

Astrolabium

Konkurs astronomiczny

Nasze aktywne Słońce



Szkoła Podstawowa
Klasy IV - VI
Doświadczenie konkursowe 2

Rok 2024

1. Wstęp teoretyczny

Słońce - nasza życiodajna gwiazda

Słońce - najbliższa Ziemi gwiazda - to jedna z wielu miliardów gwiazd w naszej Galaktyce, Drodze Mlecznej, wielka i bardzo gorąca kula gazu bez stałej powierzchni. Słońce jako gwiazda jest znacznie większe od Ziemi i innych planet Układu Słonecznego. Składa się głównie z wodoru i helu. W jego wnętrzu zachodzą reakcje jądrowe, w wyniku których produkowane są ogromne ilości energii. Ta energia przemieszcza się następnie na powierzchnię Słońca, skąd - po około ośmiu minutach od jej opuszczenia - może dotrzeć do Ziemi. Dzięki temu na Ziemi jest światło i ciepło, bez których byłoby ciemno i zimno, a rośliny, zwierzęta, ludzie i reszta organizmów żywych nie mogłaby rozwijać się i przetrwać.

Aktywność Słońca

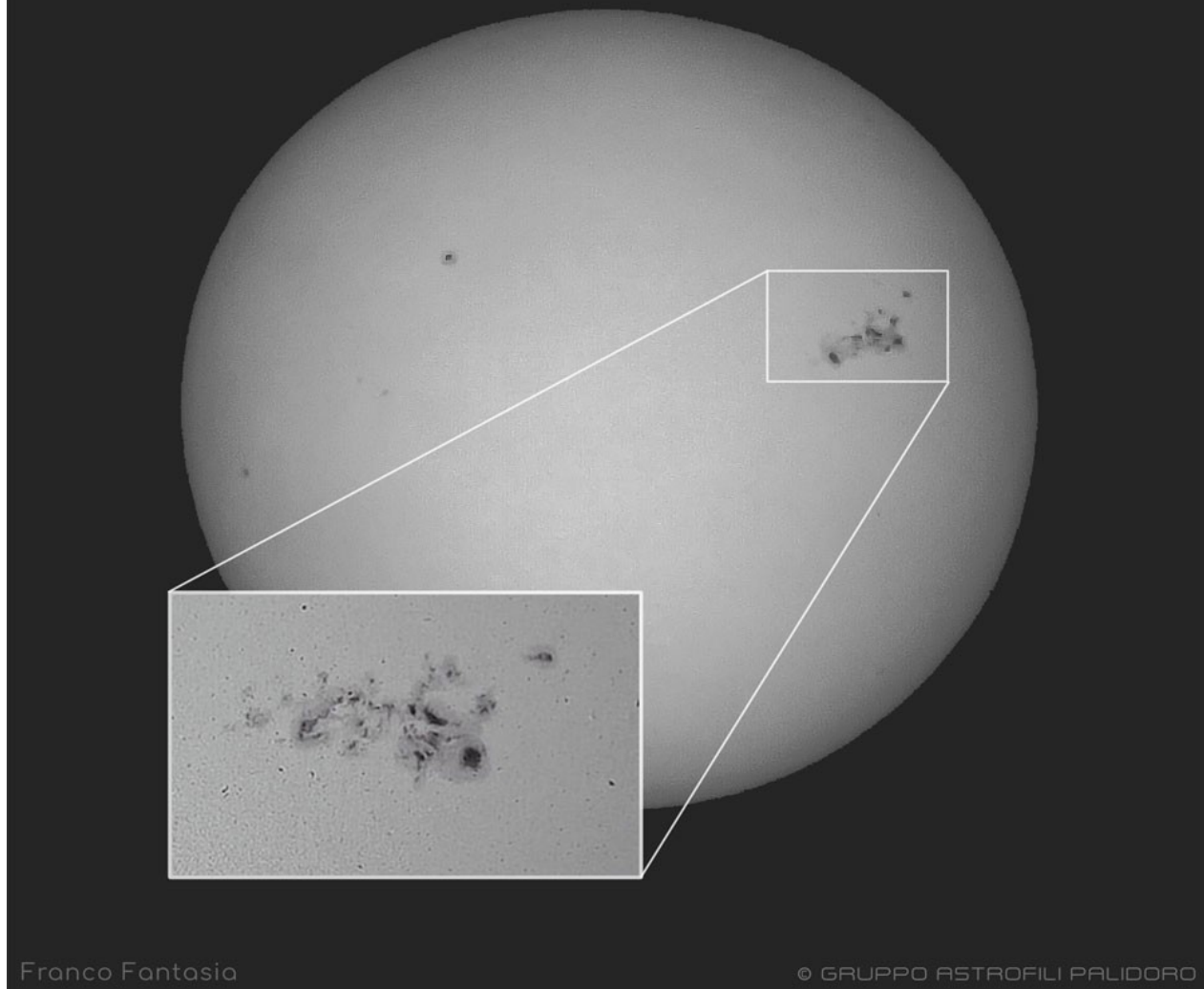
Słońce może nam wydawać się spokojne i jednolite. Zwykle rysujemy je jako gładkie, żółte kółko, ale w jego wnętrzu i na powierzchni dzieją się ciekawe rzeczy. Słońce co jakiś czas „uaktywnia się”. Często wyrzuca wtedy w przestrzeń kosmiczną duże ilości swojej materii w wybuchowych zjawiskach zwanych rozbłyskami, które zachodzą w tak zwanych obszarach aktywnych na Słońcu. Obszary te związane są z plamami słonecznymi. To właśnie wokół plam występują rozbłyski słoneczne - nagłe wybuchy energii, które wysyłają ogromne ilości promieniowania i naładowanych cząstek w przestrzeń kosmiczną. Liczne plamy i rozbłyski to typowe oznaki podwyższonej aktywności słonecznej.

Plamy słoneczne

Temperatura powierzchni Słońca to około pięć i pół tysiąca stopni Celsjusza. Plamy słoneczne to ciemniejsze miejsca na powierzchni Słońca, które są nieco chłodniejsze niż reszta jego powierzchni. Nie oznacza to jednak, że są zimne - one też są bardzo gorące! W tych miejscach pole magnetyczne Słońca jest bardzo silne. Powoduje to, że energia i ciepło nie mogą wydostawać się stamtąd łatwo. Plamy słoneczne wyglądają więc na ciemne, bo mają nieco niższą temperaturę niż otaczający je gaz. Plamy często występują nie pojedynczo, a w charakterystycznych grupach. Gdy Słońce jest bardziej aktywne, pojawia się więcej plam i ich grup.

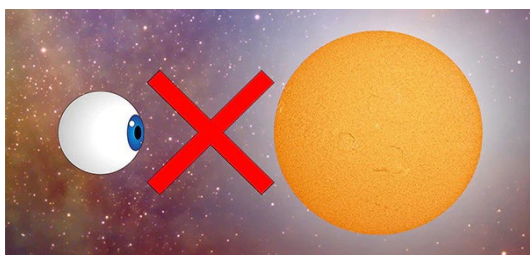
Zdarza się, że grupy i plamy są tak liczne i duże, że można je zobaczyć nawet nieuzbrojonym okiem, bez żadnych instrumentów optycznych. Tak naprawdę plamy słoneczne odkryto na długo przed wynalezieniem teleskopów. Już starożytni astronomowie, głównie w Chinach i starożytnej Grecji, obserwowali ciemne punkty na tarczy Słońca gołym okiem, najczęściej w czasie wschodu lub zachodu Słońca, gdy było ono nisko nad horyzontem i miało mniejszą jasność. Jednak ze względu na bezpieczeństwo i zdrowie swoich oczu nigdy nie próbuj samodzielnie powtarzać takich obserwacji!

Słoneczny obszar aktywny AR3664 z 10 maja 2024 roku

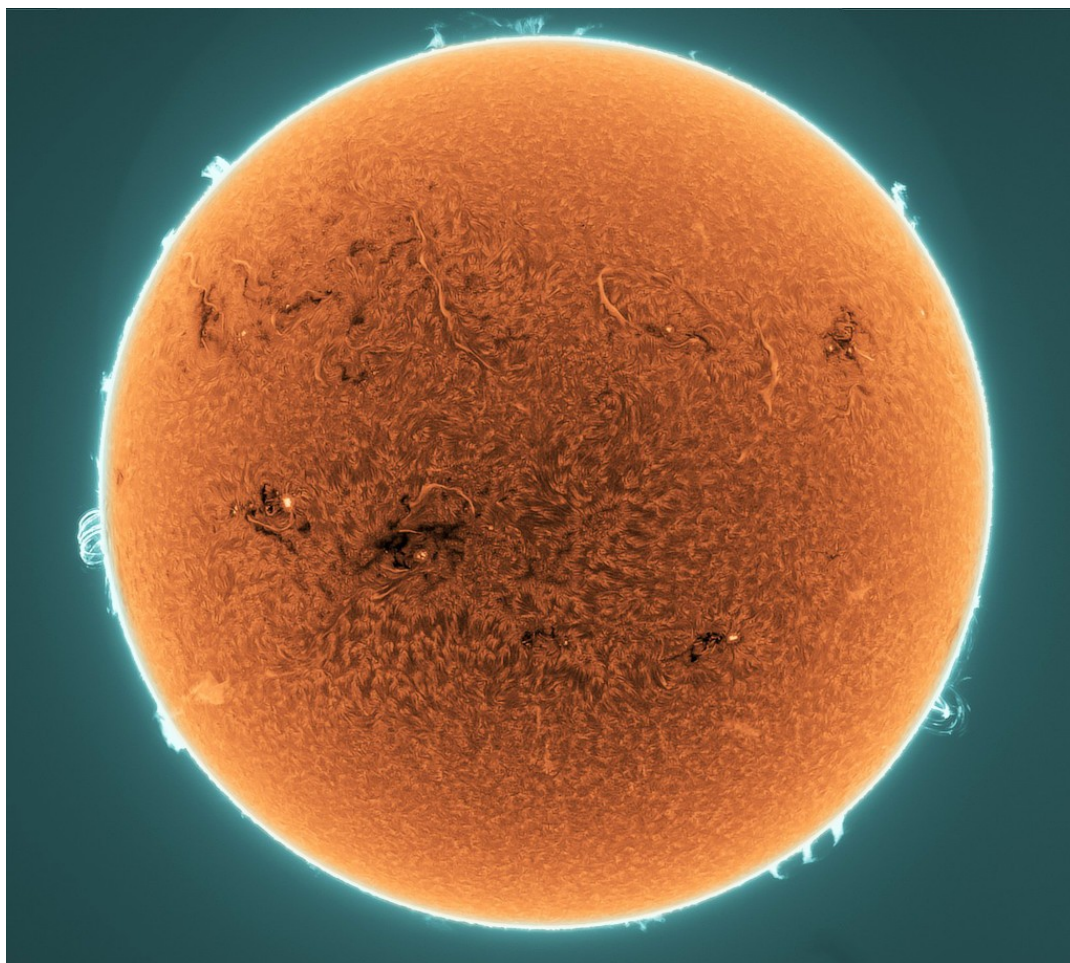


Rysunek 1. Duże plamy słoneczne i ich grupa z 10 maja 2024 r. na zbliżeniu. Źródło: NASA/Franco Fantasia & Giuseppe Conzo.

UWAGA!



Nigdy nie patrz na Słońce przez lornetkę, lunetę lub teleskop. Może to poważnie uszkodzić Twój wzrok i doprowadzić do ślepoty! Bezpieczne dla oczu obserwacje tarczy Słońca przez instrumenty powiększające możliwe są tylko przy zastosowaniu specjalnych filtrów słonecznych, które chronią nasz wzrok osłabiając przechodzące przez nie światło Słońca nawet kilkaset tysięcy razy!



Rysunek 2. Słońce obserwowane 15 maja 2024 w paśmie emisji wodoru. Tarcza Słońca nie jest jednolita, widać na niej plamy i gaz o różnej temperaturze, który jest w ciągłym ruchu, a także liczne obszary aktywne i poskręcane włókna słoneczne. Ponad brzegiem tarczy widoczne są też wyrzuty gazu nad powierzchnię Słońca. Źródło: APOD.pl¹, Steen Søndergaard.

Rozbłyski i koronalne wyrzuty masy

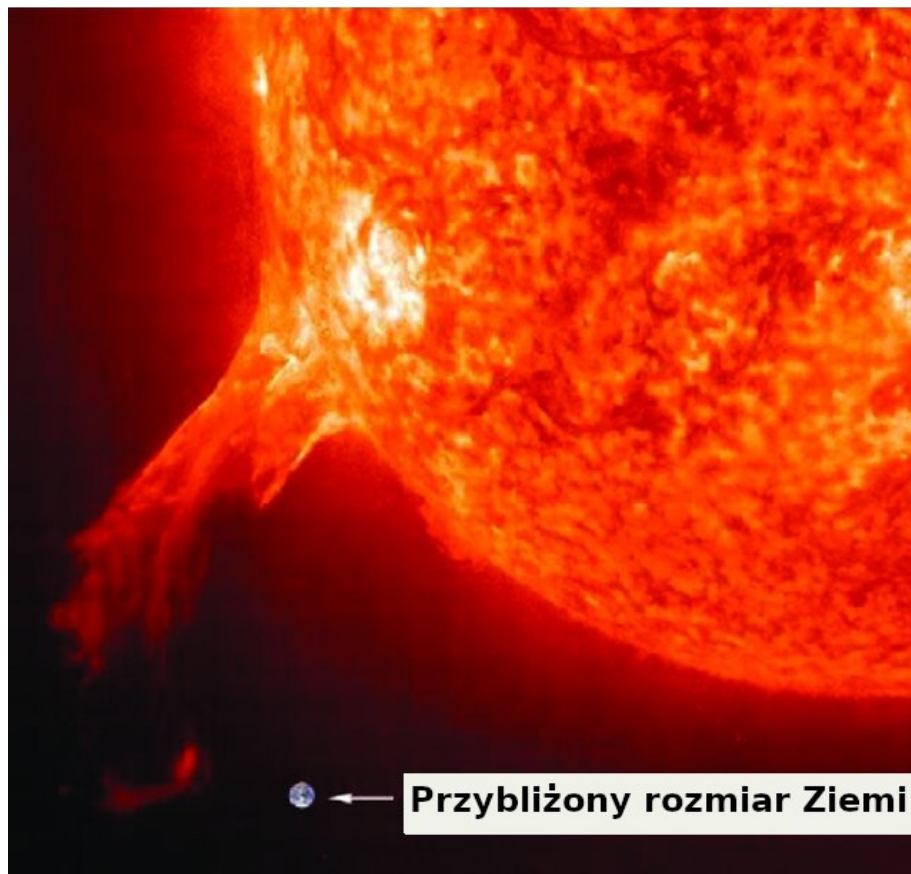
Rozbłysk słoneczny to nagły wyrzut światła i energii pojawiający się na Słońcu. Dzieje się to wtedy, gdy energia zmagazynowana w polu magnetycznym Słońca nagle i gwałtownie się uwalnia. W wyniku rozbłysku czasami dochodzi również do koronalnego wyrzutu masy, czyli wyrzucenia w przestrzeń kosmiczną ogromnej ilości cząstek gazu ze Słońca. Takie wyrzuty mogą później poruszać przez przestrzeń kosmiczną. Zdarza się, że po pewnym czasie docierają aż do Ziemi.

Jak aktywność Słońca wpływa na nas i na Ziemię?

Gdy Słońce jest bardziej aktywne, bardzo często wyrzuca w kosmos ogromne ilości cząstek. Jak wspomniano, koronalne wyrzuty masy, czyli wielkie obłoki wystrzeliwanego ze

¹ <http://apod.pl/apod/ap240615.html>

Słońca gazu, mogą po kilku dniach dotrzeć do Ziemi. Cząstki niosą ze sobą ładunki elektryczne, przez co po dotarciu do naszej planety silnie wpływają na jej pole magnetyczne. Jednym z najbardziej spektakularnych efektów aktywności słonecznej są zorze polarne, które widoczne są najczęściej w okolicach biegunów magnetycznych Ziemi. Te kolorowe światła na niebie powstają, gdy naładowane cząstki ze Słońca zderzają się ponad biegunami z atmosferą Ziemi. Jednak te same wyrzuty masy ze Słońca często wpływają także na używane przez nas technologie. Docierające do Ziemi koronalne wyrzuty masy mogą prowadzić do odwoływania lotów samolotów i zakłócać działanie satelitów, które odpowiadają za nawigację satelitarną GPS i telekomunikację, a także każdą inną łączność radiową. W skrajnych przypadkach mogą nawet uszkodzić sieci energetyczne, powodując przerwy w dostawie prądu. Zdarza się też, że silne słoneczne wyrzuty materii uszkadzają satelity pogodowe, telewizyjne i te zapewniające bezprzewodowy internet satelitarny lub powodują, że spadają one na niższe orbity.



Rysunek 3. Porównanie wielkości koronalnego wyrzutu masy ze Słońca i Ziemi. Źródło: JPL/NASA.

Cząstki napływające ze Słońca stwarzają też zagrożenie dla zdrowia astronautów. Z tego powodu, gdy wiadomo, że aktywność Słońca jest znacznie podwyższona, astronauta przebywający na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej ISS mogą chronić się w bardziej osłoniętych częściach stacji, takich jak moduły z dodatkowymi osłonami.



Rysunek 4. Silna zorza polarna z 10 maja 2024 sfotografowana w Obserwatorium Astronomicznym na górze Suhora w Gorcach (fot. Alicja Pucek)

25. cykl słoneczny

Aktywność naszego Słońca wyraźnie zwiększa się w regularnych odstępach czasu, które trwają około 11 lat. W takim czasie Słońce przechodzi od okresu spokojnego, czyli o bardzo niskiej aktywności, do okresu bardzo aktywnego i ponownie do spokojnego. W każdym z tych cykli obserwuje się więc co pewien czas dużą liczbę silnych rozbłysków i koronalnych wyrzutów masy, czyli zjawisk związanych z aktywnością Słońca.

Obecnie mamy 25. cykl słoneczny, który rozpoczął się w 2019 roku. Najnowsze maksimum aktywności Słońca związane z tym cyklem miało miejsce w 2024 roku. Oznacza to, że Słońce jest teraz nadal znacznie bardziej aktywne niż zwykle, a więc w najbliższych miesiącach, a być może i latach możemy się także w Polsce spodziewać kolejnych zórz polarnych. Naukowcy, w tym astronomowie z Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie we współpracy ze specjalistami z NASA, wciąż uważnie śledzą zmieniającą się aktywność słoneczną, aby nauczyć się lepiej niż dotąd przewidywać, kiedy mogą nastąpić największe rozbłyski na Słońcu i jak bardzo mogą one wpłynąć na ziemską technologię, w tym bezpieczeństwo lotów kosmicznych.

2. Cel doświadczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z tematyką aktywności Słońca. Uczniowie dowiadują się, czym są plamy słoneczne i jak się je liczy. Porównują wielkości największych plam słonecznych z rozmiarem Ziemi na przykładzie prostych obliczeń, zapoznając się również z różnicą wielkości między Ziemią a Słońcem. Analizują proste wykresy.

3. Opis wykonania doświadczenia

Potrzebne materiały:

- Obrazek Słońca z widocznymi plamami (do wydrukowania, obok na stronie)
- Tarcze Ziemi i Jowisza narysowane z zachowaniem skali względem obrazu Słońca (obok, do wycięcia)
- Kredki lub inne przybory do kolorowania, linijka, nożyczki

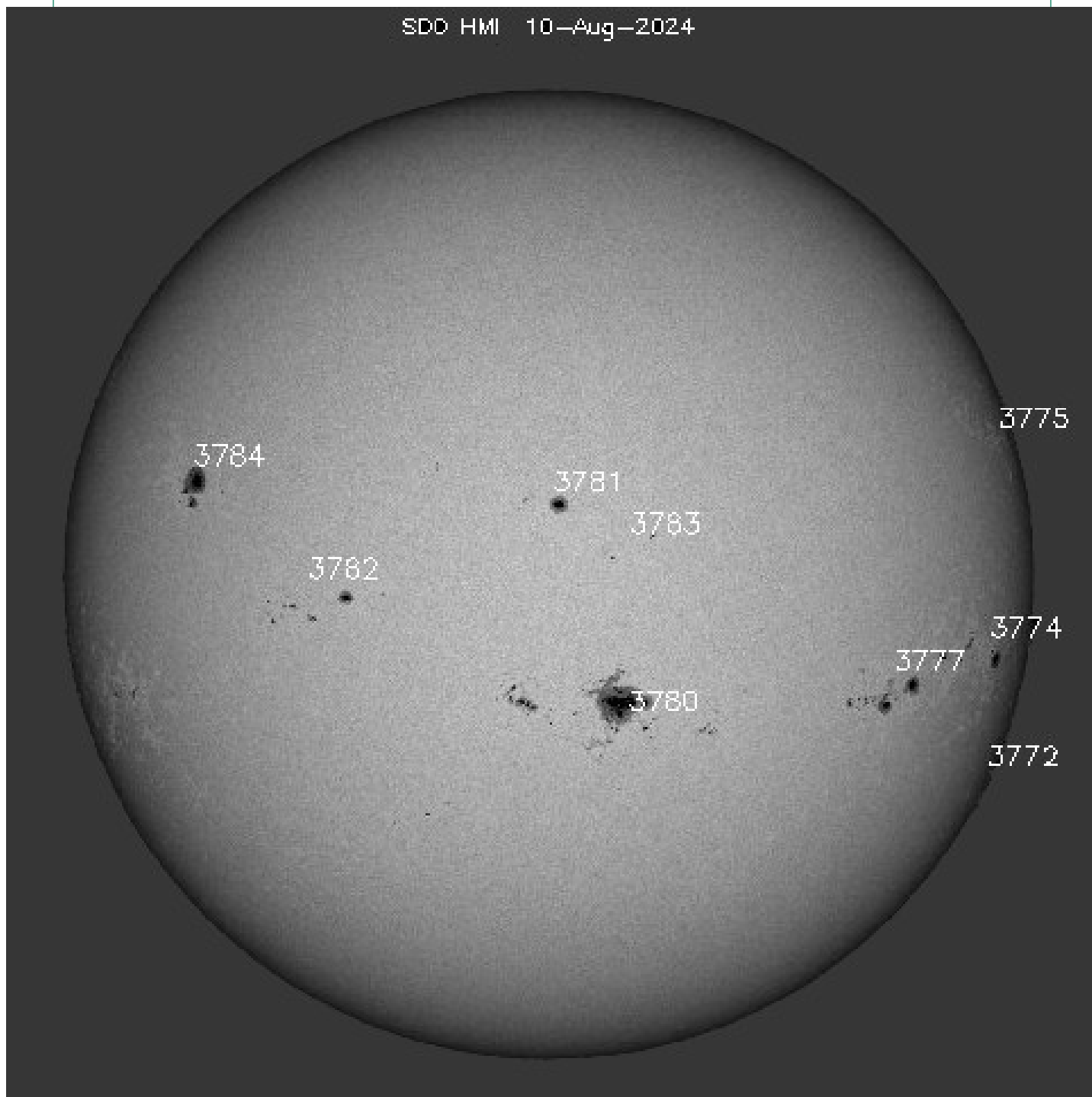
1. Przejdź na stronę: <https://puzzlefactory.pl/pl/puzzle/graj/edukacja/605790-plamy-s%C5%82oneczne#6x8> i spróbuj ułożyć znajdujące się na niej puzzle. Przedstawiają słoneczny obszar aktywny – grupę plam o oznaczeniu AR 3664 z 13 maja 2024 (autorem zdjęcia jest [Marco Meniero](#), pochodzi ono z serwisu APOD.pl). Ta duża grupa plam wywołała liczne zorze polarne na Ziemi. Ta sama grupa pokazana jest na Rysunku 1, w dniach 10-13 maja przesunęła się jednak na obserwowanej tarczy Słońca, ponieważ samo Słońce, podobnie jak Ziemia, wiruje, czyli obraca się wokół własnej osi, dzięki czemu codziennie widzimy nieco inną jego stronę.

2. Grupy plam to plamy położone blisko siebie. Spójrz na znajdujący się obok obrazek Słońca – Rysunek 5. To rzeczywisty obraz Słońca zarejestrowany 10 sierpnia 2024 r. przez należącą do NASA sondę SDO. Kilka dni później do Ziemi dotarły naładowane cząstki ze Słońca, które wywołały zorze polarne widoczne z różnych miejsc w Polsce. Zobacz, gdzie na tarczy Słońca znajdują się ciemne miejsca związane z tworzącymi się wówczas na Słońcu obszarami aktywnymi (to właśnie plamy słoneczne). Policz je. Spójrz ponownie na obrazek i spróbuj policzyć, ile jest grup plam. Zakreśl je pętlami, po czym policz zaznaczone grupy.

3. Wytnij kółka odpowiadające rozmiarom Ziemi i planety Jowisz umieszczone pod Rysunkiem 5. Prezentują one w odpowiedniej skali wielkości tych planet w porównaniu do przedstawionej na rysunku wielkości tarczy Słońca. Umieść kółko odpowiadające Jowiszowi na tarczy Słońca i sprawdź, ile takich kółek mieści się w poprzek Słońca. Porównaj wielkość Jowisza z największymi widocznymi tu plamami słonecznymi. Następnie zrób to samo dla małego kółka odpowiadającego wielkości Ziemi względem Słońca. Ile takich kółek musisz ułożyć w poprzek Słońca, by dotarły od jednej krawędzi do drugiej?

4. Wycięte kółko odpowiadające Ziemi umieszczaj na różnych widocznych na rysunku tarczy Słońca plamach. Policz, jak wiele jest tu plam słonecznych, które są większe od Ziemi.

SDO HMI 10-Aug-2024



Rysunek 5. Plamy i grupy (APOD/NASA)



Kółko przedstawiające wielkość planety **Jowisz**
w skali powyższego zdjęcia tarczy Słońca



Kółko przedstawiające wielkość planety **Ziemia** w skali
powyższego zdjęcia tarczy Słońca

5. **Pomiar i obliczenie rzeczywistego rozmiaru największej plamy:** za pomocą linijki zmierz i zapisz średnicę największej plamy w milimetrach. W ten sam sposób zmierz średnicę Słońca na obrazku. Korzystając z poniższej zależności, oblicz ułamek, jaki stanowi średnica plamy w stosunku do średnicy Słońca:

$$\text{względny rozmiar plamy} = \frac{\text{średnica plamy na zdjęciu w mm}}{\text{średnica Słońca na zdjęciu w mm}}$$

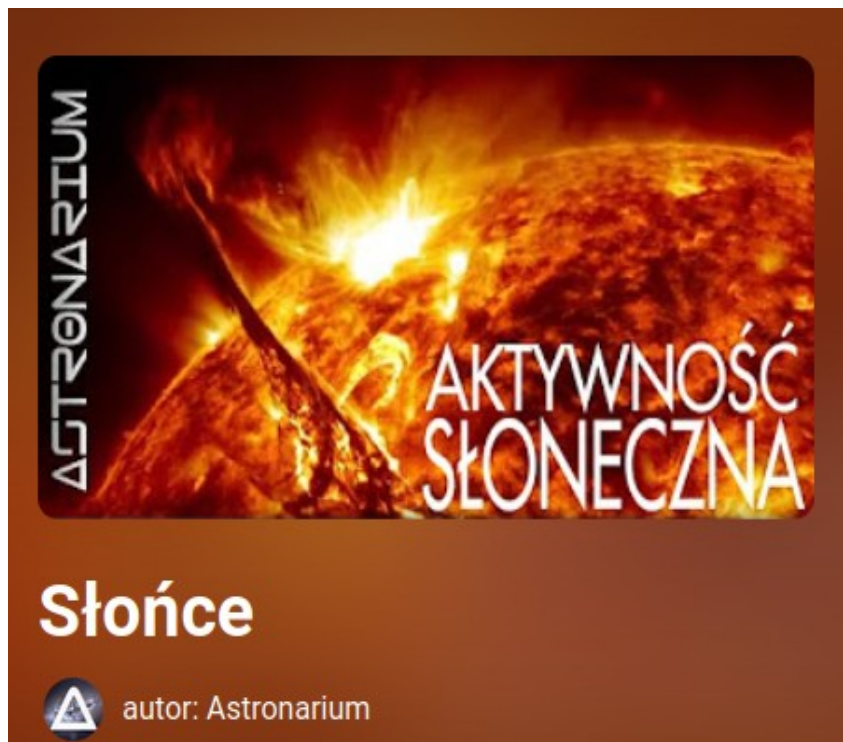
Pomnóż ten ułamek przez rzeczywistą średnicę Słońca, która jest równa 1 392 700 km, aby uzyskać **rzeczywisty rozmiar plamy w km**. Zapisz wynik.

6. **Porównanie rozmiaru największej plamy do rzeczywistej średnicy Ziemi:** średnica Ziemi to około 12 742 km. Podziel rzeczywistą średnicę (rozmiar) plamy w km, wyznaczoną w punkcie wyżej, przez podaną tu średnicę Ziemi, aby dowiedzieć się, ile razy ta plama jest większa od Ziemi:

$$\text{rozmiar względem Ziemi} = \frac{\text{rzeczywisty rozmiar plamy słonecznej w km}}{\text{średnica Ziemi w km}}$$

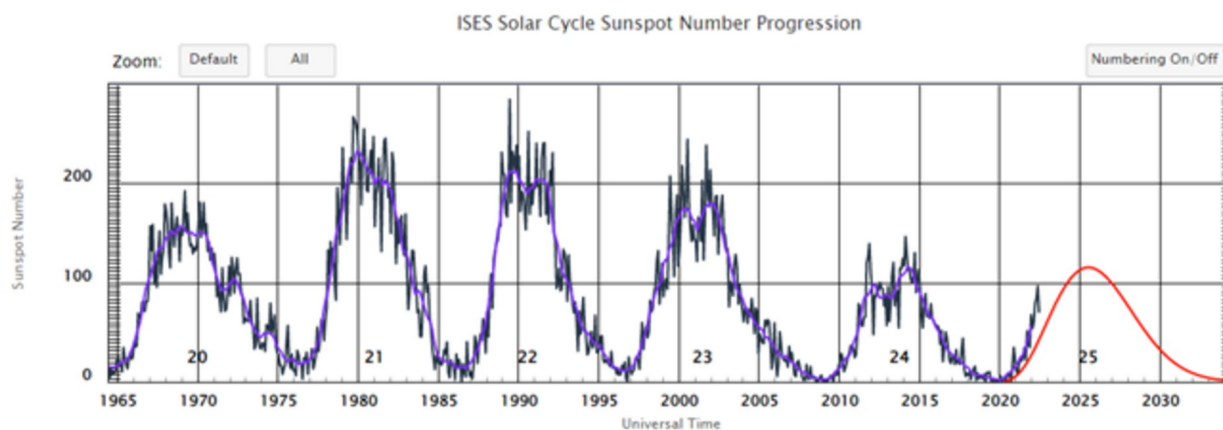
7. Obejrzyj filmy z serii „Mała Urania” [Odcinek 2: Słońce](#) oraz „Astronarium” [Odcinek 6: Aktywność słoneczna](#), aby uporządkować sobie informacje o Słońcu i jego aktywności, które wynosisz z tego Doświadczenia.

Mała Urania
Odcinek 2: Słońce



Do przemyślenia i sprawdzenia

1. Czemu plamy słoneczne wydają się małe na obrazkach, a są tak duże w rzeczywistości?
2. Ile planet – kółek o średnicy Ziemi zmieściłoby się na odcinku, który odpowiada rzeczywistej średnicy Słońca? A ile planet – kulek wielkości Ziemi zmieściłoby się w wydrążonej kuli o rozmiarach Słońca? Sprawdź te dane w Internecie.
3. Spójrz na Rysunek 3 i zastanów się, dlaczego koronalne wyrzuty masy nie są w stanie spalić Ziemi, choć są tak wielkie, a zawarta w nich materia gazowa pochodząca ze Słońca jest gorąca.
4. Liczba plam słonecznych wzrasta i maleje w cyklach słonecznych trwających około 11 lat. Poniżej zamieszczamy wykres wartości tej liczby dla poszczególnych miesięcy różnych lat, czyli rzeczywiste dane pomiarowe dla kilku cykli aktywności słonecznej. Na osi poziomej wykresu podane są lata, na pionowej jest liczba plam. Kolorem czerwonym oznaczono przewidywanie modelu aktywności Słońca dla obecnie trwającego cyklu 25. Na podstawie wykresu odczytaj, kiedy mniej więcej według tego modelu Słońce było (lub dopiero ma być) najbardziej aktywne w swoim 25. cyklu aktywności.



Rysunek 6. Plamy i grupy (NOAA)

5*². *Ćwiczenie dodatkowe.* Cząstki dopływające do Ziemi ze Słońca mogą uszkodzić, zniszczyć lub tymczasowo wyłączyć nasze ziemskie urządzenia i technologie. Zastanów się, których z nich (np. Internet, energia elektryczna, telewizja, radio, nawigacja GPS, satelitarne dane pogodowe) Twojej rodzinie brakowałoby najbardziej. Zastanów się, jak moglibyście poradzić sobie ze skutkami ich braku lub wyłączenia, gdyby miało ono trwać jeden dzień oraz dłużej niż pięć dni.

² Zadanie dodatkowe – dla chętnych.