

Scenariusz zajęć

**Autor/
Autorzy:** Przemysław Rudź, Ryszard Gabryszewski

Obserwujemy Słońce

Tematyka: Słońce jako centralna gwiazda Układu Słonecznego; zjawiska zachodzące na jego powierzchni i interakcje Słońce-Ziemia; obserwacje teleskopowe Słońca; natężenie światła w funkcji odległości.

Wiek uczniów: 15-19 lat

Czas: 🕒 3 x 45 minut

Słowa kluczowe:

Słońce

aktywność
słoneczna

pogoda
kosmiczna

teleskopy
słoneczne

kosmiczne sondy
słoneczne

Przedmioty:

fizyka

geografia

KONSPEKT ZAJĘĆ

Podczas zajęć uczniowie poznają i dyskutują zagadnienia dotyczące przejawów aktywności słonecznej, interakcji Słońce-Ziemia i sposobów bezpiecznej obserwacji Słońca przez teleskop. Uczniowie poznają:

- czym jest aktywność słoneczna i w jakich zjawiskach się przejawia,
- największe naziemne teleskopy słoneczne,
- czym jest koronograf i do czego służy,
- czym jest pogoda kosmiczna,
- jak bezpiecznie obserwować Słońce przez teleskop,
- jakie misje astronautyczne wysłano w celu badania Słońca,
- jak powstają zorze polarne,
- określą zależność pomiędzy natężeniem światła a odległością od jego źródła.


CELE LEKCJI

- poznanie zjawisk aktywności Słońca i ich wpływu na zjawiska na Ziemi;
- charakterystyka ruchu obrotowego Słońca, jego budowa i ewolucja;
- poznanie skali rozmiarów i odległości w Układzie Słonecznym;
- poznanie sposobów bezpiecznej obserwacji Słońca;
- poznanie sposobów określania aktywności słonecznej z obserwacji plam słonecznych;
- poznanie prawa natężenia światła w funkcji odległości od jego źródła.

REZULTATY LEKCJI

- wiedza o aktywności Słońca;
- wiedza na temat okresu ruchu obrotowego Słońca, jego rozmiarów i odległości w odniesieniu do rozmiarów Ziemi;
- zrozumienie związku między aktywnością Słońca a zjawiskami na Ziemi, wskazanie zorz polarnych jako skutku procesów na Słońcu obserwowanych w ziemskim środowisku;
- wiedza na temat niebezpieczeństwa, jakie grozi w wyniku braku zachowania ostrożności podczas obserwacji Słońca;
- umiejętność obliczenia liczby Wolfa;
- wyznaczenie wzoru na natężenie światła w funkcji odległości.

KORELACJA Z PODSTAWĄ PROGRAMOWĄ

 GEOGRAFIA		
	Zakres podstawowy	Zakres rozszerzony
<i>Ziemia we Wszechświecie</i>	II.3-5;	
<i>Metody badań geograficznych i technologie geoinformacyjne</i>		I.1; I.5;
<i>Obserwacje astronomiczne i współczesne badania Wszechświata</i>		II.4; II.5;

 FIZYKA		
	Zakres podstawowy	Zakres rozszerzony
<i>Grawitacja i elementy astronomii</i>	III.4;	
<i>Magnetyzm</i>	VIII.2;	
<i>Fizyka atomowa</i>	X.1;	
<i>Mechanika bryły sztywnej</i>		III.2;
<i>Elementy fizyki relatywistycznej i fizyka jądrowa</i>		XII.17;

KLUCZOWE KOMPETENCJE XXI WIEKU*

(jakim kompetencjom kluczowym XXI wieku odpowiada scenariusz)

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji
- kompetencje w zakresie wielojęzyczności
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych technologii i inżynierii
- kompetencje cyfrowe

* Więcej informacji o kompetencjach kluczowych na stronie: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN)

MATERIAŁY DYDAKTYCZNE DO PRZEPROWADZENIA ZAJĘĆ:

- Astronarium odc. 96 .
- Astronarium odc. 6 .
- Słońce – prezentacja multimedialna
- Procedura szacowania rotacji Słońca NASA/ESA .
- Ścieżki całkowitych i obrączkowych zaćmień Słońca w latach 2021-2040 .
- Terminy przelotów ISS na tle tarczy słonecznej .
- Pogoda kosmiczna .
- Space Weather Prediction Center .

- Teleskop na statywie z prowadzeniem (podążaniem za pozornym ruchem sfery niebieskiej) sprzężony z kamerą internetową podłączoną do komputera i szkolnej sieci
- Rzutnik multimedialny i ekran

PRZEBIEG LEKCJI 1

- ✍ *Przed lekcjami nauczyciel może poprosić uczniów, aby obejrzeli w domu wybrane odcinki programu Astronarium pt. Aktywność słoneczna i Powierzchnia Słońca, oraz przygotowali prezentację dotyczącą budowy, aktywności oraz wpływu Słońca na życie na Ziemi. Pomocą może być prezentacja załączona do scenariusza zajęć (**załącznik 3_Słońce_prezentacja multimedialna**)*
- ✍ *Lekcja może rozpocząć się sprawdzeniem wiedzy, np.: poprzez quiz z wykorzystaniem narzędzia Kahoot (**załącznik 5**) lub swobodna wypowiedź na forum klasy.*

🕒 **WSTĘP DO ZAJĘĆ ⇒ 25 MINUT**

- ➡ Nauczyciel lub uczniowie przedstawiają krótki rys historyczny obserwacji Słońca oraz wzmianki o wpływie gwiazdy na życie na Ziemi. Pomocą może być załączona prezentacja.
 - Uczniowie, którzy przedstawiają prezentację multimedialną, omawiają kolejne slajdy i animacje. Nauczyciel – korzystając z prezentacji dostarczonej wraz ze scenariuszem – uzupełnia najważniejsze informacje dotyczące powstania i budowy naszej gwiazdy, źródła energii, cykli aktywności, interakcji z ziemskim polem magnetycznym, klimatem i wpływem Słońca na rozwój życia na Ziemi.

🕒 **CZĘŚĆ PRAKTYCZNA ⇒ 15 MINUT**

- ➡ Uczniowie uczą się czym jest i jak wyznacza się liczbę Wolfa korzystając m.in. z fotografii tarczy słonecznej z widocznymi plamami i poznają zasadę pomiaru okresu rotacji Słońca na podstawie pomiaru czasu pozornego przemieszczania się grupy plam na tarczy słonecznej.
 - Nauczyciel wyświetla fotografię z porównaniem rozmiarów Słońca, Ziemi i Księżyca → **załącznik nr 1**
 - Zwracamy uwagę na skalę rozmiarów – tarcza Słońca jest ok. 109 razy większa od Ziemi, a plamy niejednokrotnie przewyższają rozmiarami średnicę naszej planety. Sama średnica Słońca to niemal 1,5 mln km – wewnątrz doskonale mieściłaby się Ziemia z orbitą Księżyca → koniecznie uświadamiamy przy okazji uczniom skalę odległości w Układzie Słonecznym – w jakiej odległości w skali obrazu Słońca znalazłaby się Ziemia (ok. 100 razy dalej niż wynosi średnica Słońca); odległość Neptuna to ok. 30 AU (jednostek astronomicznych, czyli średnich odległości Ziemia-Słońce); najbliższa gwiazda – ok. 250 000 AU.
 - Widoczne na tarczy Słońca plamy bywają znacznie większe od Ziemi. Odległość Ziemia-Księżyc również pokazana z zachowaniem skali, natomiast rzeczywista odległość Ziemi od Słońca stanowi ok. 100-krotność średnicy Słońca. Na tę fotografię można nałożyć w programie graficznym okrąg, odpowiadający orbicie Księżyca wokół Ziemi.
 - Plamy słoneczne to występujące okresowo na powierzchni Słońca obszary o nieco niższej niż otoczenie temperaturze (stąd ich ciemniejsza barwa). Jeśli założymy, że nie poruszają się one względem powierzchni naszej gwiazdy, możemy użyć ich do śledzenia rotacji Słońca (slajdy 8 do 19 w załączonej prezentacji Załącznik 2_Tracking_Sunspots.pdf). W tym celu, w ramach zadania rozłożonego w czasie,

można spróbować śledzić przemieszczanie się wybranej plamy lub grupy plam na tarczy słonecznej, notując dokładnie czas. W ten sposób będziemy mogli oszacować okres rotacji Słońca. → **załącznik nr 2**

- Procedura ta jest dokładnie opisana w materiałach NASA/ESA (w języku angielskim) na ten temat .
- Okazuje się, że na różnej szerokości heliograficznej plamy poruszają się z inną prędkością. Możemy wykorzystać to do pomiaru prędkości obrotu Słońca na różnych jego szerokościach. Okazuje się, że Słońce nie jest ciałem sztywnym i wykazuje tzw. rotację różnicową. Okres obrotu wokół własnej osi przy biegunach jest dłuższy (około 34 dni) niż na równiku (około 25 dni). Jest to zresztą odpowiedzialne za aktywność magnetyczną gwiazdy. Okazuje się bowiem, że pole magnetyczne unoszone jest wraz z rotującą słoneczną materią. Sprawia to, że linie sił pola w pobliżu równika wyprzedzają te z okolic biegunów, co w efekcie prowadzi do ich skręcania się w skomplikowane supły i pętle akumulujące ogromne ilości energii. Co jakiś czas dochodzi do wyzwolenia tejże energii w wielkoskalowych zjawiskach na powierzchni.
- Liczba Wolfa określa względny poziom aktywności słonecznej na podstawie zliczania pojedynczych plam i ich grup. Im większa liczba Wolfa, tym w okresie większej aktywności znajduje się gwiazda. Liczbę Wolfa obliczamy wg wzoru:
 $R = k \cdot (10 \cdot G + s)$

gdzie k – współczynnik korekcji uwzględniający warunki atmosferyczne i rodzaj przyrządu używanego do obserwacji (teleskop, lornetka), do tego ćwiczenia przyjmujemy, że $k=1$, G – określa liczbę widocznych grup plam, s – sumaryczna liczba wszystkich widocznych plam. Warto pamiętać, że pojedyncza odseparowana plama powinna być liczona również jako jedna grupa.

Obliczanie liczby Wolfa na podstawie fotografii tarczy słonecznej z widocznymi plamami widoczne jest na ilustracji na kolejnej stronie. Pobierając inne fotografie Słońca z Internetu można ćwiczyć określanie liczby Wolfa, a także porównywać otrzymane wyniki pomiędzy uczniami. Uwidoczni się wtedy duża subiektywność oceny wynikająca z indywidualnych decyzji co do tego co uznać za plamę i grupę → **załącznik nr 3**

- Zaplanowane obserwacje i zliczane liczby Wolfa można nanosić na wykres (może być ścienny), który w odpowiednio długim czasie ukaże zmiany aktywności słonecznej.

🕒 **PODSUMOWANIE ZAJĘĆ ⇒ 5 MINUT**

- ➡ Nauczyciel podsumowuje fizyczne cechy plam słonecznych (źródło pochodzenia, rozmiary, temperaturę), sposoby obliczania prostego wskaźnika aktywności słonecznej, a także fakt wykorzystania ich do pomiaru okresu rotacji gwiazdy.
- Liczba Wolfa jest bezwymiarowym wskaźnikiem aktywności słonecznej, która waha się w cyklu około 11 lat. Możemy w prosty sposób obliczać ją na podstawie obserwacji wizualnych lub fotografii Słońca dostępnych w Internecie.
- Obserwując czas pozornego przemieszczania się plam po tarczy Słońca, możemy wyznaczyć okres rotacji gwiazdy. Nie jest on jednakowy dla każdej szerokości heliograficznej. Słońce w pobliżu równika rotuje szybciej niż w obszarach okołobiegunowych.

- Słońce rozmiarami wielokrotnie przewyższa Ziemię i Księżyc, w jego wnętrzu bez problemu zmieściłaby się Ziemia z krążącym wokół niej Księżycem.

PRZEBIEG LEKCJI 2

🕒 WSTĘP DO ZAJĘĆ ⇒ 5 MINUT

- ➡ Nauczyciel przypomina zasady bezpiecznej obserwacji Słońca.

✍ *UWAGA! Obserwacje wizualne Słońca są bardzo niebezpieczne ze względu na możliwość trwałego uszkodzenia wzroku. Aby bezpiecznie obserwować ten obiekt, należy wyposażyć teleskop w specjalny filtr z folii mylarowej (przykładowo: folia Baadera ND-5) lub szklany, zastosować obserwację za pomocą projekcji obrazu słonecznego na ekran lub wykorzystać dedykowany teleskop słoneczny. Ten ostatni umożliwi nam również obserwację słonecznych protuberancji.*

🕒 CZĘŚĆ PRAKTYCZNA ⇒ 40+ MINUT

- ➡ Przez teleskop uczniowie obserwują plamy słoneczne, granulację, pochodnie fotosferyczne, a jeśli wykorzystywany jest teleskop słoneczny H-alpha, to również protuberancje na brzegu tarczy słonecznej.

- W uzupełnieniu powyższych obserwacji można zorganizować dodatkowe obserwacje zaćmienia Słońca (całkowitego lub częściowego) lub tranzytu Merkurego.
- Obserwacjom towarzyszy komentarz nauczyciela lub wyznaczonych uczniów.

- ➡ Obserwacje Słońca nie muszą ograniczać się tylko do zjawisk związanych z jego aktywnością. Mamy także okazję do obserwacji zaćmień Słońca, tranzytów planet wewnętrznych na tle tarczy słonecznej, przelotów Międzynarodowej Stacji Kosmicznej na tle gwiazdy, czy wreszcie zórz polarnych, które są najbardziej spektakularnym i widowiskowym efektem interakcji Słońce-Ziemia. Do każdej z tych obserwacji należy się wcześniej przygotować, sprawdzając kiedy i gdzie będą miały miejsce.

✍ *Do prowadzenia teleskopowych obserwacji Słońca potrzebujemy (→ patrz prezentacja multimedialna z poprzedniej lekcji):*

- *amatorski teleskop astronomiczny (refraktor, reflektor) z zainstalowanym filtrem z folii mylarowej lub szklanym;*
- *amatorski teleskop astronomiczny (refraktor, reflektor) z zainstalowanym ekranem;*
- *dedykowany teleskop słoneczny do obserwacji w paśmie H-alpha (np. firm Lunt, Coronado).*

- ➡ W pogodny dzień organizujemy obserwacje np. na boisku szkolnym. Przy teleskopie powinien stać nauczyciel, dopuszczać kolejnych uczniów do okularu i komentować to, co widać w polu widzenia. Można również zaangażować w to uczniów, którzy będą omawiali

poszczególne przejawy słonecznej aktywności. Jeśli na powierzchni Słońca widoczne są plamy, to doskonała okazja, aby na żywo oszacować wartość liczby Wolfa.

- W celu obserwacji zaćmień Słońca, tranzytu Merkurego, czy przelotu ISS, trzeba ze stosownym wyprzedzeniem zorganizować ekspedycję do miejsca widoczności zjawiska. To samo dotyczy zórz polarnych, które czasem, szczególnie w latach dużej aktywności słonecznej, widoczne są też w niższych szerokościach geograficznych.
 - W celu określenia terminów przelotów ISS na tle tarczy słonecznej dla danego miejsca na Ziemi, warto skorzystać ze strony [ISS Earth Observations](#)
 - Aby śledzić rozwój pogody kosmicznej i alerty zorzowe warto skorzystać ze strony [Space Weather Prediction Center](#)
 - oraz [Space Weather Prediction Center](#)
 - Najbliższe tranzyty Merkurego: 13 listopada 2032 roku, 7 listopada 2039
 - Ścieżki całkowitych i obrączkowych zaćmień Słońca w latach 2021-2040 [NASA](#)
- Teleskop na statywie z prowadzeniem (podążaniem za pozornym ruchem sfery niebieskiej) sprzężony z kamerą internetową podłączoną do komputera i szkolnej sieci można wykorzystać do zdalnych obserwacji Słońca w zaciemnionej klasie. Do tego potrzebny będzie rzutnik multimedialny i ekran. Może to być dla uczniów okazja zdobycia dodatkowej wiedzy z zakresu informatyki w temacie przesyłania obrazu na odległość z wykorzystaniem lokalnej sieci komputerowej. Taką sesję można zapisać na dysku komputera i analizować później – wyciągać pojedyncze klatki z materiału wideo, wyodrębiać zdjęcie, dokonywać korekcji barwnej, itd.

🕒 **PODSUMOWANIE ZAJĘĆ ⇒ 5 MINUT**

- Słońce, przy zachowaniu niezbędnych środków bezpieczeństwa, jest bardzo wdzięcznym obiektem obserwacji teleskopowych. W zależności od okoliczności możemy na nim obserwować różne przejawy aktywności gwiazdy – plamy, pochodnie, granulację, protuberancje. Uzupełnieniem tej listy są zaćmienia Słońca – całkowite i częściowe, a także tranzyty planet wewnętrznych – Merkurego i Wenus. W praktyce za naszego życia możemy obserwować tranzyty tego pierwszego, gdyż najbliższy tranzyt Wenus będzie miał miejsce dopiero w 2117 roku. Ciekawostką są też obserwacje przelotu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej na tle tarczy słonecznej → do tego typu obserwacji potrzebna jest kamera sprzężona z teleskopem i efemerydy przelotów dla danego miejsca.

PRZEBIEG LEKCJI 3

🕒 WSTĘP DO ZAJĘĆ ⇒ 5-10 MINUT

- Nauczyciel wskazuje na jedno z zastosowań energii elektrycznej – zasilanie i napęd, także w stosunku do sond. Pyta uczniów, czy widzą różnicę pomiędzy sondami orbitującymi wokół Ziemi, a tymi, które poruszają się w obszarach położonych dalej od Słońca (np.: misja ROSETTA) → uczniowie powinni wskazać panele słoneczne – tym większe im dalej poruszają się od Słońca.

🕒 CZĘŚĆ PRAKTYCZNA ⇒ 20-25 MINUT

- Nauczyciel zachęca uczniów, aby zastanowili się, co może być powodem zauważonej przez nich różnicy i moderuje dyskusję.
- Jednym z pomysłów wskazanych przez młodzież może być mniejsze natężenie światła w zależności od odległości. Aby przekonać się czy taka zależność rzeczywiście istnieje uczniowie wykonują proste doświadczenie → korzystając ze smartfonów i linijki oraz bezpłatnego oprogramowania (np.: Phyphox lub Physics Sensor Toolbox Suite – obydwie dostępne w polskiej wersji językowej) mierzą natężenia światła w zależności od odległości.
 - Doświadczenie polega na mierzeniu natężenia światła aplikacją zainstalowaną w smartfonie w ustalonych odległościach od telefonu, w którym jest światło latarki.
 - Pomiary można wykonywać w odległości 20, 30, 40, 50 i 60 cm pomiędzy obydwoma telefonami, a wyniki zapisywać w tabeli; pomiarów można dokonywać 2- lub 3-krotnie, a do obliczeń przyjmować wartość średnią natężenia z pomiarów wykonanych w danej odległości.
 - Doświadczenie powinno być wykonywane przez wszystkich uczniów w parach. Na podstawie danych zgromadzonych w tabelach, nauczyciel prosi uczniów o następujące czynności:
 - wykonanie wykresu natężenia światła w funkcji odległości
 - wykonanie prostej analizy wyników:
 - opis kształtu funkcji → do jakiej funkcji jest ona podobna? Co można więc powiedzieć o zmianach natężenia (maleją wraz z kwadratem odległości)?
 - Realizacja doświadczenia pozwala nauczycielowi nawiązać do problemu niepewności pomiarowych oraz wytłumaczyć różnice pomiędzy otrzymanym przebiegiem (kształtem) funkcji a rzeczywistym przebiegiem funkcji r^{-2} .

Odległość [cm]	Natężenie (1) [lx]	Natężenie (2) [lx]	Wartość średnia natężenia [lx]
20			
30			

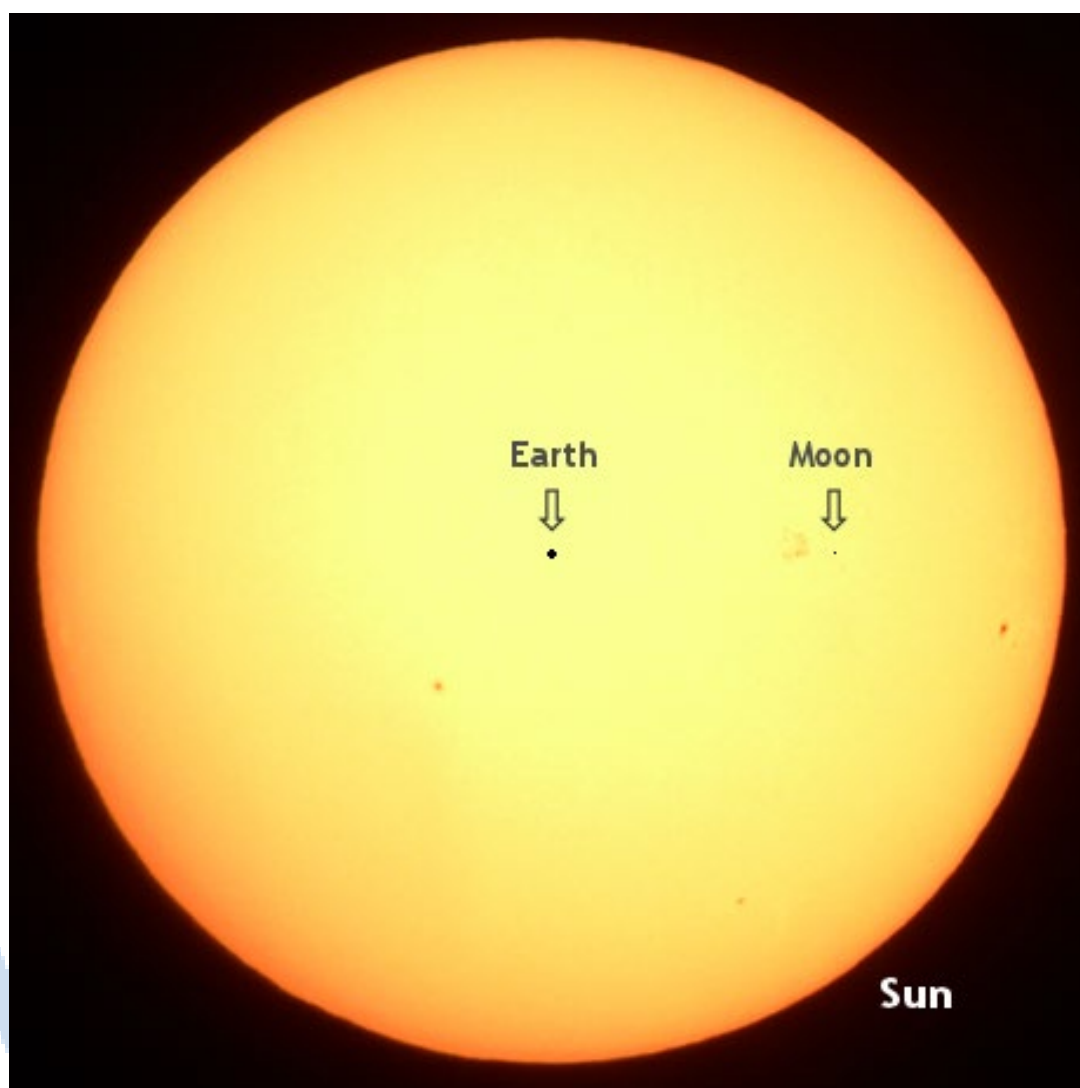
40			
50			
60			

🕒 **PODSUMOWANIE ZAJĘĆ ⇒ 10 MINUT**

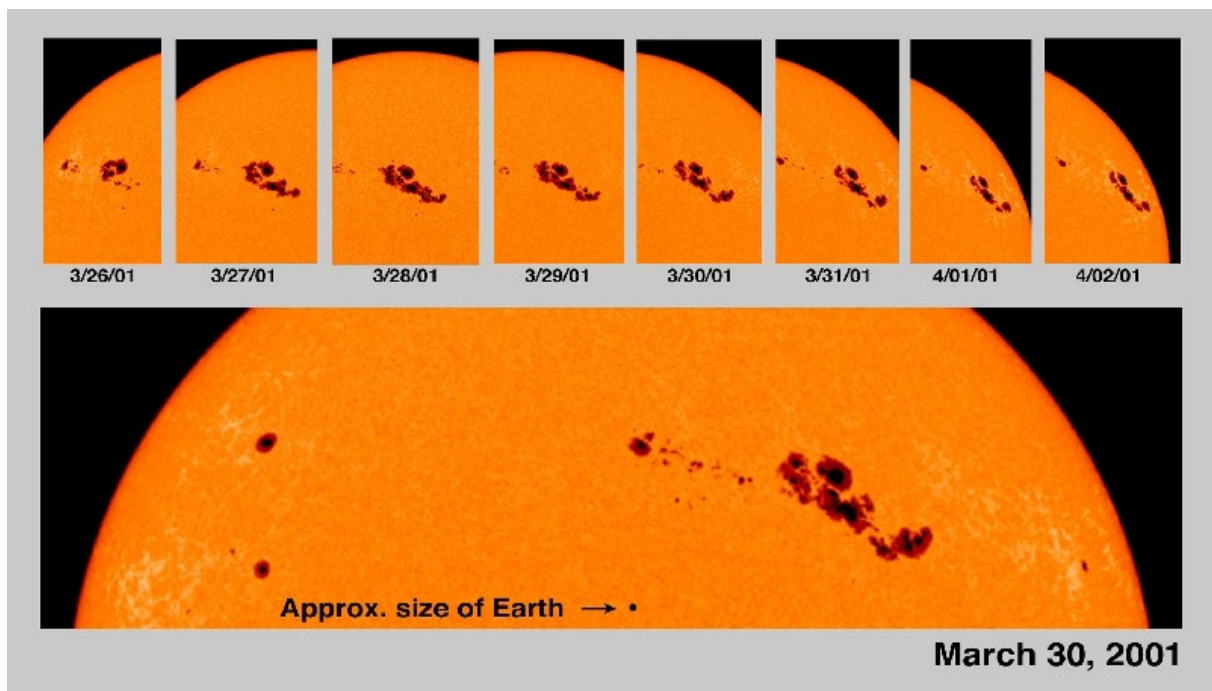
- Wykorzystując proste narzędzia, które każdy uczeń ma przy sobie, można samodzielnie zaobserwować i zrozumieć wzór na zmianę natężenia światła w funkcji odległości. Wzór ten powinien zostać przedstawiony i omówiony nauczyciela, ukazując m.in. rolę pozostałych parametrów fizycznych.
- Lekcja w prosty sposób umożliwia nawiązanie do problemu niepewności pomiarowych.

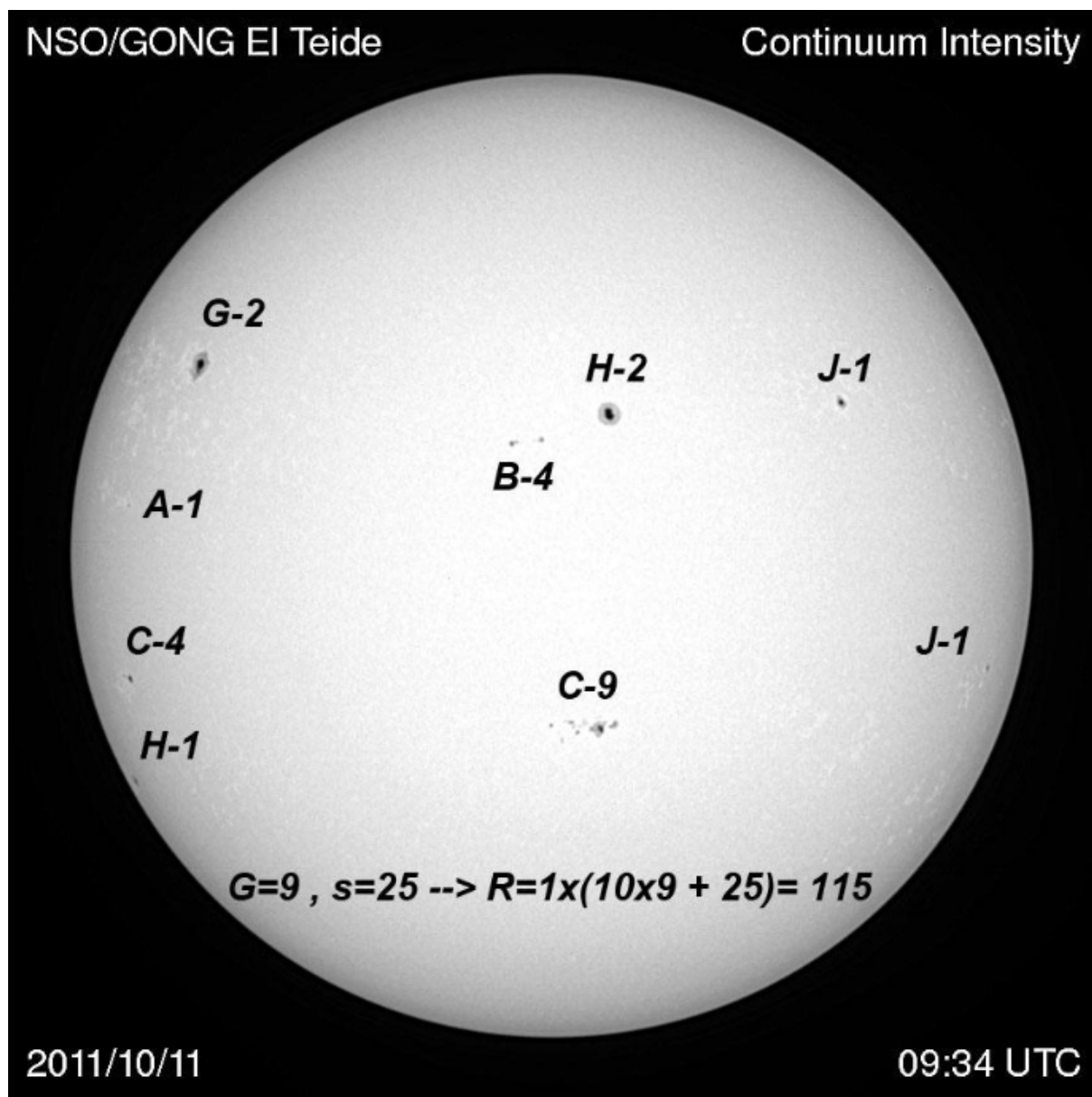


ZAŁĄCZNIK NR 1 – PORÓWNANIE ROZMIARÓW SŁOŃCA, ZIEMI I KSIĘŻYCA



ZAŁĄCZNIK NR 2 – ROTACJA SŁOŃCA





UWAGI NAUCZYCIELA PO PRZEPROWADZENIU ZAJĘĆ



*Materiał edukacyjny opracowany
w ramach projektu FUTURE SPACE
(nr umowy: 2019-1-PL01-KA201-065434),
współfinansowany przez Unię Europejską
w programie ERASMUS+*



Erasmus+

LICENCJA: CC BY-SA 4.0

<http://www.futurespaceproject.eu/>

