawody – będą na pewno bardzo ucieszeni.

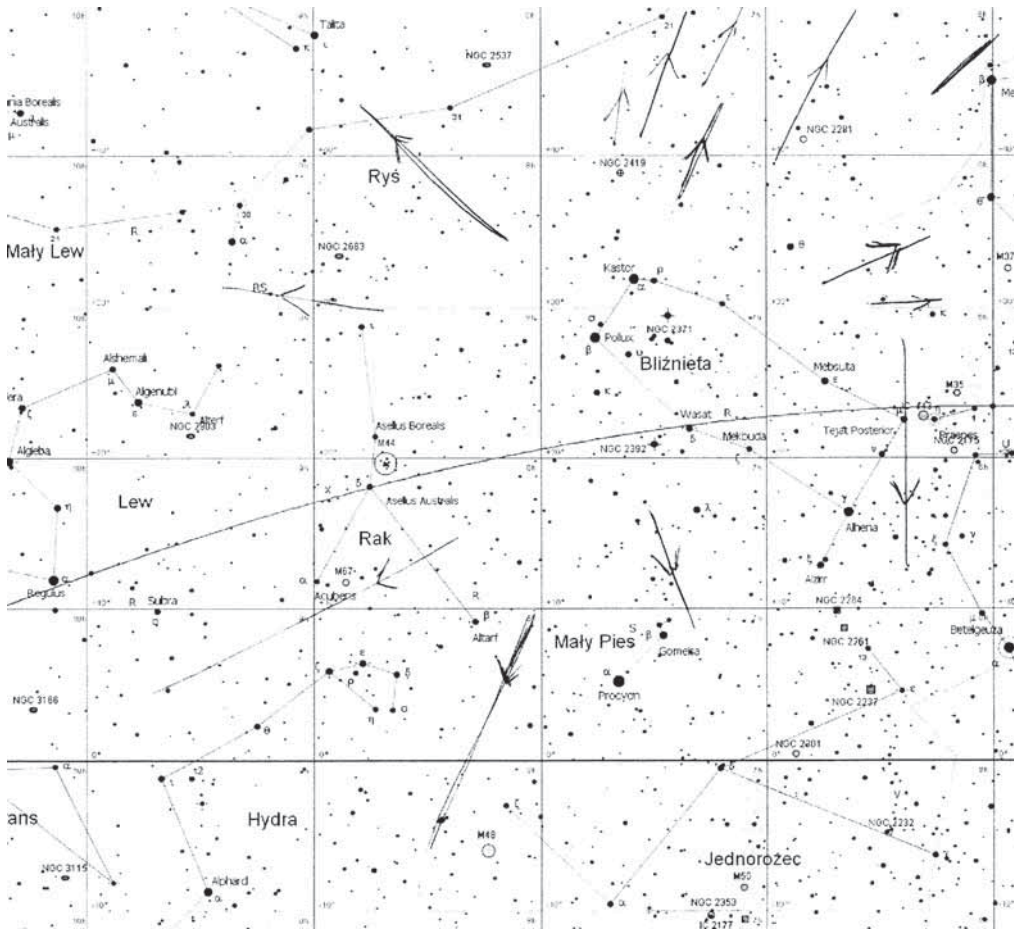
Odnajdywanie gwiazdozbiorów rozpoczynamy od Wielkiej i Małej Niedźwiedzicy (albo jak kto woli – od Wielkiego i Małego Wozu) oraz Gwiazdy Polarnej. Następnie najlepiej posuwać się dookoła tych dwóch konstelacji, czyli w obszarze okołobiegunowym (są to gwiazdozbiory widoczne nocą przez cały rok), później można przejść do pozostałej części nieba. Proponujemy skupić się na gwiazdozbiorach zodiakalnych (ale nie tylko), niech uczniowie nauczą się, z czym się wiąże 12 znaków zodiaku.

Następnym krokiem może być nauczenie uczniów oszacowania rozmiarów kątowych obiektów na nocnym niebie. Czasami podczas obserwacji przydaje się nam znajomość rozmiarów kątowych np. gwiazdozbiorów na niebie. Może to być kolejną ciekawą lekcją dla naszych uczniów. Do tego celu wykorzystujemy najczęściej dłoń, dlatego przed samymi pomiarami trzeba je „skalibrować” – rozmiary kątowe dłoni różnych osób mogą być inne. Przeciętnie po wyprostowaniu ramienia i zaciśnięciu pięści jej rozmiar kątowy to 100 łuku – pomiędzy np. południem a zachodem mieści się więc najczęściej dziewięć szerokości naszej pięści. Aby ją skalibrować należy wyprostować rękę, zaciśnąć pięść, tak, aby jej jeden skraj pokrywał się z południem a następnie musimy policzyć, ile naszych pięści zmieści się do zachodu. Jeżeli nie będzie to dziewięć razy, a np. dziesięć oznacza to tylko tyle, że szerokość kątowa naszej pięści to $900/10 = 90$. Aby uzyskać dokładniejszy wynik należy ćwiczenie powtórzyć kilkakrotnie.

Jeżeli potrzebujemy mniejszych kątów, to mając rozmiar kątowy pięści, możemy porównać z nią szerokość kciuka (lub innych palców) i policzyć, ile szerokości kciuka zmieści się w jednej pięści. Uzbrojeni w taki „przyrząd” pomiarowy możemy zacząć pomiary kątowe obiektów na niebie.

Co można robić później? Można nauczyć uczniów sporządzać szkice nieba na kartkach – ta umiejętność przyda się w ich dalszej pracy, gdy będą wykonywać swoje własne obserwacje lub przygotowywać się do konkursów gimnazjalnych i licealnych. Na początku mogą to być proste rysunki (pamiętajmy o tym, że powinny być wykonane ołówkiem; nocą, przy dużej wilgotności powietrza długopisy się nie sprawdzają), z zaznaczeniem położenia kilku najjaśniejszych gwiazd na niebie. Taka mapka przyda się na przykład podczas obserwacji roju meteorów.

Można też, dla uproszczenia zadania, powielić mapy nieba na ksero i rozdać uczniom, ale tylko wtedy, gdy sami już potrafią narysować szkic nieba.



Przykładowa mapa nieba, sporządzona w trakcie obserwacji przez uczniów koła astronomicznego przy I Liceum Ogólnokształcącym im. M. Kopernika w Toruniu

Uczniowie znający niebo i potrafiący rysować jego szkic mogą przejść do kolejnego etapu wtajemniczenia – obserwacji nieba i jej dokumentacji. Ciągle jeszcze nie posługujemy się teleskopem, dlatego mamy ograniczony zakres działania: wyznaczanie jasności gwiazd (obojętnie jakich), radiantu

i liczebności rojów meteorów (można wyznaczać szybkość i jasność roju, ale to propozycja dla bardziej dojrzałych obserwatorów). Powyższa mapka przedstawia właśnie szkic drogi meteorów na niebie na tle gwiazd. Dzięki niej można wyznaczyć radiant roju, czyli miejsce na sferze niebieskiej, w którym przecinają się obserwowane drogi meteorów tworzących rój.

Do wyznaczenia radiantu można wykorzystać wspomnianą już metodę graficzną, polegającą na naniesieniu na mapkę torów lotu meteorów i przedłużeniu ich do przecięcia się linii. Punkt przecięcia się linii jest szukanym radiantem. W praktyce z radiantem mamy do czynienia wtedy, gdy co najmniej 4 meteory z jednej sesji przecinają się w kole o średnicy 2 stopni. Można też prowadzić obserwacje przez kilka nocy z rzędu, wtedy wystarczą nam 3 meteory z jednej nocy i 2 z drugiej w kole o średnicy 2 stopni⁹.

Co jest nam potrzebne do tych obserwacji? Czyste niebo, zegar, notatnik lub chociażby jedna kartka A4, ołówki. Jedna sesja obserwacji trwa od 2 godzin do całej nocy. Najlepiej, aby w trakcie obserwacji podzielić się rolami: jedna osoba patrzy na wschód nieba, druga – na południe itd., a jeszcze inna będzie sekretarzem grupy. Przy większej grupie można zrobić grafik obserwacji, zapisać, kto, kiedy i jaką część nieba obserwuje. Po godzinie obserwacji można zrobić półgodzinną przerwę.

Zaawansowane obserwacje astronomiczne

Obserwacje nieuzbrojonym okiem

Następnym krokiem może być wyznaczanie jasności gwiazd. Można zacząć od dowolnych gwiazd, zmiennych lub stałych – chodzi o umiejętność oszacowania jasności gwiazd na podstawie porównania z innymi gwiazdami, których jasność znamy. Celem jest przygotowanie uczniów do obserwacji gwiazd zmiennych, gwiazd, które zmieniają swoją jasność nawet w ciągu jednej nocy. W praktyce nikt nie wyznacza jasności gwiazd o stałej jasności. Obserwując gwiazdy zmienne, trzeba pamiętać o tym, by nie patrzeć przez kilka minut bez przerwy na jeden obiekt, możemy bowiem odnieść wrażenie, że gwiazda jaśnieje; najlepiej jest zerkać na badaną gwiazdę kątem oka lub rzucać na nią szybkie i krótkie spojrzenia. Wyznaczanie jasności gwiazd bez teleskopu i z teleskopem (lub lornetką) niczym się nie różni. Dzięki przyrządom optycznym możemy jednak dostrzec znacznie więcej gwiazd i co się z tym wiąże – mamy znacznie więcej obiektów do wyboru, lecz w zamian możemy mieć problem z odnalezieniem wybranej przez nas gwiazdy do obserwacji. Im gwiazda ciemniejsza, tym trudniej ją odszukać, tym dokładniejsze mapy są nam potrzebne. Początkujący obserwator może poświęcić na same odnalezienie gwiazdy więcej czasu niż na oszacowanie jej jasności. Z czasem jednak dochodzi się do wprawy, tak że może nam to zająć zaledwie kilka, kilkanaście sekund. Nie warto też zbyt często zmieniać obserwowanych gwiazd, dobrze nastawić się na oglądanie kilku, a dopiero z czasem poszerzać grono obserwowanych obiektów. Warto się zaopatrzyć w mapki gwiazd zmiennych, które są dostępne na stronach internetowych, np. <http://var.astro.cz/brno/uk/index.html>, <http://www.aavso.org/>. Mapki są bardzo pomocne w identyfikacji poszukiwanych przez nas obiektów.

Sposoby wyznaczania jasności gwiazd zmiennych:

- **Metoda Argelandera** – polega na porównaniu jasności gwiazdy badanej z jasnością pobliskiej gwiazdy o stałej jasności, tzw. gwiazdy porównania. Naszą badaną gwiazdę oznaczmy jako **v** a gwiazdę porównania jako **a**. Jeżeli teraz dwie gwiazdy **a** i **v**, których różnicę jasności wyzna-

⁹ H. Korpikiewicz, *Radianty (I)*, „Urania – Postępy Astronomii” 1987, nr 11 (550).

czamy, wydają się nam zawsze jednakowo jasne, lub jeżeli oceniamy raz jedną, raz drugą nieco jaśniejszą, zapisujemy $a0v$. Oznacza to, że gwiazdy a i v są jednakowo jasne.

Jeżeli na pierwszy rzut oka gwiazdy a i v wydają się nam jednakowo jasne, jednak przy bliższym oglądaniu i przenoszeniu wzroku raz z a na v , a następnie z v na a , gwiazda a wydaje się nam zawsze lub prawie zawsze zaledwie nieco jaśniejsza od gwiazdy v , zapisujemy $a1v$. Oznacza to, że a jest o 1 stopień jaśniejsza od v . Jeżeli przeciwnie, to zapisujemy $v1a$, co oznacza, że v jest o 1 stopień jaśniejsza od a .

Przy większej różnicy jasności pomiędzy gwiazdami zapisujemy $a2v$ lub $v2a$, a gdy różnice są znaczne to $a3v$ lub $v3a$, przy bardzo dużych – $a4v$ lub $v4a$.

Wytrawny obserwator potrafi w ten sposób ustalić stopień różnicy jasności gwiazd na 0,1 magnitudo.

- **Metoda Nijlanda-Błażki-Argelander (NBA)** – w metodzie tej wybieramy dwie gwiazdy porównania, jedną a jaśniejszą, drugą b ciemniejszą od gwiazdy zmiennej v .

Wszystkie trzy gwiazdy powinniśmy widzieć za pomocą używanego przyrządu (teleskopu, lornetki) bez zmiany jego położenia. Najpierw trzeba ocenić, która z gwiazd porównania (a czy b) ma jasność bardziej zbliżoną do badanej gwiazdy v .

Korzystając z metody Argelander, należy ocenić stopień różnicy jasności (0, 1, 2, 3 czy 4 – oznaczmy jako m) pomiędzy gwiazdą porównania (a) a gwiazdą zmienną (v). Jak założyliśmy, jasność gwiazdy a jest bliższa jasności gwiazdy zmiennej.

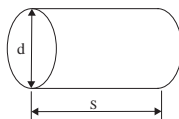
Teraz szacujemy, ile razy różnica jasności gwiazd v i b jest większa od m . Oznaczmy ją jako $n = km$. Ostateczny wynik zapiszemy jako: $amvnb$.

Jasność badanej gwiazdy w wielkościach gwiazdowych obliczamy ze wzoru:

$$v = a + m \cdot \left(\frac{b - a}{m + n} \right)$$

- **Metoda Pickeringa** – wybieramy dwie gwiazdy porównania, z których jedna jest jaśniejsza (a), a druga (b) słabsza od zmiennej (v). Różnicę jasności pomiędzy gwiazdami porównania dzielimy w myśli na 10 równych części. Szacujemy, ile tych części dzieli gwiazdę a od gwiazdy v i gwiazdę v od gwiazdy b . Wynik zapisujemy podobnie jak w metodzie NBA, czyli $amvnb$, lecz tutaj $m + n = 10$, przez co łatwiej wyznaczyć jasność badanej gwiazdy¹⁰.

Jeszcze inną, bardzo ważną, obserwacją, bez użycia teleskopu jest zliczanie gwiazd widocznych na naszym niebie – dokładniej na naszej półsfery niebieskiej. Dzięki temu jest możliwość oszacowania jasności nocnego nieba, które jest w Polsce coraz jaśniejsze, a przez co, coraz trudniej wykonuje się obserwacje astronomiczne. W jaki sposób można zliczyć liczbę gwiazd? Oczywiście nie będziemy liczyć wszystkich gwiazd po kolei. Ale nie jest to zadanie skomplikowane. Wystarczą dwa kawałki papieru i ołówek. Z jednego kawałka budujemy rurę o długości 20–30 cm i o średnicy od kilku do 11 cm.



Papierowa tuba do zliczania liczby gwiazd na niebie

¹⁰ Na podstawie portalu: www.astronomia.pl

Następnym krokiem jest spojrzenie przez zrobioną tubę w niebo i policzenie wszystkich gwiazd w widocznej części nieba. Czynność powtarzamy 10-, 20-krotnie, za każdym razem kierując rurę w inną część nieba i zliczając widoczne w tej części gwiazdy. Uśredniamy uzyskane wyniki i podstawiamy do wzoru:

$$n = \frac{2\pi s^2}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2} \cdot n_{sr} = \frac{8 \cdot s^2}{d^2} \cdot n_{sr}$$

gdzie:

n – szacowana przez nas liczba gwiazd na niebie;

s – długość tuby;

d – jej średnica;

n_{sr} – średnia liczba gwiazd obserwowanych przez tubę.

Można zrobić dwie tuby połączone ze sobą, ale to trochę trudniejsze zadanie, ponieważ obie tuby powinny być skierowane w to samo miejsce, podobnie jak zwykła lornetka.

Druga kartka papieru jest przeznaczona do obliczeń¹¹.

Obserwacje z wykorzystaniem przyrządów optycznych

Wszystkie opisane do tej pory obserwacje można było wykonać bez użycia przyrządów optycznych (choć do wyznaczania jasności gwiazd przydają się lornetki i teleskopy). Teraz przejdziemy do obserwacji, w których luneta (lub lornetka) będzie konieczna.

Rozpoczynamy od ustalenia – czy to my decydujemy o tym, jaki sprzęt mamy do dyspozycji. Może się zdarzyć, że w szkole już wcześniej został zakupiony teleskop i pozostaje mieć nadzieję, że będzie dobrze służył. Jeżeli jednak to my dokonujemy zakupu, to należy uważać na to, co kupujemy. Powinien to być teleskop uniwersalny, prosty w obsłudze (będą go przecież używać uczniowie o różnym stopniu znajomości obsługi urządzeń mechanicznych), wytrzymały i co najważniejsze – o dobrej optyce. Wiele też zależy od tego, czy trzeba go będzie przenosić (powinien więc być lekki), czy też będzie miał swoje miejsce pod kopułą.

Lepiej wybrać droższy teleskop markowej firmy niż tańszy niewiadomego pochodzenia, teleskop poniżej 1000 zł raczej nie powinien wchodzić w rachubę. W szkole absolutnie wystarczający jest teleskop o średnicy lustra 10–20 cm i o powiększeniu do 200 razy, ważne też, by można było podłączyć do niego aparat fotograficzny (lub komputer). Jest w Polsce kilka firm produkujących lub rozprowadzających teleskopy markowych firm.

Jeżeli chodzi o lornetki, to praktycznie każda może być wykorzystana do obserwacji astronomicznych. Warto jednak polecić lornetki typu 7 x 50. Symbol ten oznacza lornetkę o powiększeniu kątowym 7-krotnym i o średnicy soczewek obiektywu 50 mm. Jak wybrać dobrą lornetkę? Należy przetestować ją jeszcze w sklepie: sprawdzić, czy obraz na skraju pola widzenia jest ostry, jeżeli nie, to lornetka nie nadaje się do naszych celów. Trzeba również sprawdzić, jak ustawia się ostrość lornetki. Jeżeli obraz staje się bardzo ostry tylko w jednym położeniu pokrętki zmiany ostrości, to znaczy, że lornetka ma dobrą optykę i obraz nieba będzie bardzo dobrej jakości, jeżeli jednak obraz sprawdzanej lornetki w sklepie będzie ostry przy różnym położeniu pokrętki – szukajmy

¹¹ <http://osa.teleskopy.net/>

dalej. No i jeszcze ostatnia sprawa: czy obrazy w obu okularach są identyczne. Aby to sprawdzić, należy spojrzeć na odległy przedmiot raz prawym, raz lewym okiem – obrazy powinny być takie same. Jeżeli obrazy są jednakowe w środku pola widzenia, ale nie na brzegach, oznacza to, że powiększenia nie są jednakowe. Oczywiście takiej lornetki nie kupujemy.

Jak wybrać dobry teleskop? Proponujemy reflektor, czyli teleskop zwierciadlany; są tańsze od refraktorów (teleskopów soczewkowych zwanych potocznie lunetami) i nie są od nich gorsze. Wielką zaletą tych teleskopów jest brak aberracji chromatycznej, odbicie światła nie zależy od jego długości ani częstotliwości, dzięki czemu, obserwując gwiazdy, nie będziemy widzieć widma światła zamiast bieli. Większość wytrawnych obserwatorów wykorzystuje obecnie teleskopy zwierciadlane, szczególnie teleskopy w systemie Newtona.

Dobre teleskopy soczewkowe są bardzo drogie, jeżeli jednak ktoś chce kupić tego rodzaju przyrząd, to musi zwrócić uwagę na ogniskową obiektywu. Wszystko zależy od tego, co będziemy obserwować. Gdy ogniskowa obiektywu jest duża, nie będziemy mogli obserwować słabych obiektów. Prawdą jest, że im większa ogniskowa obiektywu, tym większe powiększenie, ale wtedy jest ciemny obiektyw (mała tzw. światłosiła, czyli stosunek średnicy obiektywu teleskopu do jego ogniskowej) i nie nadaje się do obserwacji obiektów typu mgławice, galaktyki. Z drugiej jednak strony taki teleskop nadaje się idealnie do obserwacji planet, Księżyc (aby dostrzec szczegóły na powierzchni planet potrzebny jest teleskop o średnicy lustra głównego minimum 15 cm).

Sam teleskop to nie wszystko, istotny jest jego montaż i okulary. Okular kupujemy najlepszy! Oczywiście najlepszy, na jaki nas stać; proponujemy przed zakupem porozmawiać z doświadczonymi obserwatorami nieba, na przykład przez internet. Z reguły okulary są dołączane do teleskopu, ale na prawdę warto zainwestować w kupno nowego okularu.

Jeśli zaś chodzi o montaż teleskopu, to proponujemy droższy paralaktyczny: oś obrotu teleskopu jest ustawiona w linii północ – południe i nachylona do poziomu pod kątem równym szerokości geograficznej miejsca obserwacji. Dzięki takiemu ustawieniu teleskopu możemy regulować jego ustawienie w deklinacji i rektascensji, w trakcie obserwacji zmienia się tylko położenie teleskopu w rektascensji (lub robi to za nas silnik). Są tańsze montaż, na przykład azymutalny, lecz w trakcie dłuższych obserwacji musimy jednocześnie zmieniać położenie tubusa teleskopu w pionie i poziomie; nowsze odmiany tego montażu mają skomputeryzowany montaż widłowy, z GPS-em, automatycznym pozycjonowaniem, z bazą gwiazd w pamięci komputera (ale to raczej wyższa półka cenowa wśród teleskopów amatorskich, wart jednak polecenia).

Ostatnio popularny stał się teleskop o montażu Dobsona – jest to najprostszy i najtańszy układ, dodatkowo bardzo prosty w obsłudze i ustawieniu. Wada: spory rozmiar i raczej nie nadaje się do wykonywania zdjęć.

Gdy już mamy potrzebny sprzęt, możemy rozpocząć obserwacje. Na początku dobrym rozwiązaniem jest obserwacja Układu Słonecznego, czyli Księżyc i planet. Można zacząć od bardzo prostego, jednakże użytecznego zadania: dać uczniom mapkę Księżyc i kazać im odszukać krater i morza księżycowe. Do czego są potrzebne takie zadania? Aby ćwiczyć samodyscyplinę pracy i staranność uczniów. Można dodatkowo w ramach ćwiczenia polecić im wykonanie własnej mapy powierzchni Księżyc. Z kolei umiejętność rysowania takich map może się przydać później, w czasie obserwacji planet czy komet.

Nie jest to zadanie na jedną sesję obserwacyjną, na jego wykonanie potrzeba bowiem co najmniej miesiąca (szczególnie elementy powierzchni Księżyca są widoczne w różnych momentach całego cyklu miesięcznego)!

Oprócz obserwacji Księżyca można na początku oglądać również planety. Okiem nieuzbrojonym widzimy tylko pięć planet, ale z użyciem dobrych lornetek możemy dostrzec wszystkie planety Układu Słonecznego. Najczęściej do obserwacji wybierane są Mars, Jowisz i Saturn; nic w tym dziwnego, są to planety, na których widoczne są szczegóły na powierzchni, pierścienie, księżyce. Ale pozostałym planetom również warto się przyglądać. Najpierw jednak zajmijmy się wymienionymi wyżej planetami. Co warto obserwować? Oczywiście, podobnie jak z Księżycem, powierzchnię tych planet, może uda się dostrzec sieć kanałów na Marsie. Niech uczniowie naszkicują rysunek powierzchni Marsa (potrzebne jest duże powiększenie, 200- lub nawet 400-krotne), Jowisza czy Saturna (wraz z jego pierścieniami). Chcąc naszkicować tarczę planety, należy przez kilkanaście minut dokładnie się w nią wpatrywać, dopiero po zapamiętaniu jak największej liczby szczegółów można przystąpić do rysowania. Po narysowaniu tarczy planety należy jeszcze raz spojrzeć na nią przez teleskop, aby sprawdzić, czy nie zabrakło jakiegoś bardziej lub mniej ważnego elementu powierzchni.

Poza obserwacjami samej tarczy planety można zająć się jeszcze jej księżycami. Najłatwiej będzie zobaczyć księżyce galileuszowe Jowisza, czyli Io, Europę, Ganimedesa i Kallisto. Podobno można dostrzec nawet szczegóły na tarczy Ganimedesa i Kallisto, ale na to lepiej się nie nastawiać. Można za to notować lub też rysować położenia satelitów na tle Jowisza. Dzięki tym obserwacjom uczniowie mogą samodzielnie wyznaczyć chociażby okres obiegu księżyców wokół planety centralnej. W internecie można znaleźć formularze obserwacyjne (wykonane przez zawodowych, ale i amatorskich astronomów), które upraszczają katalogowanie i analizę obserwacji ciał niebieskich (nie tylko księżyców Jowisza). Podobnie łatwo powinno nam pójść z księżycem Saturna – Tytanem. Z pozostałymi może już być trudniej, szczególnie z księżycami Marsa – mają one jasność 11–12 magnitudo, a że obiegają planetę na bardzo niskiej orbicie, to ciężko je dostrzec.

Jeżeli chodzi o obserwacje pozostałych planet, to mamy mniejszy wachlarz możliwości. Satelitów tych planet raczej nie zobaczymy, powierzchni również nie. Co więc możemy obserwować? Może po kolei. Wenus – fazy (łatwo dostrzegalne nawet przez lornetki) oraz tranzyt na tle Słońca. Najbliższy tranzyt odbył się 6 czerwca 2012 roku, w Polsce widoczna była tylko ostatnia część tranzytu (zaraz po wschodzie Słońca). Następnego tranzytu raczej nie doczekamy – odbędzie się 10 grudnia 2117 roku. Merkury – podobnie jak z Wenus, czyli fazy (choć słabiej dostrzegalne) oraz tranzyt na tle Słońca; występuje on częściej niż tranzyt Wenus – na najbliższy poczekamy jednak do 9 maja 2016 roku. Wenus i Merkury są dostrzegalne zaraz po zachodzie Słońca lub przed jego wschodem. O Uranie i Neptunie możemy jedynie napisać, że można je zobaczyć – Uran może być dostrzegalny nawet bez pomocy teleskopu czy lornetki, w teleskopie ma wyraźną zielonkawą barwę, Neptun zaś – niebieską. Jeżeli mamy teleskop o średnicy lustra głównego 20 cm, to możemy się pokusić o obserwację największych księżyców tych planet, czyli Tytanię i Oberona przy Uranie oraz Trytona przy Neptunie.

Innym rodzajem obserwacji astronomicznych jest wykorzystanie profesjonalnych teleskopów i radioteleskopów przez internet. Jest to ciekawym uzupełnieniem samodzielnie wykonanych obserwacji, dostarczającym nowych wrażeń i umiejętności. Dokładny opis możliwości, jakie daje ta forma prowadzenia nauki, jest opisana w części dotyczącej pracy z komputerem, dlatego zainteresowanych odsyłam do tej właśnie części poradnika (rozdział 3).

Fotografia

W tej części poradnika chcemy opisać możliwości fotografowania nocnego nieba (w wersji standardowej i cyfrowej), jak i prezentacji efektów działania uczniów. To chyba najtrudniejsza sfera działalności amatorów astronomii, ale dająca jednocześnie wiele satysfakcji.

Zacniemy od wyboru kliszy (albo ustawienia czułości w aparacie cyfrowym). Najważniejszym parametrem w fotografii astronomicznej jest światłoczułość – im większa, tym mniej światła wystarcza, aby klisza zarejestrowała fotografowany obiekt. Z drugiej strony większa światłoczułość oznacza większą ziarnistość, co przy fotografowaniu gwiazd może mieć kolosalne znaczenie. Do fotografowania ciał z Układu Słonecznego (Słońce, planety, Księżyc, komety) używamy klisz o czułości 50–100 ISO, do zdjęć gwiazd, gromad gwiazd – 100–200 ISO, do większości mgławic, słabych komet – 400–800 ISO, a klisze o czułości powyżej 800 ISO – do galaktyk i mgławic planetarnych¹². Obecnie aparaty cyfrowe mają w menu możliwość regulacji czułości, nie proponujemy w tym przypadku fotografii wykonywanych w trybie automatycznym.



Zdjęcie Księżyca wykonane aparatem cyfrowym „z ręki” (fot. Mariusz Kamiński)

Aby wykonać nocne zdjęcie, nie jest potrzebny teleskop, wystarczy zwykły statyw fotograficzny (a czasami i on nie jest potrzebny – zdjęcie powyżej) i oczywiście sam aparat. Wystarczy na statywie ustawić aparat z kliszą o wysokiej czułości, skierować go w niebo i otworzyć migawkę na czas nieskończony (tzw. tryb B), odczekać kilka minut (można i godzin), a następnie powtórnie wcisnąć spust migawki, co ją zamyka. Najlepiej wciskać spust migawki przez wężyk lub automatycznie (w tym przypadku możemy mieć kłopoty z ustawieniem czasu otwarcia migawki). Co zobaczymy na zdjęciu? Pozorny ruch gwiazd na sferze niebieskiej w postaci różnobarwnych łuków wokół północnego bieguna niebieskiego (czyli mniej więcej wokół Gwiazdy Polarnej). Miara kąta zakreślonego przez obraz gwiazdy, zależy od czasu otwarcia migawki; 15° odpowiada jednej godzinie czasowi naświetlania.

¹² W. Skórzyński, *Wybieramy film fotograficzny*, „Urania – Postępy Astronomii” 2002, nr 4.

Można też fotografować wybrane części nieba ekspozycją kilkuminutową (używając bardzo czułego filmu), ślady gwiazd będą wtedy tak krótkie, że bez problemów powinniśmy zidentyfikować poszczególne gwiazdy i gwiazdozbiory.

Za pomocą samego aparatu fotograficznego na statywie można wykonać zdjęcia meteorom i sztucznym satelitom, na przykład z serii Iridium – system 66 sztucznych satelitów telekomunikacyjnych rozmieszczonych na 6 orbitach okołozemskich na wysokości 780 km (w założeniu miał być konkurencją dla telefonii komórkowej, lecz po niespełna roku działalności, w sierpniu 1999 r., projekt zbankrutował). Fotografie wykonujemy tak samo jak poprzednio, jednak w przypadku meteorów większość nie będzie uwidoczniła na naszym zdjęciu, nawet gdy użyjemy bardzo czułego filmu, ponieważ ich przeloty w naszej atmosferze odbywają się bardzo szybko.

Opisane wyżej metody fotografowania nieba to dopiero przedszkole fotograficzne, ale jakże ważne. Bez takich początków trudno przejść do kolejnego etapu, czyli do fotografii z użyciem teleskopu. Najprostszą metodą jest robienie zdjęć obrazu rzutowanego na ekran, ale dotyczy to tylko fotografii Słońca. Można w ten sposób wykonać zdjęcie plam czy zaćmienia Słońca.



Częściowe zaćmienie Słońca – zdjęcie wykonane 3 października 2005 roku na tarasie I Liceum Ogólnokształcącego im. M. Kopernika w Toruniu (fot. Mariusz Kamiński)

Ciekawszy efekt można uzyskać, gdy aparat wyceluje się bezpośrednio w tarczę Słońca, czy to przez teleskop, czy nie, ale wtedy dobrze mieć obiektyw dający możliwie duże powiększenie, czyli o ogniskowej 125–200 mm (lub większej), albo w aparatach cyfrowych o zoomie optycznym co najmniej 12-krotnym. Należy jednak pamiętać, że w czasie robienia zdjęć – poza fazą całkowitego zaćmienia – powinniśmy nałożyć na obiektyw filtr fotograficzny.



Całkowite zaćmienie Słońca 11 sierpnia 1999 roku w Bukareszcie, Rumunia. Dwa filtry szare ND4 oraz jeden czerwony, same filtry szare przepuszczały zbyt wiele światła, aby można było zrobić zdjęcie (fot. Mariusz Kamiński)



Koniec całkowitego zaćmienia, tzw. pierścień z diamentem. Zdjęcie wykonane bez filtrów (fot. Mariusz Kamiński)

Następnym krokiem jest fotografowanie ciał niebieskich o małej jasności. Zdjęcia Księżyca i planet nie wymagają długich ekspozycji – od ułamka sekundy dla Księżyca do maksymalnie kilku sekund w przypadku planet. Zadanie można wykonać metodą projekcji, czyli umieszczamy aparat bez obiektywu za okularom teleskopu i wykonujemy zdjęcie. Chcąc wykonać zdjęcie planet, lepiej jest umieścić aparat w ognisku głównym teleskopu, czyli, mówiąc potocznie, teleskop będzie obiektywem aparatu fotograficznego. W tym przypadku musimy dysponować aparatem fotograficznym z możliwością wymiany obiektywu, czyli tzw. lustrzanką. Oczywiście do umieszczenia aparatu w miejscu okularu teleskopu potrzebne są odpowiednie pierścienie, większość dobrych teleskopów, dostępnych na naszym rynku, umożliwia podłączenie aparatu fotograficznego czy też kamery. Jak już wspomnieliśmy, obecnie najczęściej używanymi aparatami są aparaty cyfrowe. Ich zaletą jest możliwość wykonania bardzo dużej liczby zdjęć, które od razu analizujemy, dzięki czemu możemy zmienić ustawienia teleskopu i aparatu w przypadku nieudanych fotografii. Jest za to jeden minus – nocą, gdy jest zimno, szybko wyczerpują się baterie aparatów, dlatego planując dłuższą sesję fotograficzną, trzeba się zaopatrzyć w zapasowe akumulatory lub w stary aparat, który jest sterowany ręcznie, bez zasilania. Najlepiej jeśli mamy dostęp do obserwatorium, chociażby szkolnego, tam z reguły jest dostęp do prądu.

Chcąc wykonywać zdjęcia obiektów gwiazdowych lub mgławic, trzeba pamiętać o kilku ważnych wskazówkach. Niebagatelne znaczenie ma bardzo stabilny montaż teleskopu; to, co jest dobre do obserwacji wizualnych, niekoniecznie się sprawdza podczas wykonywania zdjęć, w tym przypadku każde dotknięcie czy podmuch, nawet lekkiego wiatru, może zaprzepaścić trud włożony w wykonanie zdjęcia. Należy też pamiętać o odpowiednim ustawieniu teleskopu, tak aby oś biegunowa montażu była dokładnie ustawiona wzdłuż osi świata i wskazywała biegun północny. Ważny jest również napęd teleskopu – musi być naprawdę dobrej jakości i mieć możliwość korygowania tempa obrotu teleskopu.

Mając już teleskop z zamontowanym aparatem, można się zająć fotografowaniem najsłabszych obiektów, czyli mgławic i galaktyk; w tym przypadku ekspozycje są rzędu kilkunastu, kilkudziesięciu minut. Takie fotografie są najtrudniejsze do wykonania, wymagają bowiem sporej precyzji w montażu teleskopu, jego prowadzeniu oraz cierpliwości, a końcowy rezultat nie jest taki, jaki możemy uzyskać z teleskopu Hubble'a. Ale od czego mamy odpowiednie programy komputerowe? Znaczna większość obecnie wykonywanych zdjęć już od początku jest w formie cyfrowej, a jeżeli nie, to każde zdjęcie można zeskanować i zająć się ich obróbką w jednym z wielu dostępnych programów graficznych. Istnieją programy, które się specjalizują w obróbce zdjęć astronomicznych, wiele z nich jest darmowych, dostępnych bez problemów w internecie.

Jednym z nich jest wart polecenia program o nazwie SalsaJ. Został przygotowany dla projektu EU-HOU, również w polskiej wersji językowej, jest bardzo łatwy w obsłudze. Poza zwykłymi możliwościami, jakie ma każdy program graficzny, SalsaJ pozwala dodatkowo na wykonanie fotometrii obiektów na zdjęciu, jego analizę, obsługę kamery internetowej, zainstalowanie sporej liczby dodatkowych wtyczek – jednym słowem daje możliwość pełnej obróbki profesjonalnych zdjęć. Program można pobrać ze strony projektu: <http://www.pl.euhou.net/>. Innym ciekawym programem dla astronomów wydaje się Iris, również bezpłatny. W tym przypadku istnieje tylko wersja w języku angielskim, ale praca na tym programie powinna dać dużo satysfakcji użytkownikowi. Iris obsługuje pliki w wielu popularnych formatach, również w specjalistycznych, używanych tylko przez profesjonalistów: fit oraz fits.



Zrzut ekranu programu Iris

Trzecim programem, o którym warto wspomnieć, jest RegiStax – jest to aplikacja, dzięki której można uzyskać jedno zdjęcie z kilku klatek (tzw. stackowanie) lub nawet z filmu. Poza tym pozwala na polepszenie jakości uzyskanego zdjęcia, wyostrając kontury na fotografii.

Wymienione programy są tylko małym wycinkiem tego, co można znaleźć w internecie. To, z jakiego programu do obróbki zdjęć będziemy korzystać, zależy tylko od naszych preferencji. Uczniowie z pewnością sami wybiorą program komputerowy najbardziej odpowiedni do wykonania zadania poleconego im przez nauczyciela.

Co można zrobić ze zdjęciami wykonanymi przez uczniów? Są dostępne różne formy prezentacji zdjęć. Można je przedstawić w internecie, na stronie koła astronomicznego, własnej stronie ucznia czy też przesłać fotografie nieba do portali astronomicznych, takich jak: www.astronomia.pl, www.astronomyhobby.pl/ czy <http://gallery.astronet.pl/> (strona całkowicie poświęcona fotografii astronomicznej, zarówno profesjonalnej, jak i amatorskiej). Najlepsze amatorskie zdjęcia mogą zostać umieszczone w kalendarzu astronomicznym wydawanym przez społeczność miłośników astronomii przy wsparciu kilku sponsorów, na przykład w kalendarzu czasopisma „Urania – Postępy Astronomii”, chociaż w ostatnich dwóch latach był problem z jego wydaniem.

Udział w międzynarodowych kampaniach obserwacyjnych i badawczych

Bardzo interesującym projektem – z punktu widzenia ucznia – może być współpraca z rówieśnikami z innych państw. Stanowi to nie tylko zachętę, by zainteresować się astronomią, ale przede wszystkim pokazuje uczniom wielkie możliwości, jakie przynosi praca na rzecz odkrywania tajemnic kosmosu.

Wielką popularnością cieszy się ostatnio projekt IASC, w ramach którego uczniowie biorą udział w poszukiwaniu nowych planetoid. Co chwilę można przeczytać w mediach o tym, że polscy uczniowie odkryli nieznaną planetoidę. Projekt IASC jest jednym z wielu projektów w ramach EU-HOU – aby się do niego zgłosić, trzeba się skontaktować z polskim koordynatorem przedsięwzięcia prof. dr. hab. Lechem Mankiewiczem, dyrektorem Centrum Fizyki Teoretycznej PAN.

O innych projektach jest jakby ciszej, ale są również bardzo interesujące, jak chociażby *Pan-STARRS*, czyli program systematycznego obserwowania nieba. W projekcie będą wykorzystane 4 teleskopy o średnicy lustra 1,8 m usytuowane na Hawajach; ma on na celu odkrycie nowych ciał niebieskich, na przykład asteroid, komet czy gwiazd zmiennych. W projekcie może uczestniczyć nawet 30 szkół z Polski – wszystkie zainteresowane szkoły powinny się również kontaktować z Lechem Mankiewiczem.

Faulkes Telescopes – projekt dający możliwość obserwacji nieba za pomocą 2-metrowych teleskopów Fundacji Faulkesa na Hawajach i w Australii. Oczywiście uczniowie nie jadą do wymienionych obserwatoriów, lecz prowadzą obserwacje przez internet w zaciszu szkolnej sali. Jedna sesja obserwacyjna trwa 30 minut i trzeba w tym czasie wykonać planowany – wcześniej ustalony – projekt. Korzystanie z tych teleskopów jest możliwe dzięki staraniom British Council Poland i EU-HOU.

WISE – NASA (*Wide-field Infrared Survey Explorer*), czyli kosmiczny teleskop w podczerwieni, który ma na celu odkryć brązowe karły, a przy okazji nowe komety i planetoidy. W tym przypadku jest możliwość skontaktowania się z działem edukacji NASA.

Nawiązanie współpracy z grupami w kraju lub za granicą

Trudno sobie wyobrazić pracę koła astronomicznego, które nie miałyby kontaktów z innymi pasjonatami, innymi grupami w kraju. Jest to tak specyficzna grupa zapaleńców i tak nieliczna, że nie ma wręcz możliwości, aby się ze sobą nie kontaktowały.

Co możemy zyskać na takiej współpracy? Bardzo dużo. Możemy się dzielić swoimi umiejętnościami, doświadczeniami, organizować wspólne sesje obserwacyjne, udostępniać sobie nawzajem obserwatoria, nie każda grupa miłośników ma przecież własne, szkolne obserwatorium. Jesteśmy przekonani, że wszyscy chętnie sobie pomogą. Starsi uczniowie, na przykład licealiści, mogą prowadzić zajęcia z astronomii dla swoich młodszych koleżanek i kolegów ze szkoły podstawowej czy z przedszkola.

Bardzo dobrą okazję do nawiązania znajomości z innymi kołami astronomicznymi w kraju stwarza udział w projektach badawczych, o których wspomnieliśmy, ale też w corocznie odbywającym się Młodzieżowym Seminarium Astronomicznym czy w finale Olimpiady Astronomicznej. Z pewnością nie jesteśmy w stanie pojechać z uczniami na każdą tego typu imprezę, ale co jakiś czas warto się wybrać. Trwają kilka dni i są wyśmienitą okazją do poznania nowych ludzi, opiekunów innych kół w kraju.

Wspólnie możemy więcej i lepiej – przykładem takiej współpracy może być akcja Pokazy Nieba w Toruniu, zorganizowana z okazji Międzynarodowego Roku Astronomii przez portal internetowy *AstroVisioN*, Koło Naukowe Studentów Astronomii, miłośników astronomii z całej Polski i przez uczniów liceum uczęszczających na zajęcia koła astronomicznego. Dzięki tej akcji kilka tysięcy mieszkańców miasta i turystów – większość po raz pierwszy w życiu – mogło spojrzeć przez teleskop na Księżyc, planety i gwiazdy.

Przykładów współpracy między grupami można mnożyć, jak chociażby w ramach projektów GZZ (projekt prowadzony przez Katedrę Fizyki Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie mający na celu



Pokazy nieba dla mieszkańców miasta na Starym Rynku w Toruniu (fot. Mariusz Kamiński)

obserwację przez uczniów gwiazd zmiennych zaćmieniowych) czy EU-HOU. W ramach tego ostatniego projektu możliwa jest współpraca z młodzieżą za granicą. Również wyjazd uczniów na międzynarodowy obóz astronomiczny może zaowocować kolejnymi znajomościami i w konsekwencji współpracą (na obóz jeżdżą uczniowie i trochę trudno sobie wyobrazić, aby mogli stworzyć nam bazę do współpracy, niemniej zawsze warto spróbować).

Możliwość współpracy z innymi grupami oferuje internet. Za jego pośrednictwem można poznać wiele ciekawych osób zaangażowanych w popularyzację astronomii, a informacje tam zawarte pomogą zainteresowanym zbudować własne planetarium czy obserwatorium, zorganizować obóz astronomiczny, poprowadzić lekcje z astronomii czy przeprowadzić – samodzielnie, a później z uczniami – obserwacje astronomiczne. Zresztą wszyscy, którzy korzystają z sieci, wiedzą, że można tam znaleźć prawie wszystko, trzeba tylko umiejętnie szukać.

Wycieczki astronomiczne

Chyba żaden nauczyciel nie ma problemów z odpowiedzią na pytanie, gdzie zabrać uczniów na wycieczkę astronomiczną. Takich miejsc jest naprawdę sporo.

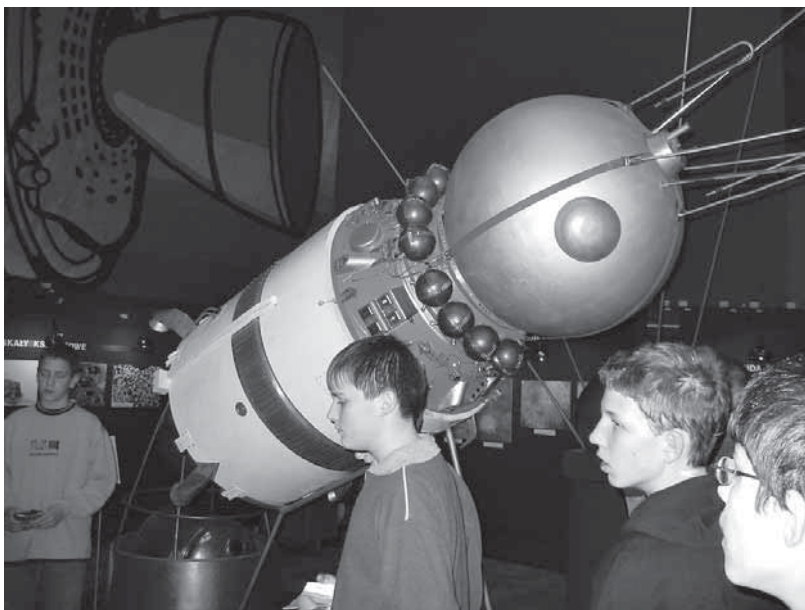
Pierwszym z nich jest oczywiście obserwatorium astronomiczne. Przed taką wycieczką powinniśmy się skontaktować z pracownikami obserwatorium i umówić naszą wizytę (pamiętajmy, że obserwatorium jest ośrodkiem naukowym, a nie muzeum, i do jego zadań nie należy oprowadzanie wycieczek). Niektóre placówki pobierają symboliczną opłatę od grupy za oprowadzenie po swoim terenie. Z pewnością ciekawsze byłoby zwiedzenie obserwatorium nocą, ale to raczej nie wchodzi w rachubę.

Polecamy zorganizować wycieczkę do Obserwatorium Astronomicznego Katedry Astronomii Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie, które jest zlokalizowane w Gorcach na Suhorze. Jest to małe

obserwatorium, położone wysoko w górach, ale warto tam zajrzeć, chociażby ze względu na wspaniałe krajobraz.

Wielką atrakcją dla młodzieży, a szczególnie dzieci, jest wizyta w planetarium. I nie ma znaczenia, czy to będzie wycieczka do największego w Polsce Planetarium Śląskiego w Chorzowie, czy najmniejszych: Planetarium Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach i Potorzycy koło Jarocina, czy do planetarium w muzeum we Fromborku lub do najbardziej obleganego – w Toruniu. Każda taka placówka oferuje seanse dla osób w różnym wieku, zatem możemy się tam wybrać i z dziećmi w wieku przedszkolnym, i z maturzystami. Może właśnie po takim chociażby jednym seansie w planetarium obudzi się w młodym człowieku pasja do astronomii? Warto chociaż spróbować. Informacje o wszystkich planetariach w Polsce znajdują się na stronie <http://www.planetarium.pl/index.php>.

Warto wspomnieć o wycieczkach do obserwatoriów szkolnych, na przykład w Dąbrowie Górniczej, Tuchowie, Kamieńcu, Grudziądzu, Głogowie, Gdańsku i wielu innych miejscowościach. Coraz więcej powstaje w Polsce obserwatoriów szkolnych, niektóre oferują uczniom nocną przygodę z gwiazdami. Najsympliczniejszym i chyba najbardziej prężnym jest obserwatorium w Niepołomicach, chociaż akurat to planetarium nie jest ściśle szkolne. Oferuje ono wiele atrakcji dla młodzieży szkolnej, a główną z nich jest Piknik pod Gwiazdami, czyli nocne obserwacje nieba dla zorganizowanych grup szkolnych.



Muzeum Techniki w Warszawie (fot. Mariusz Kamiński)

Większość obserwatoriów szkolnych jest otwarta dla wszystkich miłośników astronomii, dlatego warto się skontaktować z osobami zarządzającymi tymi ośrodkami, aby w ustalonym terminie móc z nich skorzystać ze swoimi uczniami. Ostatnio w województwie kujawsko-pomorskim powstaje 14 takich placówek! Wszystko w ramach jednego projektu marszałkowskiego Astro-Baza. Mamy nadzieję, że dzięki temu projektowi znacząco wzrośnie liczba nowych miłośników astronomii.

Jest jeszcze wiele miejsc wartych zwiedzenia. Trudno je wszystkie wyliczyć w tym poradniku, ale wymieńmy jeszcze Muzeum Techniki (ze stałą ekspozycją astronomiczno-astronautyczną) i Centrum Badań Kosmicznych w Warszawie.

Biwaki astronomiczne

Jednym z ważnych elementów kształcenia zdolnej młodzieży z zakresu astronomii są obozy astronomiczne. Zainteresowana młodzież chętnie wyjeżdża na takie biwaki, które łączą wypoczynek z nauką i wspaniałą przygodą.

Chyba najbardziej znanymi obozami astronomicznymi może się poszczycić Klub Astronomiczny „Almukantarat”, który współpracuje z Centrum Astronomii Mikołaja Kopernika w Warszawie (zresztą tam ma swoją siedzibę). Corocznie klub rozsyła zaproszenia do wszystkich laureatów i finalistów konkursów gimnazjalnych z fizyki i astronomii na letnie obozy astronomiczne, które odbywają się w różnych miejscach Polski. Są to świetnie przygotowane obozy, z obserwacjami astronomicznymi i zajęciami z matematyki, fizyki, informatyki i, oczywiście, astronomii; zajęcia prowadzi kadra profesorska i studenci. Uczniowie, którzy na takim obozie po raz pierwszy zetknęli się z astronomią, nierzadko stają się miłośnikami astronomii na długie lata. Klub „Almukantarat” organizuje również obozy zimowe oraz różne spotkania miłośników astronomii w ciągu roku.

Polecamy też biwaki organizowane przez Pracownię Komet i Meteorów, które odbywają się w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego w Ostrowiku lub Urzędowie. Wieczorami młodzież bierze udział w obserwacjach rojów meteorów, a w ciągu dnia uczestniczy w wykładach i uczy się oprogramowania komputerowego do analizy rojów.

Przez wiele lat młodzież mogła uczestniczyć w akcji oświatowej „Wakacje w Planetarium i Obserwatorium” organizowanej przez Planetarium i Obserwatorium we Fromborku. Uczniowie, w zamian za nocleg na terenie obserwatorium i możliwość korzystania ze zgromadzonego tam sprzętu, musieli przepracować kilka godzin dziennie na rzecz placówki, a że praca ta nie była uciążliwa, to akcja cieszyła się wielkim powodzeniem. Ostatnio na terenie obserwatorium były prowadzone prace remontowe, lecz po paroletniej przerwie akcja została wznowiona.

Oczywiście, jeżeli nauczyciel ma pomysł na biwak astronomiczny dla młodzieży, może go sam zorganizować. Wystarczy zabrać teleskop i mieć pomysł na plan obserwacji. Dobrze jest na takim biwaku zapewnić uczniom wykłady z zakresu astronomii, matematyki i fizyki, głównie związane z nocnymi obserwacjami. Warto też wspólnie z uczniami zorganizować pokazy nieba dla mieszkańców i turystów.

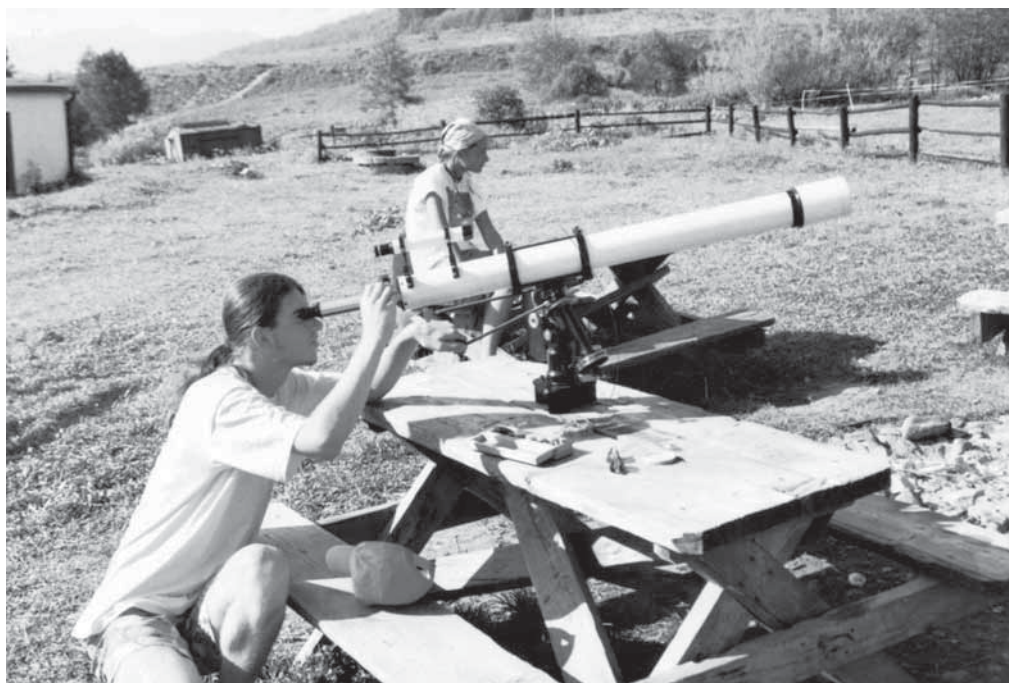
W czasie takiego wyjazdu można prowadzićienne obserwacje plam na Słońcu, a nocą wyznaczać jasność gwiazd zmiennych i analizować roje meteorów – jeżeli obóz zorganizuje się w połowie sierpnia, uczniowie będą mogli obserwować rój Perseid. Obóz najlepiej jest zorganizować pod koniec wakacji, gdyż wtedy noce są już dłuższe i ciemniejsze (pamiętajmy, że na początku wakacji nie ma nocy astronomicznych!).

Osobom, które dobrze się posługują językiem angielskim i są w stanie ponieść trochę większy koszt, proponujemy wyjazd na Międzynarodowy Młodzieżowy Obóz Astronomiczny IAYC, który co roku odbywa się w innym kraju (przed dwoma laty był organizowany w Polsce). Zadaniem uczestników tego obozu jest wykonanie projektu w jednej z kilku grup tematycznych, na przykład astronomia teoretyczna, praktyczna, astrofotografia i inne.

Na koniec warto wspomnieć o spotkaniu, na które zjeżdżają wszyscy miłośnicy astronomii w Polsce, i to bez względu na wiek. Jest to OZMA, czyli Ogólnopolski Zlot Miłośników Astronomii, który co



Pamiątkowe zdjęcie z obozu w Wołosatem (Bieszczady) (fot. Mariusz Kamiński)



Przygotowanie teleskopu do obserwacji plam na Słońcu metodą rzutowania (fot. Mariusz Kamiński)

roku odbywa się w innym miejscu. Z reguły trwa jeden weekend i jest to czas poświęcony na wspólne obserwacje, rozmowy i zabawę. (Gimnazjalistom nie powinniśmy proponować wyjazdu na tę imprezę, głównie z powodu wspomnianej wspólnej zabawy uczestników zlotu).

Kontakt z literaturą i czasopismami

Podręczniki przekazują podstawy wiedzy, i w tym aspekcie są niezastąpione. Ale mają jedną wadę – przekazują wiedzę sprzed kilku, kilkunastu lat. Zatem chcąc posiadać najnowszą wiedzę z zakresu astronomii, wiedzę o nowych odkryciach astronomicznych czy ciekawych zjawiskach na niebie (co może się przydać chociażby w konkursach), trzeba mieć stały dostęp do czasopism astronomicznych i popularnonaukowych. Na naszym rynku nie mamy zbyt dużego wyboru. Podstawową lekturą każdego miłośnika astronomii w Polsce jest dwumiesięcznik „Urania – Postępy Astronomii”. Znajdziemy tam artykuły o współczesnym stanie wiedzy astronomicznej, informacje o tym, jak prowadzić amatorskie obserwacje astronomiczne, aktualne mapy nieba, zdjęcia nieba, różne ciekawostki, informacje o olimpiadzie astronomicznej i seminarium astronomicznym. Artykuły te są pisane przez zawodowych astronomów, jak i przez miłośników astronomii. Ostatnio wydawnictwo zaczęło udostępniać swoje artykuły na stronie internetowej: <http://postepy.camk.edu.pl/>, na której znajdziemy też bardzo interesujące serwisy, jak Poradnik Konstruktora Teleskopu czy Poradnik Obserwatora.

Z kolei w kwartalniku „Vademecum Miłośnika Astronomii” znajdziemy artykuły o astrofotografii, ciekawych obiektach i zjawiskach na niebie, jak również amatorskie fotografie nieba. Z kolei miłośnikom meteorów i bolidów proponujemy biuletyn popularnonaukowy „Cyrqlarz”. Zaletą tego wydawnictwa – oczywiście poza artykułami – jest możliwość ściągnięcia go z internetu całkowicie za darmo.

Polecamy również polskie wydanie miesięcznika „Scientific American”, czyli *Świat Nauki*. Warto też zapoznać się z czasopismem „Wiedza i Życie”, które pisane jest troszkę prostszym językiem niż *Świat Nauki*.

Jeżeli nasi uczniowie sprawnie posługują się językiem angielskim, możemy zaproponować im lektury czasopism (i podręczników) angielskich i amerykańskich. Szczególnie warto zwrócić uwagę na czasopismo „Sky & Telescope”. Jest to chyba najważniejsze wydawnictwo skierowane do miłośników astronomii, w którym można między innymi poczytać o astrofotografii, obserwacjach astronomicznych, wydarzeniach z zakresu astronomii, programach komputerowych, popularyzacji astronomii w szkołach i wśród dzieci.

Przygotowanie uczniów do konkursów i olimpiad

Nie jest prostym zadaniem przygotować chętnych uczniów do konkursów z astronomii, a w szczególności do olimpiady. Jedno z pierwszych pytań uczniów brzmi: „Co z tego będę miał?” Gdy finaliści Olimpiady Astronomicznej byli zwalniani z egzaminu maturalnego z fizyki (a wcześniej z astronomii), było łatwiej. Uczniowie mieli zachętę w postaci zwolnienia z egzaminu maturalnego, maksymalnej oceny na świadectwie maturalnym, dzięki czemu mieli ułatwiony start w dorosłość; oczywiście ważna też były satysfakcja ucznia i nagrody rzeczowe. Odkąd obowiązuje nowa matura, Olimpiada Astronomiczna przestała z niej zwalniać, przez co straciła na prestiżu i co się z tym wiąże – na swojej popularności. (Nie ma tu miejsca na rozważanie sensu tej decyzji, niemniej każdy, kto miał choć jednego finalistę, wie, jaką wiedzę musi osiągnąć uczeń, aby dotrzeć do finału).

Przez trzy lata nauki w liceum bardzo ciężko jest zrealizować materiał, który da uczniom możliwość przygotowania się do olimpiady (tym bardziej, że tak naprawdę nie są to trzy lata, lecz dwa, góra

dwa i pół). Jeżeli jednak mamy możliwość pracować z chętnymi uczniami przez sześć lat (w zespołach szkół: gimnazjum i liceum), będzie nam znacznie łatwiej. Już bowiem w klasach gimnazjalnych można zainteresowanym przekazywać wiedzę potrzebną do olimpiady, czy to z dziedziny astronomii, czy też z fizyki i matematyki.

Uczniowie, widząc pierwszy raz zadania z olimpiady, najczęściej doznają szoku, jest to dla nich zupełnie inny świat, znacznie trudniejszy niż ten, który znają z gimnazjum. Czasami już na początku się zniechęcają i rezygnują z udziału w zawodach. Jak ich zatrzymać? Jak wykorzysta ich początkowy zapał?

Do liceum przychodzi obecnie młodzież, która ma szesnaście lat i często już ugruntowane upodobania, marzenia związane z przyszłością. Dlatego to, co opisano powyżej na temat zachęcania uczniów do pracy w kole astronomicznym, dotyczy raczej uczniów młodszych. Gimnazjum wydaje się najlepszym czasem do takiej działalności, w liceum jest już zbyt mało czasu, aby uczniów zainteresować astronomią i jeszcze przygotować ich do olimpiad. To właśnie w gimnazjum (lub jeszcze wcześniej) trzeba „stworzyć” maniaków astronomii, pokazać uczniom, ile radości może dać obserwacja nieba. Bez tego w liceum można przygotować uczniów do seminarium astronomicznego, ale już raczej nie do olimpiady.

Co więc można zrobić w liceum, aby mieć takich uczniów? Tu zaczyna się chyba najtrudniejsze: cierpliwość. O co chodzi? O utworzenie w liceum koła miłośników astronomii (uczniów choć trochę zainteresowanych astronomią znajdziemy prawie w każdej szkole), o prowadzenie z uczniami obserwacji, o wzbudzaniu w nich nowej pasji poprzez własny przykład. Może po kilku latach, gdy w okolicy rozniesie się wieść, że w naszej placówce jest takie koło, uczniowie sami nas znajdą, będą do nas przychodzić z innych szkół, a nawet wybierają specjalnie naszą szkołę, by rozwijać swoje już mocne zainteresowania. Właśnie na taką młodzież czekamy.

Sposób ten wydaje się może trudny do zaakceptowania, ale taka jest droga do sukcesu – małymi krokami do przodu. Pierwsze koło astronomiczne zostało założone przez jednego z nas (MK) w 1998 roku (jeszcze w starym, 4-letnim liceum) w szkole, która miała wielkie tradycje astronomiczne, ale od wielu już lat zapomniane. Dostyc szybko pojawili się uczniowie z innych szkół, było to wtedy jedyne w mieście koło astronomiczne w liceum. Rok później powstało drugie koło, w innej szkole. Zaczęły się nocne wyjazdy, obserwacje, biwaki astronomiczne. Pierwsze sukcesy w Ogólnopolskim Młodzieżowym Seminarium Astronomicznym uczniowie osiągnęli cztery lata później (wcześniej też były sukcesy, ale na niższym szczeblu), na sukces w Olimpiadzie Astronomicznej musieliśmy czekać kolejne cztery lata. Ale jak się raz zaczęło...

Zdajemy sobie sprawę, że tak nie musi być zawsze i wszędzie, może już w pierwszym roku działalności koła pojawi się uczeń, który od lat jest zainteresowany astronomią i który jest na tyle dojrzały, aby spróbować swoich sił w olimpiadzie.

Praca z uczniem, czyli część najważniejsza

Jeżeli mamy uczniów, z którymi chcemy zdobywać laury, trzeba na początku zainwestować. Astronomia to nie tylko teleskopy, lornetki, mapy nieba, choć te ostatnie mogą być przydatne w przygotowaniu do konkursów. Trzeba zainwestować w odpowiednie podręczniki, zbiory zadań, mapy i atlasy

nieba. Warto poszukać starych podręczników z fizyki, astronomii czy też geografii, które zawierają więcej treści z astronomii niż nowe.

Chcąc przygotować uczniów do olimpiady, warto mieć w swoich prywatnych lub szkolnych zbiorach praktycznie całą literaturę podaną w regulaminie olimpiady astronomicznej. Wydaje nam się jednak, że nie wymienia się w nim podstawowej lektury, jaką jest *Astronomia Ogólna* Eugeniusza Rybki. Bez tego podręcznika trudno coś zwojować, od lat nie jest wznawiany, więc ciężko go dostać (może na allegro, e-bayu, w antykwariacie; jest szansa, że znajdziemy go w bibliotece szkolnej lub miejskiej). Poza tym podręcznikiem polecamy też książki: *Astronomia z astrofizyką* oraz *Ziemia i Wszechświat – astronomia nie tylko dla geografów* Jerzego M. Kreinera lub *Astronomia w geografii* Jana Mietelskiego. To razem cztery podręczniki teoretyczne. Ale jako, że nie samą teorią żyje astronom, potrzebna jest też umiejętność przeprowadzania obserwacji. Do tego celu świetnie nadają się *Niebo – Poradnik użytkownika* Davida H. Levy'ego oraz wszelkiego typu atlasy i mapy nieba.

Nawet najlepiej przygotowany teoretycznie i praktycznie uczeń musi jeszcze rozwiązywać zadania obliczeniowe i obserwacyjne (czym innym jest prowadzenie własnych obserwacji, a czym innym – zadanie obserwacyjne na olimpiadzie). Tutaj też mamy problem – owszem są zbiory zadań, ale zdobycie ich jest często nieosiągalnym marzeniem dla przyszłego olimpijczyka.

Co więc proponujemy? Standard, czyli Henryk Chrupała, Marek T. Szczepański *25 lat olimpiad astronomicznych*, tych samych autorów *Zadania z astronomii z rozwiązaniami* oraz zbiór Henryka Chrupały *Zadania olimpiad astronomicznych XXVI–XXXV* (w dwóch częściach). Ten ostatni można kupić chyba tylko w Planetarium Śląskim w Chorzowie, a pozostałych musimy szukać podobnie jak podręcznika Eugeniusza Rybki.

Jak widać, zdobycie odpowiedniej literatury graniczy z cudem, ale jest możliwe. Wymieniliśmy chyba te najważniejsze pozycje (tak przynajmniej sądzimy), ale praktycznie wszystko może się przydać – każdy podręcznik, przewodnik, zbiór zadań, atlas, obrotowa mapka nieba mogą być na wagę sukcesu.

Łatwiejsze jest przygotowanie uczniów do konkursów gimnazjalnych – wystarczy jeden dobry podręcznik do astronomii, kilka zbiorów zadań z fizyki (są to z reguły konkursy z fizyki i astronomii). Nie ma specjalnych książek z astronomii dla uczniów na poziomie gimnazjum. Trzeba się posiłkować literaturą popularną lub podręcznikami do liceum, ewentualnie podręcznikami do geografii. Polecamy stary podręcznik Konrada Rudnickiego *Astronomia*. Z nowszych pozycji ciężko coś polecić, ponieważ właściwie poza podręcznikami z fizyki i geografii, mapami i atlasami nieba oraz zbiorami zadań nic więcej nie potrzeba. Warto się zaopatrzyć w program komputerowy do animacji nieba (nie podajemy nazwy, gdyż są różne programy, które pokazują nocne niebo podobne do tego z planetarium – sami używamy programu Stellarium działającego pod Linuxem).

Oczywiście i my, i nasi uczniowie powinniśmy mieć dostęp do aktualnych czasopism astronomicznych i popularnonaukowych, takich jak „Urania – Postępy Astronomii” czy „Świat Nauki”. Bez ciągłego poszerzania informacji o astronomii nie ma dużych szans na osiągnięcie sukcesu w konkursach. Nie należy też zapomnieć o internecie. W Polsce jest kilka portali astronomicznych, na których są prezentowane najnowsze wiadomości i odkrycia astronomiczne, jak chociażby www.astronomia.pl lub www.astrohobby.pl/, poza tym prawie każde czasopismo ma swoją witrynę, na której umieszcza albo całe artykuły, albo ich streszczenie. Do dyspozycji uczniów pozostają jeszcze ogólne portale internetowe, które także umieszczają informacje z dziedziny astronomii.

Możemy założyć, że udało nam się skompletować literaturę potrzebną do przygotowania uczniów do olimpiady i konkursów. Teraz czas na najważniejsze – na pracę ze zdolnymi uczniami. Jeżeli nasi uczniowie mają osiągać sukcesy, to muszą:

- wykonywać samodzielnie obserwacje astronomiczne oraz odpowiednio je opisywać i przedstawiać;
- bardzo dobrze znać niebo, gwiazdozbiory, poszczególne gwiazdy, aktualne położenia planet, komet (jeżeli są); muszą umieć odszukać na niebie jak najwięcej ciał niebieskich, takich jak mgławice, galaktyki, obiekty z katalogu Messiera, NGC. Ważna jest też znajomość nieba pod kopułą planetarium (jest ona potrzebna w finałach konkursów i olimpiady astronomicznej);
- umieć rozwiązywać zadania obliczeniowe z astronomii, od mechaniki nieba, poprzez astrofizykę, do astronomii galaktycznej;
- nauczyć się pracować z mapami nieba, rysunkami małej części nieba;
- konstruować proste przyrządy astronomiczne i umieć z nich korzystać (np. kamera obscura, triquetrum, gnomon).

Wymienione umiejętności – obserwacje uczniowskie, fotografia, praca z mapą nieba – opisaliśmy we wcześniejszych częściach poradnika. Z kolei konstrukcja przyrządów bywa czasami wymagana podczas konkursów gimnazjalnych z astronomii, są to z reguły najprostsze przyrządy, niewymagające dużych umiejętności konstruktorskich, tak że większość uczniów biorących udział w konkursie bez problemu radzi sobie z tymi zadaniami. W większości przypadków kolejnym zadaniem jest wykorzystanie wykonanego urządzenia do własnych obserwacji i ich opisanie.

Jeżeli oczekujemy sukcesów w olimpiadzie, to nasi uczniowie muszą osiąść wymienione umiejętności. Jeżeli jednak nie mamy takich ambicji i zadowolimy się sukcesami na przykład w Ogólnopol-



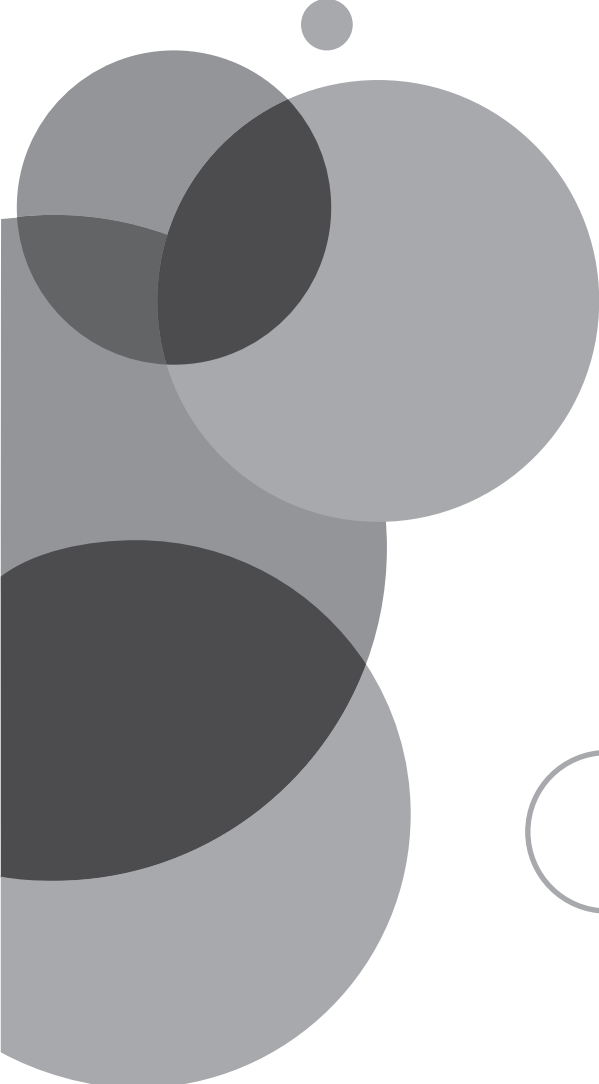
Uczniowie podczas rozwiązywania zadań z olimpiady astronomicznej (fot. Mariusz Kamiński)

skim Młodzieżowym Seminarium Astronomicznym, to wystarczy, że uczeń bardzo dobrze opanuje jedną w wymienionych umiejętności, na przykład będzie świetnym obserwatorem nieba albo konstruuje jakiś przyrząd optyczny lub makietę.

Chyba najwięcej wysiłku musimy włożyć w nauczanie uczniów rozwiązywania zadań olimpijskich, ich analizę, konstrukcję opisu i obliczeń. Trzeba uczniom wskazać najlepsze możliwości rozwiązywania problemów. Dlatego wspominaliśmy na samym początku, że najlepiej, aby koło astronomiczne poprowadził właśnie astronom.

Potrzebujemy wielu godzin pracy, aby przygotować uczniów do olimpiady. Ważna jest jednak praca samych uczniów. W czasie jednej czy dwóch godzin zajęć tygodniowo uczniowie nie nabiorą wprawy w rozwiązywanie zadań, dlatego na zajęciach uczymy ich poprawnej analizy i rozwiązywania problemów, a dopiero sami, w zaciszu domowym, powinni ćwiczyć i jeszcze raz ćwiczyć. Tak długo, aż wręcz na pamięć poznają sposoby rozwiązywania różnych typów zadań, aż będą się im śniły po nocach. Dopiero wtedy, gdy wyciągniemy *25 lat olimpiad astronomicznych* i wybierzemy pierwsze z brzegu zadanie, a uczniowie powiedzą: „Aaa, to zadanie... tak to się rozwiązuje...”, dopiero wtedy będziemy mieli pewność, że są dobrze przygotowani.

Widzimy więc, że taką pracę jest w stanie przetrwać tylko prawdziwy miłośnik astronomii.



Rozdział V

Zajęcia pozaszkolne

Istotnym elementem rozwoju zainteresowania młodego człowieka astronomią jest udział w zajęciach poza szkołą. Jest to ważne, ponieważ na tego typu zajęcia uczęszczają naprawdę zainteresowani tą dziedziną nauki. Na zajęciach koła szkolnego pojawiają się czasami uczniowie szukający swojej pasji (i czasami ją tam znajdują), ale na zajęcia pozaszkolne chodzą już najczęściej pasjonaci. Młodzież ma możliwość pogłębić swoje zainteresowania, poszerzyć umiejętności obserwacyjne, poznać nowe programy badawcze i aktualny stan wiedzy o kosmosie.

Wykłady z astronomii

Bardzo ważne w popularyzacji astronomii są wykłady, czy to cykliczne, czy to odbywające się okazjonalnie. Wykłady takie są prowadzone w kilku miastach Polski przez wiele instytucji, jak chociażby w Warszawie przez British Council oraz przez Centrum Astronomiczne im. M. Kopernika PAN – <http://www.camk.edu.pl/poppl.mc>, przez Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii w Krakowie, Toruniu, Łodzi, w Niepołomicach przez Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne – <http://moe.edu.pl>, w Olsztynie przez tamtejsze planetarium, a w Lublinie przez Instytut Fizyki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej. Wykłady prowadzone są jeszcze w innych miastach – pełny spis wykładów i ich terminów można znaleźć na stronie internetowej: <http://www.astronomia.pl/wykłady/>.

Można też spotkać się w wykładami organizowanymi z okazji innych imprez, jak chociażby Festiwal Nauki organizowany już w kilku miastach uniwersyteckich. Trzeba się zapoznać z programem takiego festiwalu i zaproponować odpowiednie zajęcia naszym uczniom. Również samemu można zorganizować wykład z astronomii, albo wykorzystując swoje własne kontakty z pracownikami naukowymi, albo korzystając z pomocy instytucji popularyzującej astronomię, jak chociażby wspomniane wcześniej Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii (w skrócie PTMA).

Współpraca z instytucjami

Pamiętając o jak najszerzym poszerzeniu wiedzy naszych uczniów, powinniśmy nawiązać współpracę w instytucjami związanymi z astronomią – czy to z miejscowym planetarium, czy uniwersyte-tem. W pierwszym przypadku nasi uczniowie nauczą się rozpoznawać niebo w sprzyjających warunkach pogodowych (tam zawsze jest bezchmurne niebo), w drugim będą mieli możliwość pogłębienia swojej wiedzy teoretycznej i praktycznej, jeżeli uda się naszym uczniom zorganizować wyjazdy na sesje obserwacyjne. Nie wszystkie obserwatoria sprzyjają takim akcjom, trudnością jest tutaj najczęściej wiek uczniów, jak i brak czasu i ludzi do zaopiekowania się młodym człowiekiem na terenie obserwatorium. Jednak warto spróbować, może właśnie nam się uda? To zależy czasami od jednego pracownika, który podzieli się swoimi umiejętnościami z naszymi uczniami.

W Polsce istnieje 27 planetariów, z tego 20 to planetaria stacjonarne (wymienione poniżej), zaś siedem – przenośne. Spośród planetariów stacjonarnych 18 jest czynnych i aktywnych.

- Chorzów: Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika, Wojewódzki Park Kultury i Wypoczynku – najstarsze (otwarte w 1955 r.) i największe (kopuła 23 m)
- Częstochowa: Planetarium Instytutu Fizyki Akademii im. Jana Długosza, Al. Armii Krajowej 13/15 (otwarte w 2006 r., kopuła 8 m)

- Frombork: Planetarium przy Muzeum Mikołaja Kopernika, ul. Katedralna 8 (otwarte w 1973 r., kopuła 8 m)
- Gdynia: Planetarium im. Antoniego Ledóchowskiego Akademii Morskiej, Al. Zjednoczenia 3 (otwarte w 1971 r., kopuła 8 m)
- Gdynia-Oksywie: Planetarium Instytutu Nawigacji i Hydrografii Morskiej Akademii Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte w Gdyni-Oksywie, ul. Śmidowicza 69 (otwarte w 1975 r., kopuła 8 m)
- Grudziądz: Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika, ul. Hoffmanna 1-7 (otwarte w 1972 r., kopuła 6 m)
- Kielce: Obserwatorium Astronomiczne i Planetarium Instytutu Fizyki Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego im. Jana Kochanowskiego, ul. Świętokrzyska 15 (otwarte w 2005 r., kopuła 5 m)
- Komorowo: Planetarium Zarządu Topograficznego Sztabu Generalnego Wojska Polskiego, ul. Kościelna (otwarte w 1980 r., kopuła 8 m; obecnie nieczynne)
- Łódź: Planetarium Łódzkiego Oddziału PTMA, ul. Pomorska 16 (otwarte w 1984 r., kopuła 6 m – drugie planetarium wykonane przez nauczyciela Zbigniewa Solarza)
- Międzyzdroje: Planetarium, ul. Bohaterów Warszawy 19 (otwarte w 2011 r., kopuła 7 m)
- Niepołomice: Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne, ul. Mikołaja Kopernika 2 (otwarte w 2010 r., kopuła 8 m)
- Olsztyn: Planetarium Lotów Kosmicznych, ul. Piłsudskiego 38 (otwarte w 1973 r., kopuła 15 m)
- Piotrków Trybunalski: Planetarium I Liceum Ogólnokształcącego im. Bolesława Chrobrego w Piotrkowie Trybunalskim, Al. Mikołaja Kopernika 1 (otwarte w 1981 r., kopuła 6 m – pierwsze planetarium wykonane przez nauczyciela Zbigniewa Solarza)
- Potarzyca k. Jarocina: Planetarium przy Gimnazjum im. Jana Heweliusza w Potarzysty, ul. Wyzwolenia 65 (otwarte w 1993 r., kopuła 5 m – planetarium wykonane przez nauczyciela Andrzeja Owczarka)
- Szczecin: Planetarium Akademii Morskiej, Wały Chrobrego 1-2 (otwarte w 1979 r., kopuła 5 m)
- Toruń: Planetarium im. Władysława Dziewulskiego, ul. Franciszkańska 15/21 (otwarte w 1994 r., kopuła 15 m)
- Ustroń: Planetarium przy kompleksie Extreme Park, góra Równica (otwarte w 2009 r., kopuła 13 m)
- Warszawa: Centrum Nauki Kopernik (otwarte 19 czerwca 2011 r., kopuła 16 m)
- Warszawa: Planetarium w Muzeum Techniki NOT, Pałac Kultury i Nauki (otwarte w 1972 r., kopuła 8 m)
- Wrocław: Planetarium Instytutu Astronomicznego Uniwersytetu Wrocławskiego, ul. Kopernika 11 (otwarte w 2008 r., kopuła 5 m)

Coraz częściej uniwersytety organizują zajęcia dla zainteresowanych z fizyki, matematyki czy informatyki. Warto, aby nasi uczniowie skorzystali z tej możliwości rozwijania swoich umiejętności, fizyka i matematyka są konieczne do pełniejszego rozumienia zjawisk zachodzących we Wszechświecie.

Seminaria astronomiczne

Najbardziej znanym seminarium, które zna każdy miłośnik astronomii jest Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczno-Astronautyczne (OMSA) im. prof. Roberta Głębockiego. Jest to impreza o zasięgu ogólnopolskim, z wieloletnią tradycją, pierwsze seminaria odbywają się od 1967 roku. Udział w finale tej imprezy, który odbywa się w Grudziądzu, jest dla uczniów dużym wyróżnieniem. Uczniowie muszą napisać referat z zakresu astronomii lub astronautyki (maksymalnie do 10 stron formatu A4), następnie zakwalifikować się do seminarium wojewódzkiego i dopiero dwóch najlepszych uczniów z województwa dostaje szansę na uczestniczenie w grudziądzkim finale. Wszystkie najważniejsze informacje można uzyskać na stronie: <http://www.grudziadz.planetarium.pl/omsa/>.

Poza wymienionym seminarium można wysłać uczniów na różnego typu warsztaty astronomiczne, często organizowane w wakacje, ale nie tylko. Organizatorami tego typu warsztatów są między innymi: warszawski oddział PTMA (<http://ptma-warszawa.astronomia.pl/>), Liceum Ogólnokształcące Nr XVII we Wrocławiu (<http://www.swa.edu.pl/>) Pomorski Park Naukowo-Technologiczny w Gdyni (<http://www.ppnt.gdynia.pl/>).

Oczywiście warsztaty dla uczniów to nie wszystko, są również podobne zajęcia dla nauczycieli, na przykład coroczne warsztaty dla nauczycieli odbywające się w Niepołomicach (patrz moa.edu.pl) oraz w CAMK-u w Warszawie (www.camk.edu.pl/semnau/).

Instytucje popularyzujące astronomię

W tym przypadku najważniejsze jest Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii (www.ptma.pl), które składa się z 15 oddziałów w większych miastach Polski. Jest to najstarsze stowarzyszenie, działające już od 1919 roku.

Poza tym istnieją różne mniejsze kluby i stowarzyszenia, jak chociażby wspomniany Klub Astronomiczny „Almukantarat” czy mniej znany „Regulus” w Krakowie. Lista kółek i klubów znajduje się na stronie: <http://www.astronomia2009.pl/5/>, pamiętać jednak należy, że to tylko mały wycinek tego, co się dzieje w kraju.

Programy międzynarodowe

Programy międzynarodowe są najczęściej skierowane do pracy z uczniami w szkole, ale można z nich skorzystać również poza nią. Dobrze znanym jest w tym przypadku projekt EU-HOU. Jest to międzynarodowy program do nauczania astronomii w szkołach. Projekt bazuje na współpracy pomiędzy nauczycielami i co się z tym wiąże pomiędzy uczniami. Głównym zadaniem są uczniowskie projekty badawcze i obserwacyjne, które są wspomagane przez sieć zdalnych teleskopów sterowanych przez internet. Obserwacje mogą wykorzystywać również kamery internetowe czy szkolne radioteleskopy. Właśnie dlatego jest tutaj potrzebna zaangażowana praca nauczyciela, bez którego pomocy uczeń nie jest w stanie uzyskać dostępu do aparatury i programów komputerowych.

Godną polecenia formą zajęć połączonych z wakacyjnym wypoczynkiem młodzieży jest Międzynarodowy Młodzieżowy Obóz Astronomiczny (IAYC, *International Astronomical Youth Camp*), który co

roku odbywa się w innym kraju. W roku 2009 odbył się w Polsce w Korbielowie, w 2010 – w Klingenthal w Niemczech, zaś w 2011 roku – w Czechach w miasteczku Třemek w rejonie Olomouc w północno-wschodniej części kraju naszych sąsiadów.

Obóz IAYC trwa trzy tygodnie i wyróżnia się spośród innych obozów astronomicznych międzynarodowym charakterem oraz tym, że jego uczestnicy prowadzą swoje własne mini projekty badawcze. Poza zajęciami astronomicznymi na uczestników czeka wiele typowo wakacyjnych atrakcji, takich jak gry zespołowe, zawody sportowe, imprezy muzyczne, wspinaczka, wycieczka.

Uczestnicy w trakcie obozu mogą zajmować się astronomią w jednej z siedmiu grup roboczych, którą sami wybiorą. Każda grupa jest prowadzona przez młodych naukowców i zajmuje się wybranym obszarem astronomii. Grupy obejmują takie zagadnienia, jak astronomia praktyczna, astrofotografia, astronomia teoretyczna, astrofizyka wysokich energii, fizyka eksperymentalna, astrochemia, astronomia z zawodowego punktu widzenia.

Obóz ma charakter międzynarodowy, zatem potrzebna jest znajomość języka angielskiego. Zgłaszać się mogą osoby w wieku od 16 do 24 lat. Więcej informacji na temat IAYC 2011 znajduje się na stronie internetowej www.iayc.org

Pomoc dla nauczycieli w ramach EAAE

Ciekawą propozycją dla nauczycieli wydaje się portal Europejskiego Stowarzyszenia na rzecz Edukacji Astronomicznej (EAAE, *European Association for Astronomy Education*). Stronę możemy odnaleźć pod adresem <http://www.eaae-astronomy.org/home/>

Stowarzyszenie to powstało w 1995 roku jako odpowiedź na deklarację podjętą podczas konferencji, która odbyła się w dniach 25–30 listopada 1994 roku w siedzibie ESO mieszczącej się w Garching. Głównymi celami stowarzyszenia są:

- 1) promowanie większego zainteresowania i świadomości roli, jaką odgrywa nauczanie i propagowanie astronomii;
- 2) zwiększenia skuteczności edukacji astronomicznej w Europie, na wszystkich poziomach edukacji poprzez badania, wymianę informacji i doświadczeń;
- 3) dostarczanie właściwych informacji i porad dotyczących skoordynowanego działania nauczania astronomii w Europie;
- 4) wspieranie rozwoju zasobów służących do nauki astronomii.

Stowarzyszenie EAAE współpracuje z siecią europejskich planetariów (EuroPlaNet, *The European Planetarium Network*) oraz euro-azjatyckim stowarzyszeniem nauczycieli astronomii (EAATA, *Euro-Asian Association of Teachers of Astronomy*).

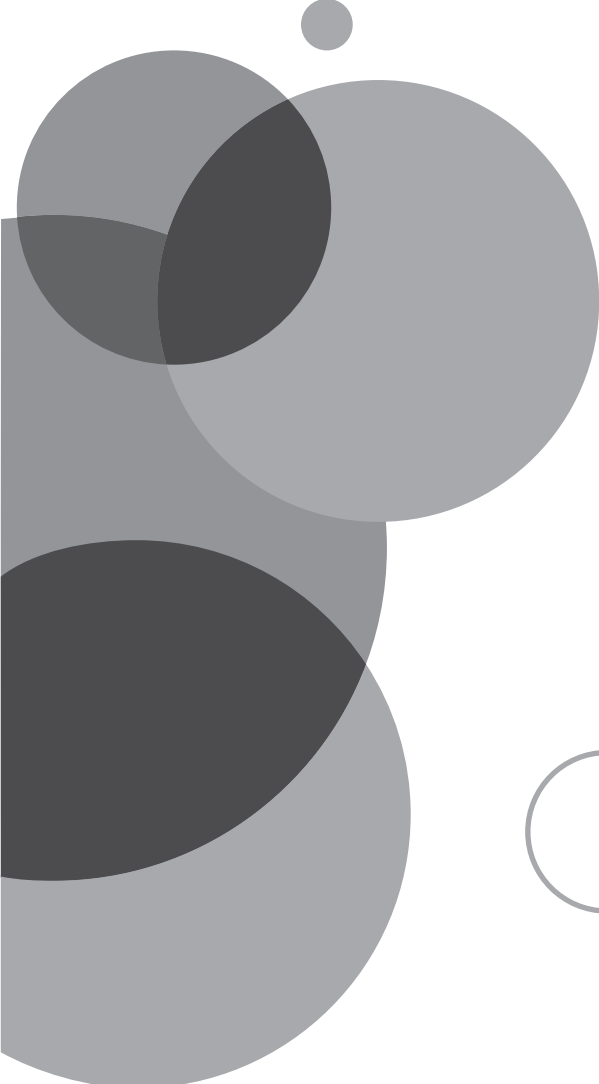
Aby zostać członkiem EAAE należy być nauczycielem astronomii, fizyki, przyrody lub wychowawcą; należy również wypełnić formularz rejestracyjny dostępny pod adresem: http://www.eaae-astronomy.org/home/index.php?option=com_user&task=register&Itemid=1

Kilka dni później nasz status zostanie potwierdzony przez krajowego przedstawiciela EAAE i aby utrzymać członkostwo w organizacji i pełen dostęp do materiałów udostępnionych przez twórców projektu, będziemy musieli logować się na nasze konto przynajmniej raz w roku. Korzystanie z materiałów i członkostwo w stowarzyszeniu jest całkowicie darmowe.

W ramach członkostwa uzyskujemy dostęp do licznych materiałów pozwalających rozbudzać zainteresowanie astronomią wśród uczniów, zwracając ich uwagę na nasze miejsce w Układzie Słonecznym i Wszechświecie, jak również opisujących naturę obiektów dostępnych do obserwacji na niebie (komet, planet, gwiazd, galaktyk), fizykę Słońca, Układu Słonecznego i gwiazd, zapoznanie z procesem ewolucji gwiazd, metodami pomiaru odległości w astronomii, narzędziami astrofizyki i jej metodami badawczymi, wykorzystaniem sztucznych satelitów i sond kosmicznych, ewolucją Wszechświata. Możemy wziąć udział w szkoleniach organizowanych przez EAAE na terenie krajów członkowskich lub lokalnych szkoleniach dla nauczycieli z danego kraju.

Przykładami projektów wspieranych przez EAAE mogą być:

- projekt *Eratostenes* umieszczony pod adresem http://www.eaae-astronomy.org/home/index.php?option=com_content&view=article&id=68&Itemid=70, w ramach którego szkoły stowarzyszone z różnych krajów mogą powtórzyć 21 czerwca eksperyment przeprowadzony ponad 2000 lat wcześniej przez Eratostenesa i spróbować określić rozmiar promienia Ziemi;
- projekt *Catch a Star* dostępny pod adresem <http://www.eaae-astronomy.org/cas/>, w ramach którego uczniowie mogą napisać artykuł lub wykonać pracę na wybrany temat z zakresu astronomii w następujących kategoriach: Badawczej, Przygodowej lub Artystycznej;
- projekt *Sun Rise*, który możemy odnaleźć pod adresem <http://eaae-astronomy.org/sunrise-project/>, który jest modyfikacją projektu Eratostenesa, a polega na wykonaniu kamerą otworkową „ścieżki słonecznej” w okolicy równonocy wiosennej, a na jej podstawie wykonywanie astronomicznych obserwacji i obliczeń;
- projekt *Moonwalkers* – szczegóły są dostępne pod adresem http://www.eaae-astronomy.org/home/index.php?option=com_content&view=article&id=26&Itemid=70. Projekt ten jest ciągle otwarty dla nauczycieli i ich uczniów, którzy wykonują prace związane z obserwacjami i badaniami Księżyca, prace takie po ich ocenie mogą zostać opublikowane, a nauczyciele otrzymają stosowne certyfikaty;
- projekt *Find A Sundial And... Show It To Us!*, którego pełny opis można znaleźć pod adresem <http://www.eaae-astronomy.org/sundials-project/>, a który polega na odnalezieniu i zaprezentowaniu zegarów słonecznych w najbliższej okolicy. Program rozpoczął się 1 września 2011 roku, trwał do 30 marca 2012 roku; miał formę współzawodnictwa pojedynczych uczniów lub grupy (do czterech uczniów z jednej szkoły). Wyniki konkursu realizowanego w tym projekcie ogłoszono w drugiej połowie kwietnia 2012 roku.



Rozdział VI

Literatura

Dzisiaj w dobie internetu nie ma problemu z dostępem do informacji, a nawet wiedzy naukowej. Uczeń już zainteresowany astronomią potrafi korzystać z atlasów nieba, wydrukowanych map i programów komputerowych oraz bardzo chętnie sięga po tradycyjne źródło informacji, jakim jest książka. Sądzimy, że pasjonaci, badacze i początkujący miłośnicy astronomii w zamieszczonym poniżej spisie wybranych pozycji powinni znaleźć odpowiednią dla siebie książkę. Wśród wybranych tytułów są pozycje dostępne w księgarniach i starsze, które można już tylko znaleźć w bibliotekach i na aukcjach internetowych; są książki naukowe, podręczniki, atlasy i poradniki metodyczne z astronomii.

Dla rozpoczynających przygodę z astronomią proponujemy na początku atlasy kieszonkowe, aby obraz nieba mieć ze sobą podczas obserwacji. Nauczycielom, którzy zaczynają współpracować z młodzieżą zainteresowaną astronomią, polecamy książki autorstwa Marii Pańków. Można w nich znaleźć ćwiczenia teoretyczne i praktyczne, szczególnie cenne są uwagi na temat obserwacji nieba nieuzbrojonym okiem z wykorzystaniem obrotowej mapy nieba. Do przykładowych zadań rachunkowych z astronomii są dołączone wskazówki ułatwiające ich rozwiązanie. Na końcu prezentujemy zalecaną literaturę dla uczniów przygotowujących się do olimpiady astronomicznej.

Literatura popularnonaukowa

- Bajtlik S., *Kosmiczny alfabet*, Prószyński i S-ka, 2004.
- Barabaoj W., *Słoneczny promień*, Wiedza Powszechna, 1983.
- Białecka Z.T., *Dzieje astronomii układu planetarnego*, IKN, 1986.
- Branicki A., *Obserwacje i pomiary astronomiczne...*, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, 2006.
- Brzostkiewicz S., *Komety – ciała tajemnicze*, Nasza Księgarnia, 1985.
- Brzostkiewicz S., *Obserwujemy niebo*, Nasza Księgarnia, 1988.
- Brzostkiewicz S., *W kręgu astronomii*, Nasza Księgarnia, 1988.
- Celnik W., Hahn H., *Astronomia dla początkujących*, Wydawnictwo Delta W-Z, 2010.
- Chatelain M., Brzostkiewicz S., *Wysłannicy z kosmosu*, Wydawnictwo 4iF, 1992.
- Czerny B., Sikora M., *Nie tylko o kwazarach*, Wydawnictwo Alfa, 1988.
- Ditfurth H. von, *Dzieci wszechświata*, Warszawa, PIW 1976.
- Dobrzycki J., Włodarczyk J., *Historia naturalna gwiazdozbiorów*, Prószyński i S-ka, 2002.
- Dworak T., *Świat planet*, PWN, 1988.
- Dworak Z., *Astrologia, astronomia, astrofizyka*, Ludowa Spółdzielnia Wydawnicza, 1985.
- Gall M., Ginter J., Kutner R., *Komputerem w kosmos*, Wydawnictwo Zamkor, 2005.
- Gębarski K., *500 zagadek z astronomicznych*, Wiedza Powszechna, 1968.
- Ferrod R., Sparow G., *Wszechświat*, Świat Książki, 2005.
- Hawking S., *Krótką historią czasu*, Wyd. Zysk i S-ka, 2007.
- Hawking S., Mlodinow L., *Wielki projekt*, Wyd. Albatros, 2011.
- Heller H., *Kosmiczna przygoda Człowieka Myślącego*, Wyd. ZNAK, 1994.
- Iwanowska W., *Astronomia współczesna*, Biblioteczka Kopernikańska TNT, 1973.
- Jaroszyński M., *Galaktyki i budowa Wszechświata*, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1993.
- Kaku M., *Fizyka rzeczy niemożliwych*, Wyd. Prószyński i S-ka, 2011.
- Kippenhahn R., *Na tropie tajemnic Słońca*, Prószyński i S-ka, 1997.

- Kreiner J.M., *Ziemia i Wszechświat*, Wydawnictwo Uniwersytet Pedagogiczny Kraków, 2009.
- Kreiner J.M., *Astronomia z astrofizyką*, PWN, 1992.
- Kreiner J.M., *Wybrane zagadnienia z astronomii*, WSiP, 1991.
- Kulikowski P.G., *Poradnik miłośnika astronomii*, PWN, 1976.
- Ley W., *W niebo wpatrzni*, PIW, 1984.
- Manecki A., *Meteoroty. Oblicza gości z kosmosu*, Wydawnictwo Bosz, 2010.
- Moore P., *Niebo przez lornetkę*, Prószyński i S-ka, 1999.
- Narlikar J., *Struktura wszechświata*, PWN, 1985.
- Nawrot A., Karolczak D., Jaworska J., *ENCYKLOPEDIA. Fizyka z Astronomią*, Wydawnictwo Greg, 2010.
- Narlikar J., *Struktura wszechświata*, PWN, 1985.
- Pańków M., *Materiały pomocnicze do ćwiczeń w pracowni dydaktyki astronomii*, Uniwersytet Śląski, 1982.
- Pańków M., *Nauczanie astronomii*, WSiP, 1982.
- Pańków M., Schilling K., *Przewodnik astronomiczny po Polsce*, Wydawnictwo Pojezierze, 1982.
- Pańków M., Sycz A., *W kosmos na piechotę*, WSiP, 1981.
- Piotrowski S. (red.), *Astronomia popularna*, Wiedza Powszechna, 1967.
- Ridpath I., Tirion W., *Gwiazdy i planety*, Oficyna Wyd. Multico, 2010.
- Rudnicki K., *ASTRONOMIA dla klasy IV liceum ogólnokształcącego, technikum i liceum zawodowego*, wyd. piętnaste, WSiP, 1988.
- Rudź P., *NIEBO. Przewodnik po Wszechświecie*, Wydawnictwo Carta Blanca, 2008.
- Rudź P., *Niebo na weekend*, Pascal, 2003.
- Rybka E., *Astronomia ogólna*, PWN, 1983.
- Sciama D., *Kosmologia współczesna*, Biblioteka Problemów, PWN, 1975.
- Shapley H., *Galaktyki*, PWN, 1972.
- Shu F.H., *Galaktyki, gwiazdy, życie. Fizyka Wszechświata*, Prószyński i S-ka, 2004.
- Singh S., *Wielki Wybuch*, Wyd. Albatros, 2007.
- Skórzyński W., *Astrofotografia, czyli jak i czym fotografować*, Prószyński i S-ka, 1998.
- Sokołowski L.M., *Elementy kosmologii*, ZamKor, 2005.
- Stawikowski A., *Wszechświat Kopernika a kosmologia współczesna*, Biblioteczka Kopernikańska TNT, 1973.
- Substyk M., *Poradnik miłośnika astronomii*, Wydawnictwo AstroCD, 2010.
- Taylor J., *Czarne dziury koniec wszechświata?*, PIW, 1985.
- Thorne K.S., *Czarne dziury i krzywizny czasu*, Prószyński i S-ka, 2004.
- Weinberg S., *Kosmologia współczesna*, Prószyński i S-ka, 1998.
- Włodarczyk J., *Wędrowki niebieskie, czyli Wszechświat nie tylko dla poetów*, Wyd. Prószyński i S-ka, 1999.
- Wołczek O., *Narodziny i rozwój Układu Słonecznego*, ALFA, 1985
- Woszczyk A., *Instrumenty Kopernika a narzędzia współczesnej astronomii*, Biblioteczka Kopernikańska TNT, 1973.
- Żbik M., *Z pyłu na mlecznej drodze*, Nasza Księgarnia, 1983.

Literatura dla dzieci

- Alter A., Weil P., *Wszechświat Encyklopedia dla 6–9 lat*, Wydawnictwo Larousse, 2005.
- Bouin A., *Moja pierwsza encyklopedia Niebo*, Wydawnictwo Larousse, 2007.
- Brian W., *Wszechświat*, Wydawnictwo Podsjedlik-Raniowski, 2004.
- Brien W.O., *Małpki w promie kosmicznym*, Wydawnictwo Mak, 2002.
- Brierley J., *Poznaj nasz Układ Słoneczny. Kosmiczna podróż*, Wydawnictwo Wilga, 2003.
- Chauvel D., Michel V., *Pierwsze doświadczenia naukowe przedszkolaka*, Wydawnictwo Cyklady, 1999.
- Chotomska W., *Dzieci pana Astronoma*, Wydawnictwo Sara, 2004.
- Heather C., Henbest N., *Ilustrowany atlas kosmosu*, Wydawnictwo Solis, 2002.
- Jacqueline M. i wsp., *Szkolny przewodnik po astronomii*, Wydawnictwo Podsjedlik-Raniowski, 2002.
- Janssen U., Werner K., *Uniwersytet Dziecięcy wyjaśnia tajemnice kosmosu*, Wydawnictwo Dwie Siostry, 2009.
- Jean-Pierre V., *Moja pierwsza encyklopedia Wszechświat*, Wydawnictwo Larousse, 2005.
- Jaskuła J., *Prom kosmiczny. Zadania, ćwiczenia, zagadki*, Wydawnictwo Podsjedlik-Raniowski, 2004.
- Kasza B., *Galaktor i magiczny komputer*, Wydawnictwo Bellona, 2003.
- Kimble E., Kimble L., *Odkrywanie kosmosu. Rysujemy od kropki do kropki*, Świat Książki, 2004.
- Odkrywamy kosmos 8–12 lat*, Wydawnictwo Kanon Falco, 1997.
- Opracowanie zbiorowe, *Groszek. Wyprawa w kosmos*, Wydawnictwo Podsjedlik-Raniowski, 2003.
- Praca zbiorowa, *Bolek i Lolek poznają gwiazdozbiory*, Wydawnictwo Dragon, 2008.
- Praca zbiorowa, *Moja encyklopedia Ziemia*, Wydawnictwo Egmont, 2011.
- Praca zbiorowa, *Nasza planeta ilustrowana encyklopedia dla dzieci*, Wydawnictwo GRAF-POL, 2010.
- Prom kosmiczny. Zadania*, Wydawnictwo Podsjedlik-Raniowski, 2004.
- Stott C., *Ciekawe dlaczego gwiazdy migoczą*, Wydawnictwo: Book House, 2004.
- Stowell L., Allen P., *Bardzo ilustrowana historia astronomii*, Wydawnictwo Publicat, 2010.
- Winterberg J., *Kosmos. Nauka rysowania i ciekawe opowiadania*, Wydawnictwo Buchmann, 2010.
- Zając I., *Kosmos. Encyklopedia dla dzieci*, Wydawnictwo ARTI, 2007.

Atlasy, albumy i tablice

- Brych P., *Wielki atlas nieba*, Teletechnika – Piotr Brych, 1999.
- Brunier S., *Wielki atlas gwiazd*, Larousse Polska, 2002.
- Cook J., *Fotograficzny atlas Księżyca*, Prószyński i S-ka, 2001.
- Jan Desselberger J., Szczepanik J., *Tablice astronomiczne z przewodnikiem po gwiazdozbiorach*, PPU Park Sp. z o.o., 2002.
- Dobrzyccy A. i J., *Atlas nieba gwiazdzistego*, Prószyński i S-ka, 1997.
- Gendler R., *Rok z życia wszechświata*, Carta Blanca, 2007.
- Greeley R., Raymond B., *Atlas Układu Słonecznego NASA*, Prószyński i S-ka, 1999.
- Tildsley K., *Kieszonkowy atlas NIEBA NOCĄ*, Solis.

Literatura dla uczniów przygotowujących się do olimpiady astronomicznej

Wykaz zalecanej literatury na stronie olimpiady astronomicznej <http://www.planetarium.chorzow.net.pl/oa.htm>:

- obowiązujące w szkołach podręczniki do przedmiotów ścisłych
- Chrupała H., Szczepański M.T., *25 lat olimpiad astronomicznych*
- Chrupała H., *Zadania olimpiad astronomicznych XXVI–XXXV* (w dwóch częściach)
- Chrupała H., Kreiner J., Szczepański M., *Zadania z astronomii z rozwiązaniami*
- Domański J., *Astronomia i grawitacja*
- Kreiner J., *Astronomia z astrofizyką*
- Levy D.H., *NIEBO – Poradnik użytkownika*
- Mietelski J., *Astronomia w geografii*
- Rybka E., *Astronomia ogólna*
- *Słownik szkolny – Astronomia* – praca zbiorowa
- atlas nieba
- obrotowa mapa nieba
- czasopisma:
 - „Delta”,
 - „Fizyka w Szkole”,
 - „Świat Nauki”,
 - „Urania – Postępy Astronomii”,
 - „Wiedza i Życie”.

Zakończenie

Przewodnik ma za zadanie pomóc Państwu w pokonaniu napotkanych barier, przezwycięzeniu wszelkich trudności. Jeśli nam się to udaje, to otrzymujemy największą nagrodę: wzbudzenie zainteresowania przedmiotem przez uczniów i satysfakcję z osiągniętych przez nich sukcesów.

Nasze propozycje są sprawdzone, gdyż uczniowie byli laureatami konkursów przedmiotowych na wszystkich etapach edukacji szkolnej, zwycięzcami olimpiady astronomicznej na szczeblu centralnym, krajowym i międzynarodowym, uczestnikami międzynarodowych kampanii badawczych, odkrywcami planetoid.

Nie można uznać naszego poradnika, za dzieło skończone. Państwa spostrzeżenia i zdobyte doświadczenia przyczynią się do poszerzenia naszych propozycji. Liczymy, że będziecie poszerzali nadal swój warsztat pracy i osiągali ze swoimi uczniami sukcesy, czego Państwu gorąco życzymy.

Mamy nadzieję na wymianę tych doświadczeń i publikację kolejnego poradnika, który będzie bogatszy o Państwa propozycje i refleksje z nimi związane.

Bibliografia

- Brzostkiewicz S., *Obserwujemy niebo*, Nasza Księgarnia, 1988.
- Dobrzycki J., Włodarczyk J., *Historia naturalna gwiazdozbiorów*, Prószyński i S-ka, 2002.
- Iwanowska W., *Astronomia współczesna*, Biblioteczka Kopernikańska TNT, 1973.
- Janssen U., Werner K., *Uniwersytet Dziecięcy wyjaśnia tajemnice kosmosu*, Wydawnictwo Dwie Siostry, 2009.
- Kreiner J.M., *Astronomia z astrofizyką*, PWN, 1992.
- Kreiner J.M., *Wybrane zagadnienia z astronomii*, WSiP, 1991.
- Kulikowski P.G., *Poradnik miłośnika astronomii*, PWN, 1976.
- Ley W., *W niebo wpatrzeni*, PIW, 1984.
- Pańków M., Schilling K., *Przewodnik astronomiczny po Polsce*, Wydawnictwo Pojezierze, 1982.
- Przetacznik-Gierowska M., Tyszkowa M., *Psychologia rozwoju człowieka*, t. 1, t. 2, W-wa PWN, 1996.
- Rochowicz K., *Astronomia w komputerze*, Nauczanie Przedmiotów Przyrodniczych 4/2010, str. 37-38.
- Rochowicz K., *Supernowe w szkole*, Nauczanie Przedmiotów Przyrodniczych 1/2008, str. 42-43.
- Rochowicz K., *Interaktywna astronomia w szkole*, Urania – Postępy Astronomii 3/2007, str. 126-128.
- Rudnicki K., *ASTRONOMIA dla klasy IV liceum ogólnokształcącego, technikum i liceum zawodowego*, wyd. piętnaste, WSiP, 1988.
- Rudź P., *Niebo na weekend*, Pascal, 2003.
- Rybka E., *Astronomia ogólna*, PWN, 1983.
- Skórzyński W., *Astrofotografia, czyli jak i czym fotografować*, Prószyński i S-ka, 1998.
- Substyk M., *Poradnik miłośnika astronomii*, Wydawnictwo AstroCD, 2010.
- Weinberg S., *Kosmologia współczesna*, Prószyński i S-ka, 1998.

Astrohobby.pl – www.astrohobby.pl
Astronomia.pl – www.astronomia.pl
EU-HOU Polska – www.pl.euhou.net
Galaktyczne Zoo – www.galaxyzoo.org/?lang=pl
Heavens Above – www.heavens-above.com
KidsAstronomy.com – www.kidsastronomy.com/fun/index.htm
Kraków Astronomia – www.as.up.krakow.pl/edu
Odkrywcy planet – www.odkrywcyplanet.pl
Planetarium.pl – www.planetarium.pl/index.php
Portal to the Universe – www.portaltotheuniverse.org
Serwis edukacyjny PTA Orion – www.pta.edu.pl/orion

„Otrzymujemy ważną pomoc dydaktyczną w postaci poradnika (...). Uważam, że poradnik będzie bardzo pomocny w pracy nauczycieli z zainteresowanymi uczniami, może również pomóc w przygotowaniu bardziej atrakcyjnych lekcji fizyki, geografii czy przyrody (...). Autorzy proponują bardzo różnorodne formy pracy z uczniami, rozwijające ich zainteresowania astronomiczne: od prostych obserwacji, rysunków, poprzez obserwacje za pomocą specjalistycznego sprzętu, ćwiczenia wykorzystujące programy komputerowe do zaawansowanych problemów i zadań na poziomie olimpiady astronomicznej. Są zabawy dla małych dzieci oraz ćwiczenia dla starszej młodzieży. Zawarte w poradniku rysunki i mapki są niezbędne i pomocne”.

Barbara Dłużewska,
fragmenty recenzji

OŚRODEK ROZWOJU EDUKACJI

Aleje Ujazdowskie 28
00-478 Warszawa
tel. 22 345 37 00, fax 22 345 37 70
ul. Polna 46a
00-644 Warszawa
tel. 22 825 44 51 (do 53)
mail: sekretariat@ore.edu.pl

egzemplarz bezpłatny

