

Lekcje ze Słońcem w tle



Tomasz Mrozek

*Instytut Astronomiczny, Uniwersytet Wrocławski
Zakład Fizyki Słońca, Centrum Badań Kosmicznych PAN*

Lekcja 1: narodziny, życie i śmierć

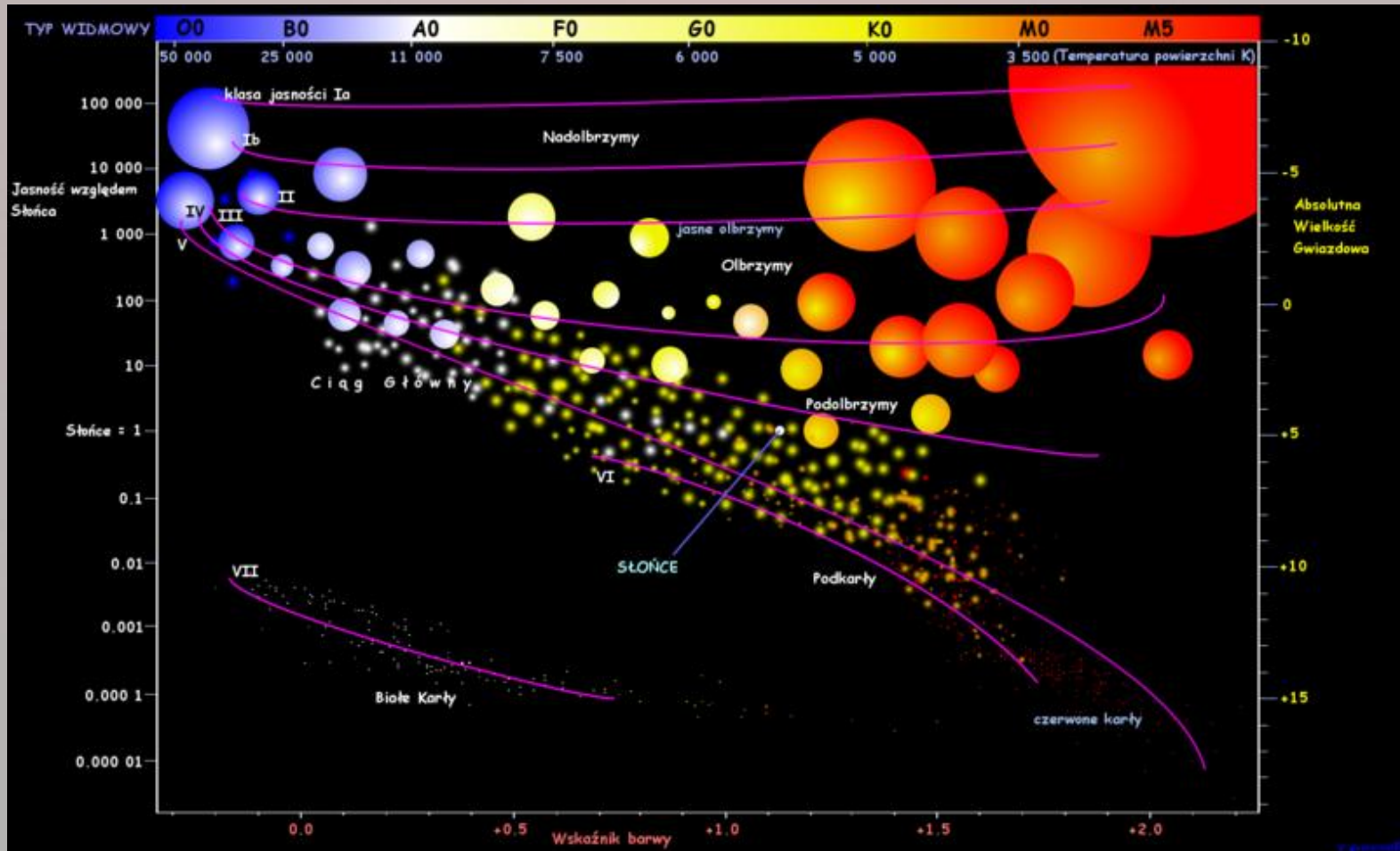
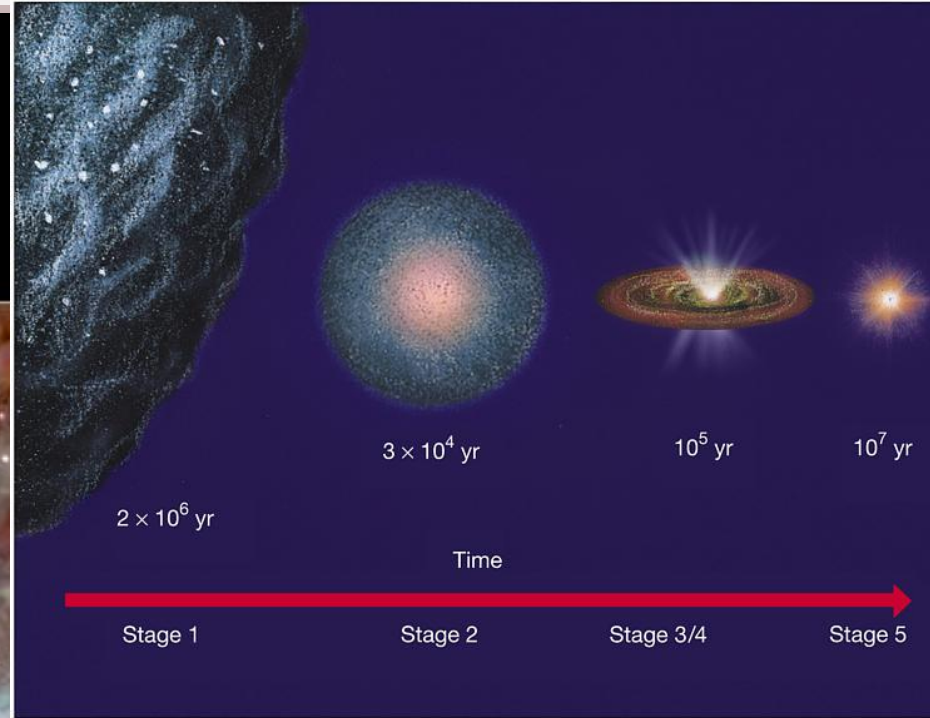


Diagram H-R:
Przedstawiony w 1911 roku przez E. Hertzsprunga
Udoskonalony w 1913 roku przez H.N. Russella

Narodziny

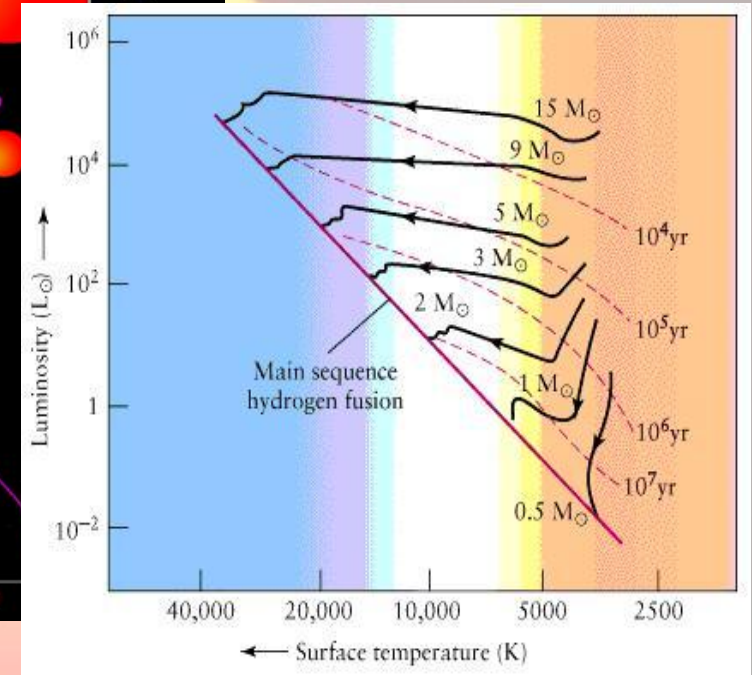
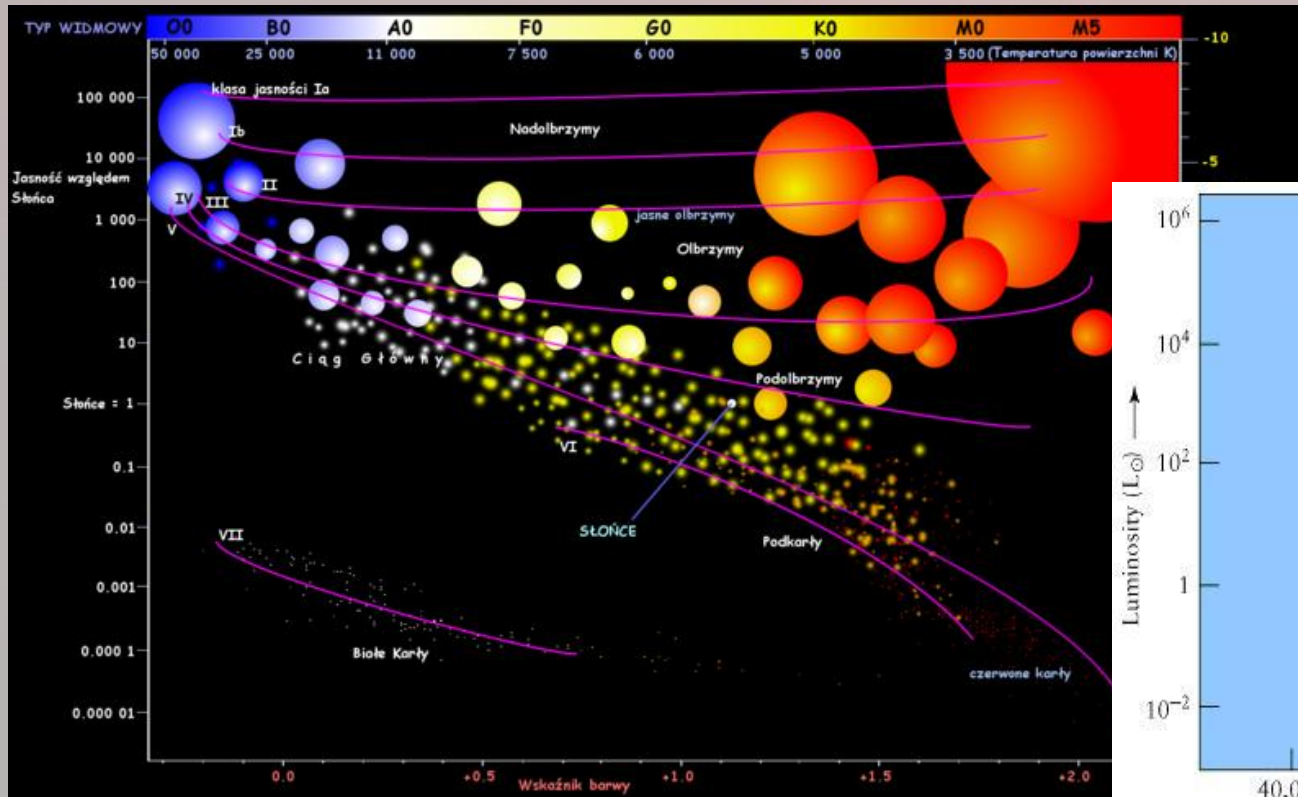
Carina Nebula



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Gwiazda o masie Słońca „rodzi się” szybko w porównaniu do czasu jaki będzie „żyła”.

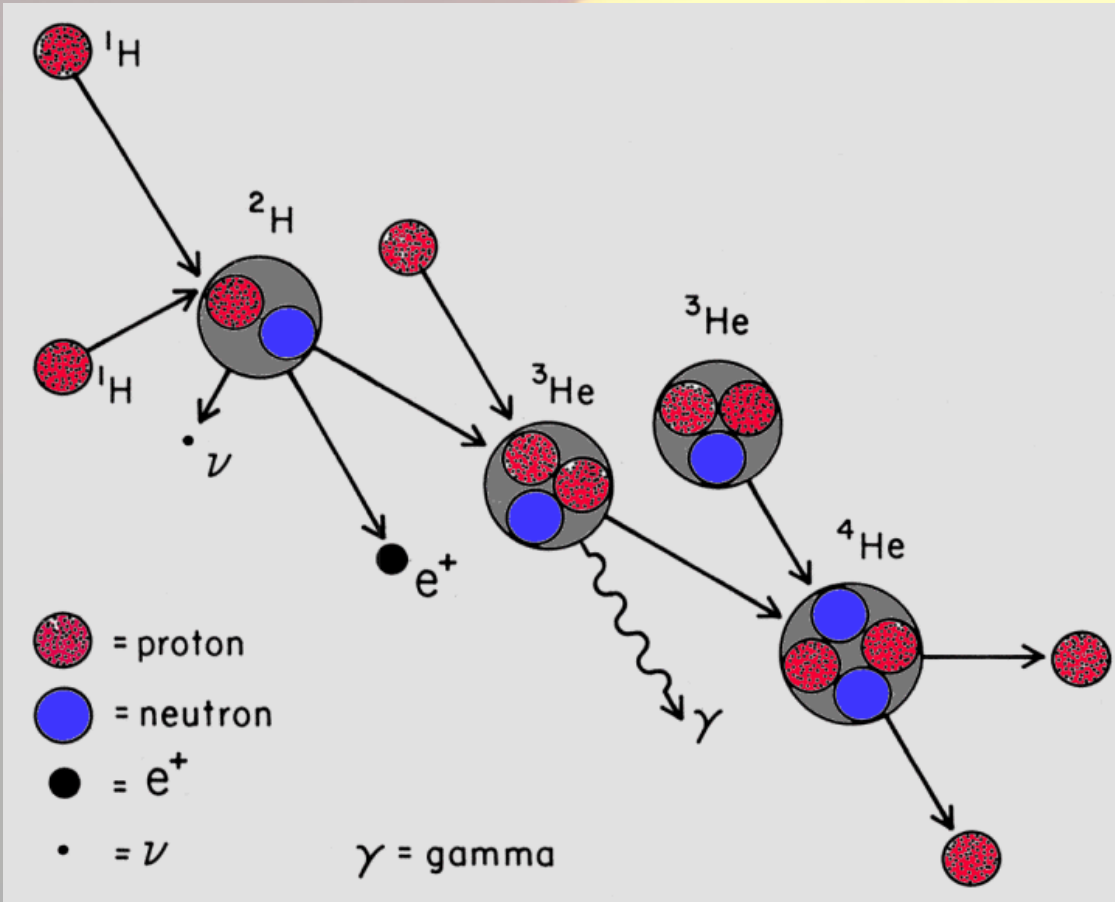
Życie na ciągu głównym



Po zapadnięciu się obłoku w gwiazdzie zaczynają się reakcje syntezy i rozpoczyna się najspokojniejszy okres jej życia. Mówimy, że gwiazda „lądzuje” na ciągu głównym. Zaczyna się okres przetwarzania wodoru w hel.

Życie na ciągu głównym

Reakcja p-p



Typowa (ale nie jedyna) reakcja syntezy helu zachodząca w gwiazdzie znajdującej się na ciągu głównym.

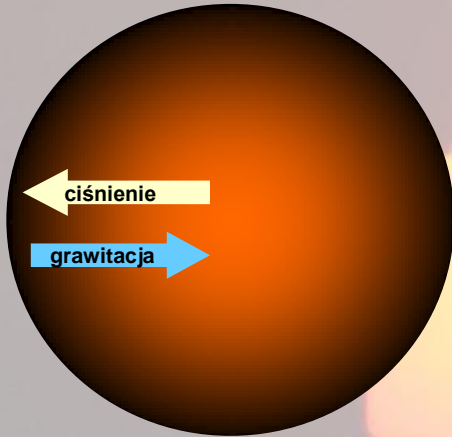
Gwiazda po „rozpaleniu” wnętrza osiąga stan równowagi.

Dla Słońca:

600 mln ton wodoru zamienia się w hel w każdej sekundzie

4 mln ton jest przekształcane w energię: $3.6 \cdot 10^{26}$ J

Życie na ciągu głównym



Gwiazda jest równowadze gdy grawitacja, która dąży do ściśnięcia gwiazdy jest powstrzymywana przez wytwarzane we wnętrzu ciśnienie:

- gazu (duże, bo w centrum jest wysoka temperatura)
- promieniowania (bo wewnątrz zachodzą reakcje termojądrowe)

Równowaga zostaje zaburzona kiedy kończy się paliwo we wnętrzu.

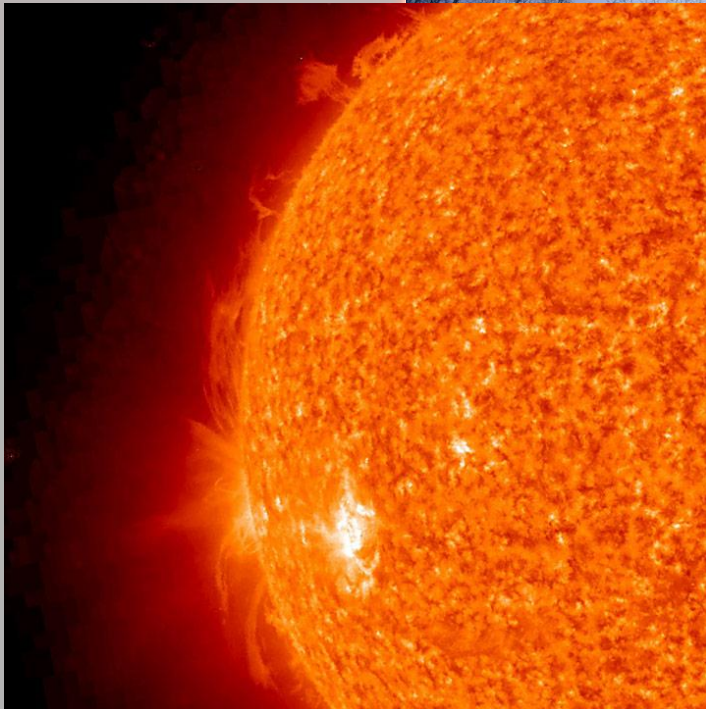
Wtedy maleje ciśnienie:

- gazu, bo jest mniej cząstek
- promieniowania, bo spada tempo reakcji termojądrowych

Czas po jakim nastąpi zachwianie równowagi zależy głównie od masy gwiazdy. Od masy zależą także dalsze losy gwiazdy...



Życie na ciągu głównym



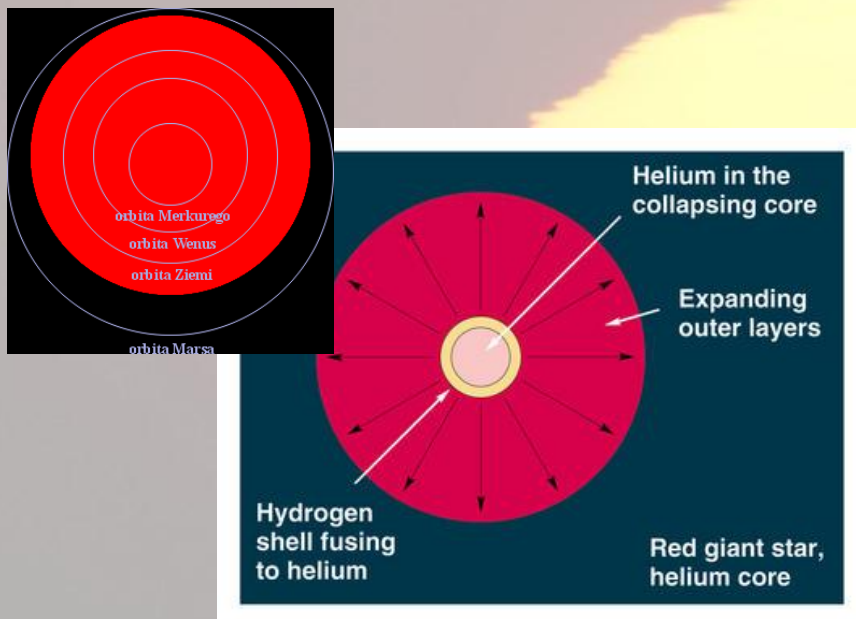
Gwiazdy o małej masie:

$$0,4 M_{\odot} < M < 1.5 M_{\odot}$$

**Typowym przykładem jest
nasze Słońce**

**Po wypaleniu wodoru we wnętrzu
gwiazda kurczy się i rozgrzewa w
centrum do temperatury ponad
100 milionów kelwinów.**

Pożegnanie z ciągiem głównym

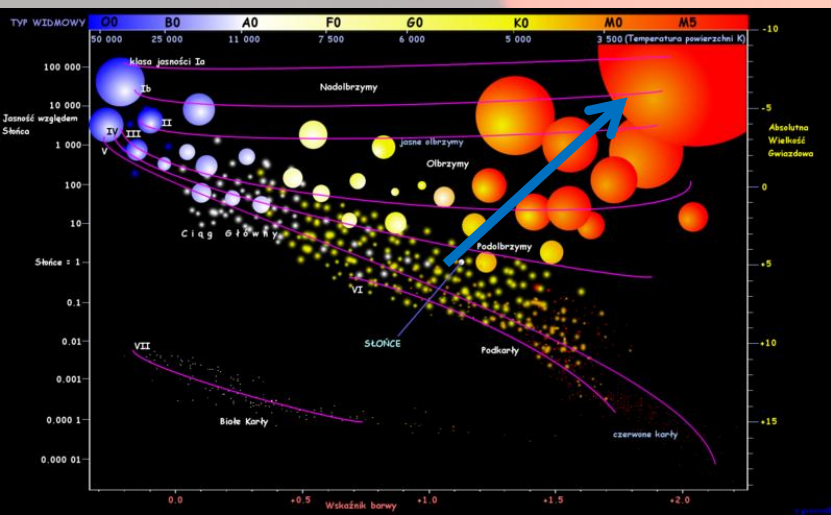


Zanim jednak centrum osiągnie odpowiednią temperaturę gwiazda przechodzi przez etap „czerwonego olbrzyma” - na diagramie H-R przesuwa się w prawo i w górę

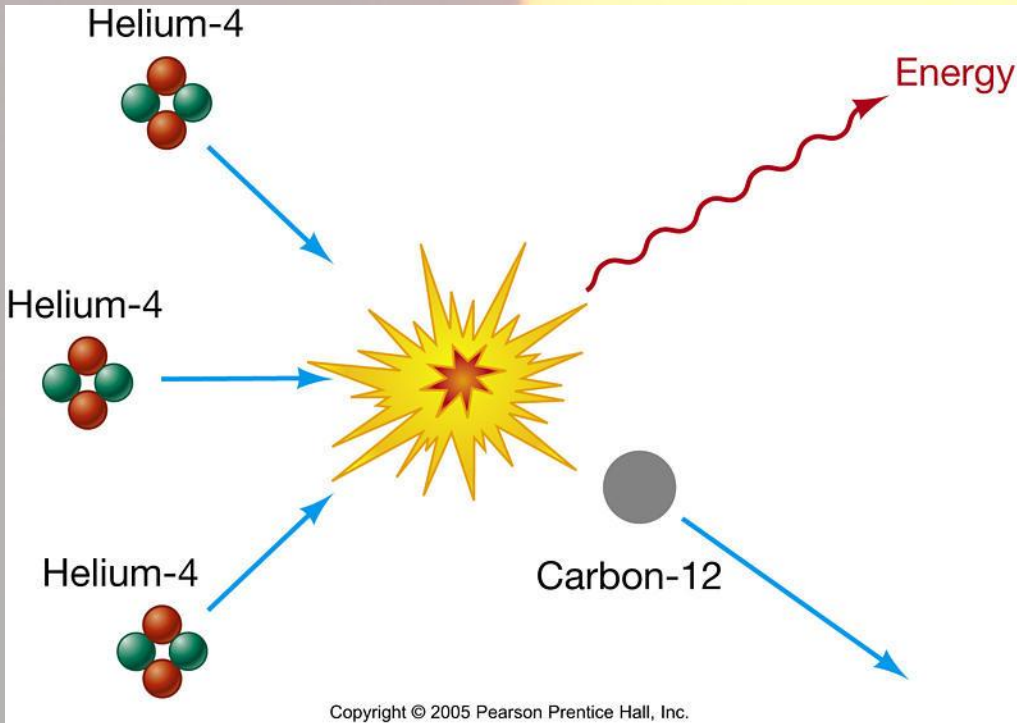
Jądro gwiazdy powoli zapada się. Wewnątrz nie ma już paliwa (wodoru). Temperatura jądra rośnie i zaczyna się spalanie wodoru w cienkiej warstwie wokół jądra.

Jednocześnie zewnętrzne warstwy gwiazdy rozdymają się i chłodzą – gwiazda robi się wielka i czerwona.

Ten etap pojawia się w czasie życia każdej gwiazdy poza tymi najmniej masywnymi.



Pożegnanie z ciężkim głównym



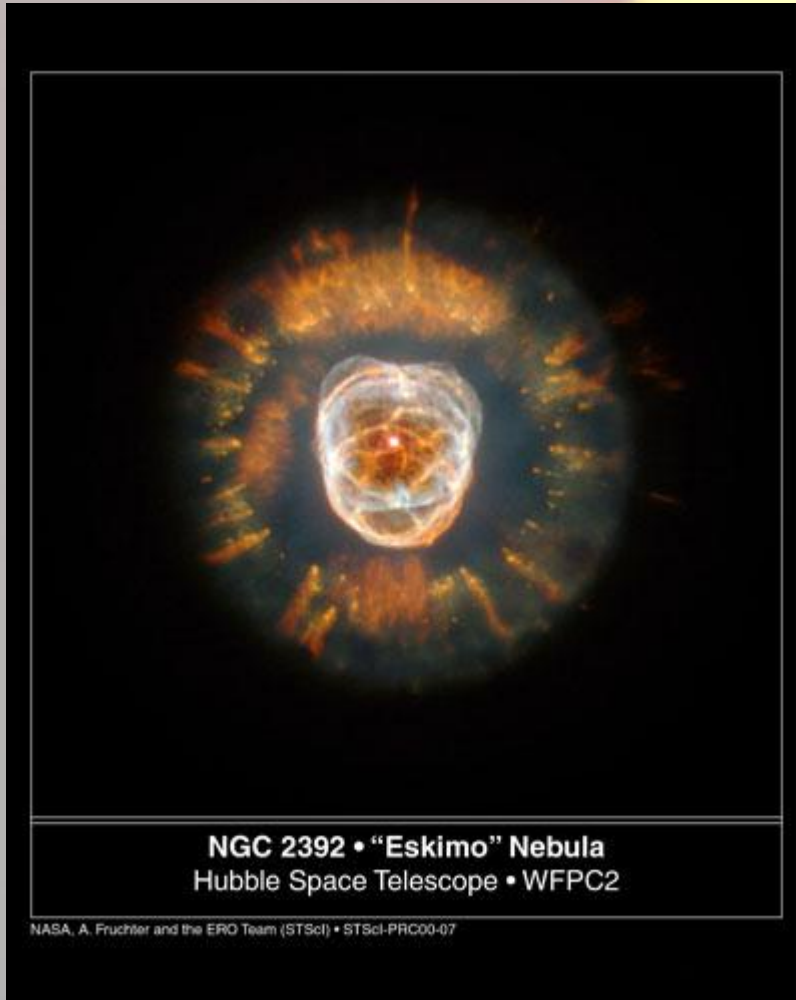
Kiedy jądro osiągnie odpowiednią temperaturę następuje tzw. błysk helowy – wewnątrz rozpoczyna się nagle przemiana helu w węgiel, a gwiazda gwałtownie jaśnieje

Ta reakcja nazywa się reakcją 3α ponieważ z trzech atomów helu (cząstek α) powstaje jeden atom węgla.

Reakcja 3α jest bardzo wrażliwa na zmiany temperatury – gwiazda staje się „niespokojna”

Po zapaleniu helu gwiazda znów jest w stanie równowagi. Ten stan nie trwa jednak długo.

Mgławica planetarna

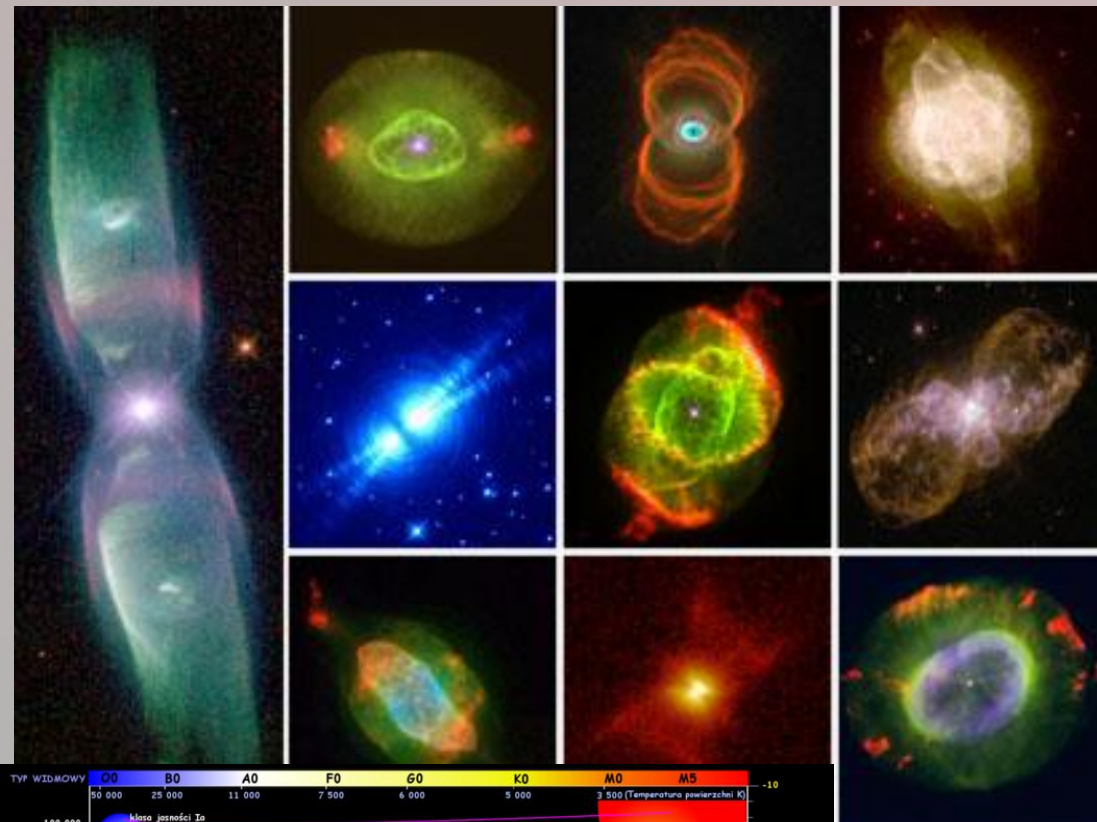


W pewnym momencie kończy się hel i zapadanie jądra trwa aż do etapu białego karła.

Biały karzeł jest jądrem gwiazdy, które ma ogromną temperaturę i wielką gęstość.

**A co z zewnętrznymi warstwami?
Oddalają się od jądra i rozświetlają dzięki promieniowaniu ultrafioletowemu pochodzącemu od gorącego białego karła – obserwujemy tzw. mgławice planetarne.**

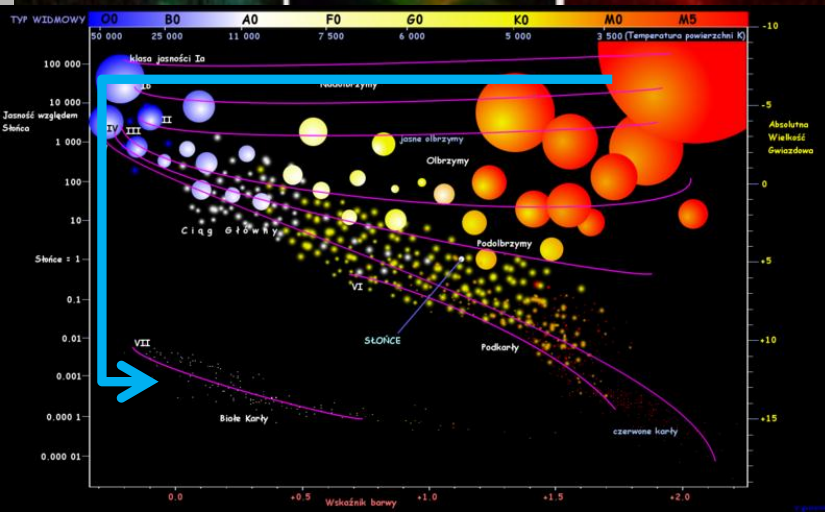
Śmierć



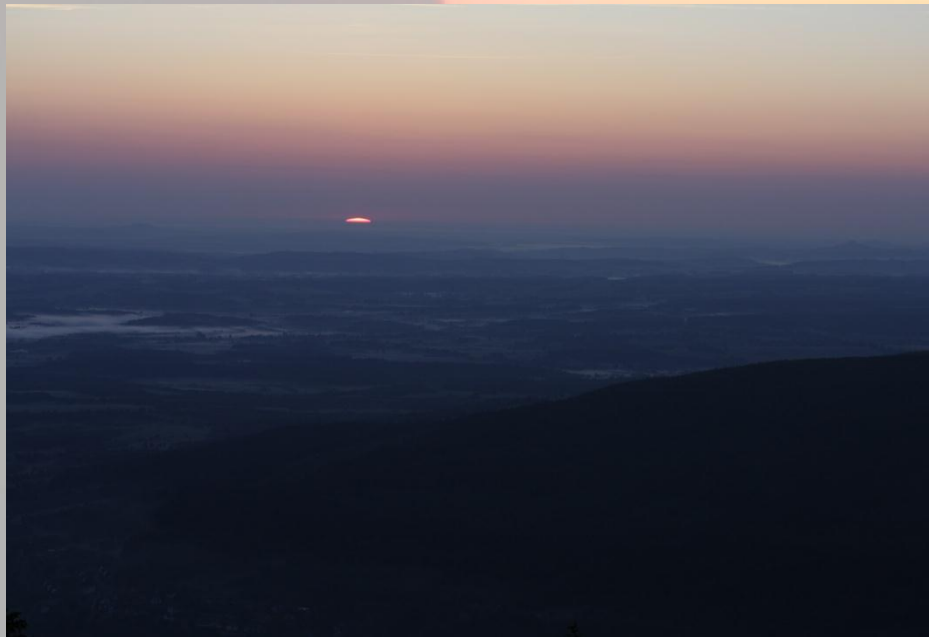
Gwiazda o masie porównywalnej z masą Słońca kończy życie jako stygnący biały karzeł, który nie może być bardziej masywny niż $1.4 M_{\odot}$

Piękna otoczka w postaci mgławicy planetarnej przestaje świecić po około 10 000 lat

Przestaje świecić ale nie znika. Gaz ucieka w przestrzeń międzygwiazdową i może zasilić obłok, z którego powstaną nowe gwiazdy... a może także planety



Tranzyt Wenus



Lekcja 2: Wenus na tle Słońca i projekt „Astro Izery”



Lekcja 2: Wenus na tle Słońca i projekt „Astro Izery”



Elementy stałe:

- model Układu Słonecznego
- gnomon i zegar słoneczny
- Izerski Park Ciemnego Nieba

Imprezy cykliczne:

- Szkolne Warsztaty Astronomiczne (10)
- Ogólnopolskie Spotkania Astronomiczne (7)
- Astronomiczny Dzień w IPCN (6)

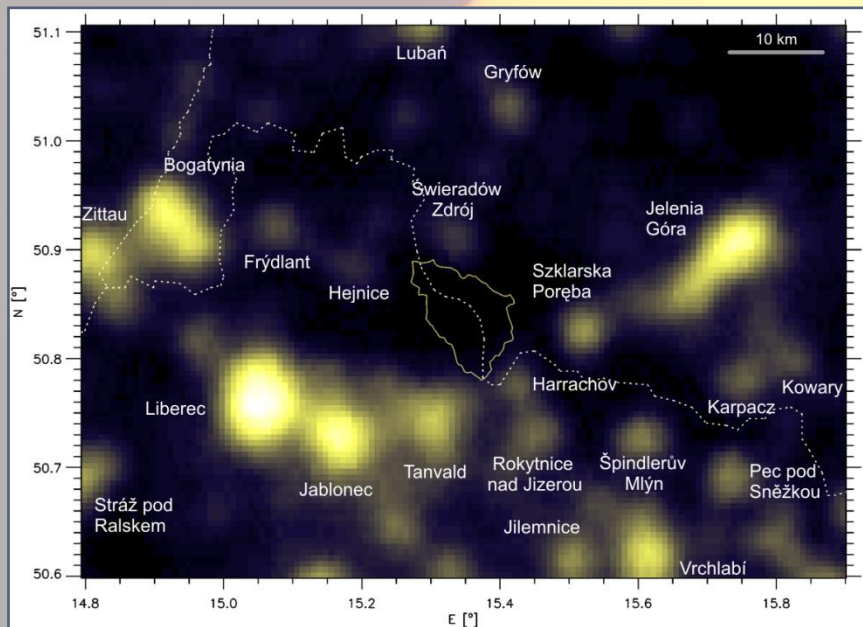
Izerski Park Ciemnego Nieba

JIZERSKÁ
OBLAST
TMAVÉ
OBLOHY



IZERSKI
PARK
CIEMNEGO
NIEBA

Inauguracja 4. listopada 2009 roku



Jeden z elementów projektu Astro Izery

www.astro.uni.wroc.pl/astroizery

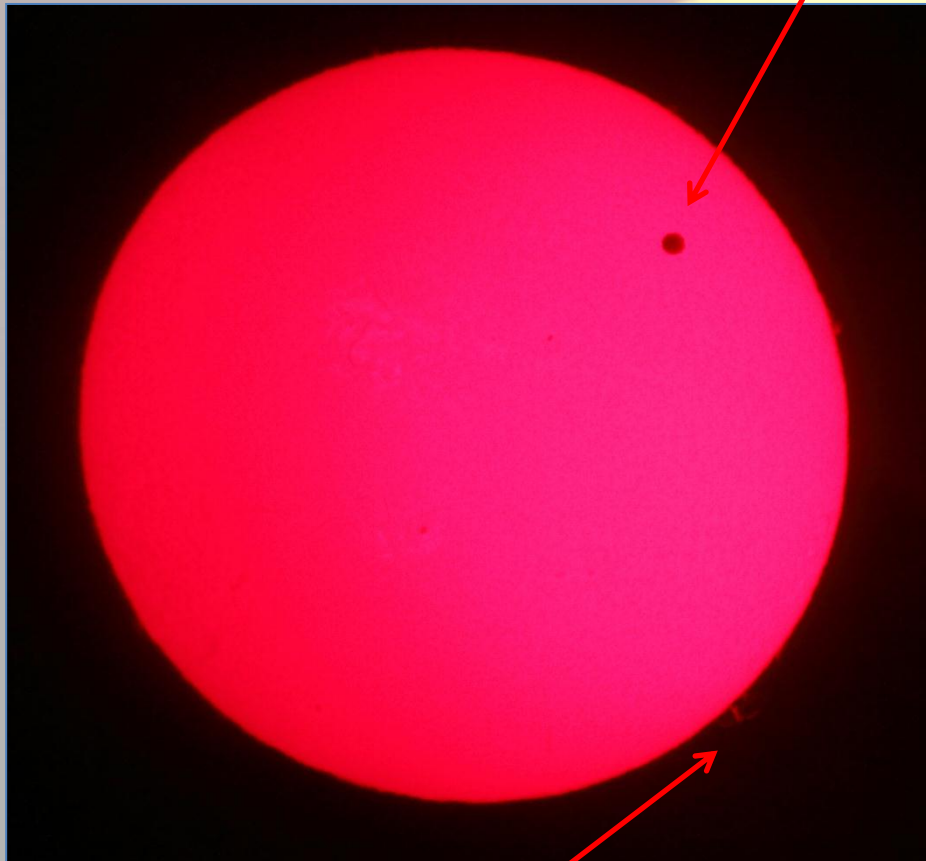


Uniwersytet
Wrocławski
Instytut Astronomiczny

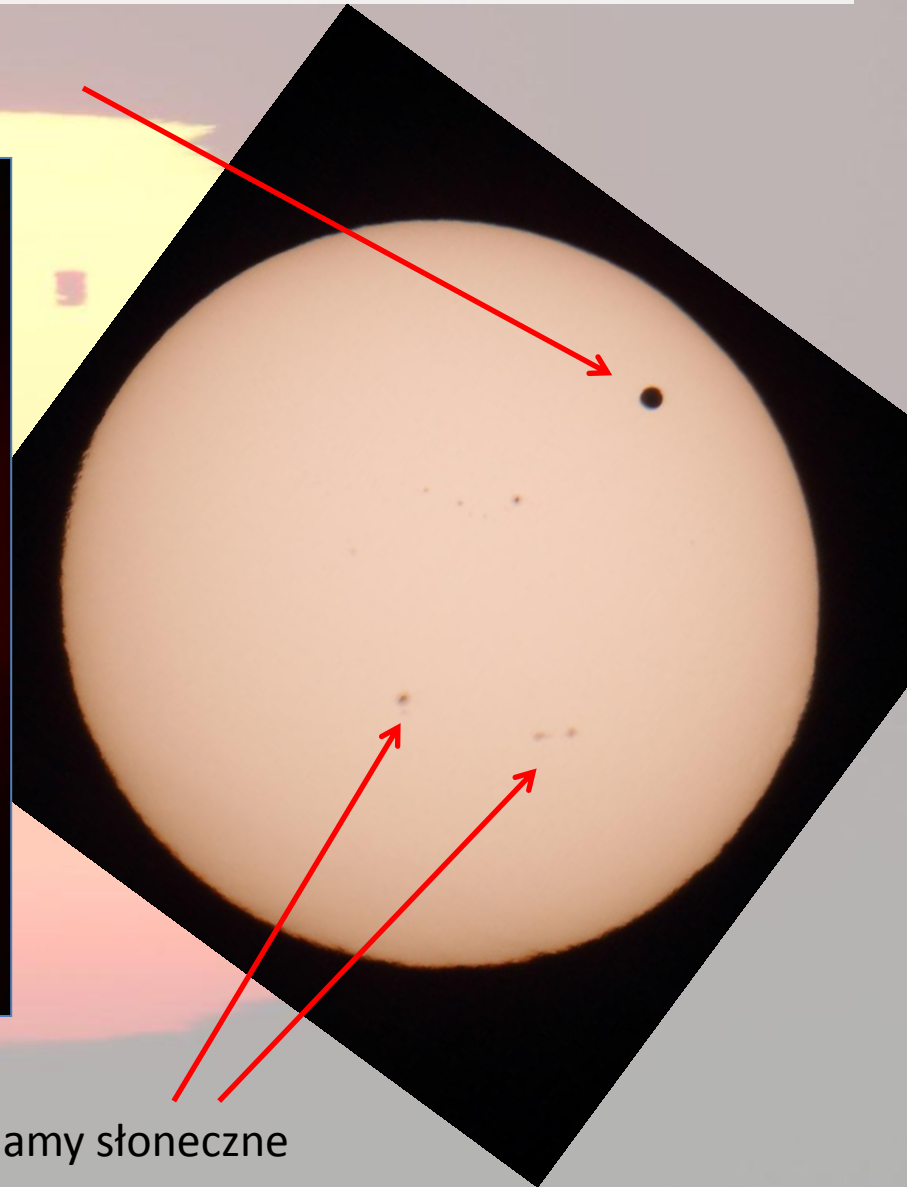


LESYČR

Lekcja 3: aktywne Słońce

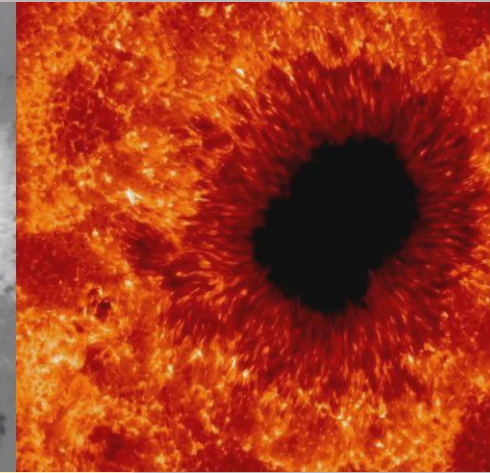
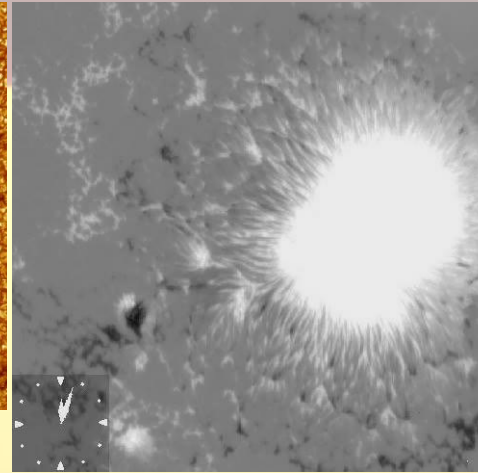
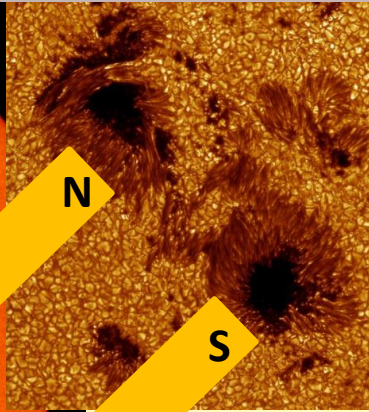


protuberancja



plamy słoneczne

Słońce zaplamione = Słońce aktywne



Typowe rozmiary plamy: średnica od 4 000 km do 30 000 km (czasem nawet 60 000 km)

Temperatura: o 1000-1500 K niższa od temperatury powierzchni Słońca (5778 K)

Typowy czas życia: od kilku dni do kilku miesięcy

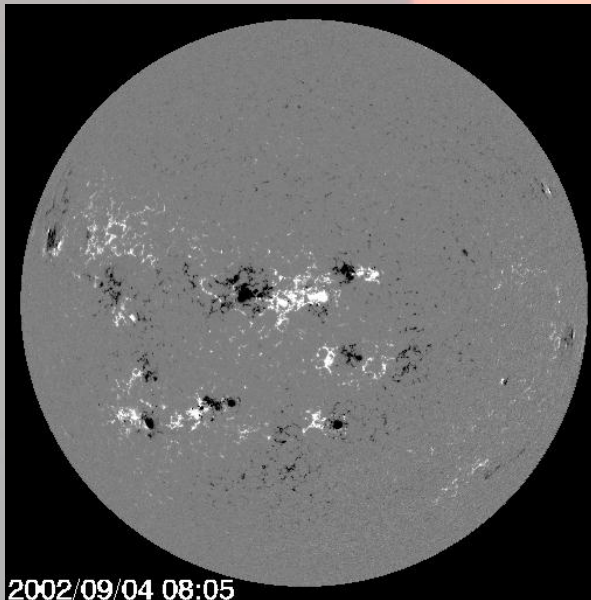
Pole magnetyczne: od 250 Gs do 5000 Gs

Obserwowane przez starożytnych Chińczyków

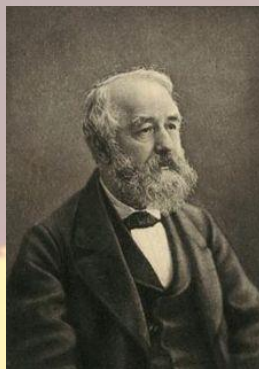
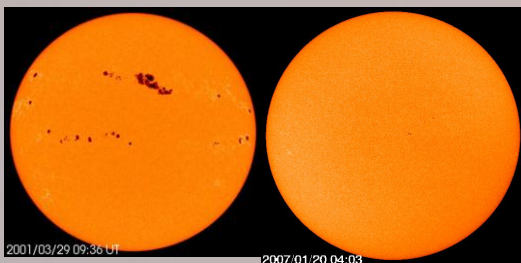
Kilka obserwacji plam wykonanych ok. 1000 – 1200 r. – okres wyjątkowo silnej aktywności Słońca

ok. 1610 pierwsze obserwacje za pomocą lunety

Systematyczne obserwacje pokazały cykliczność pojawiania się plam



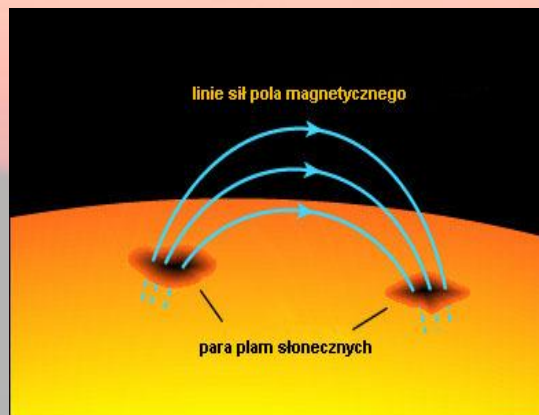
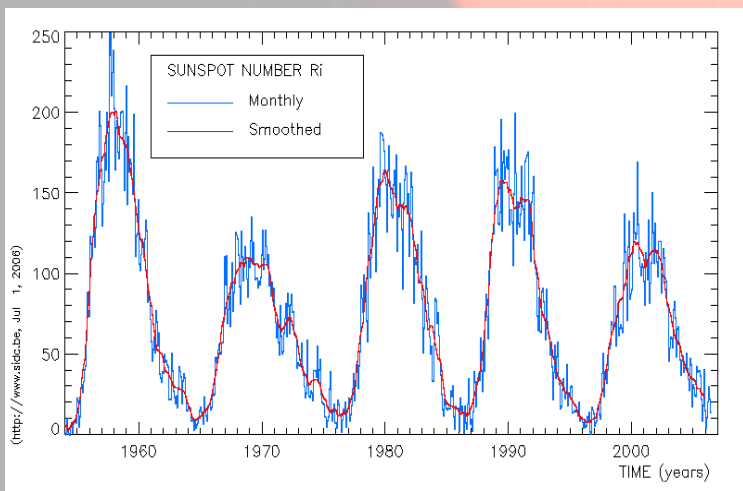
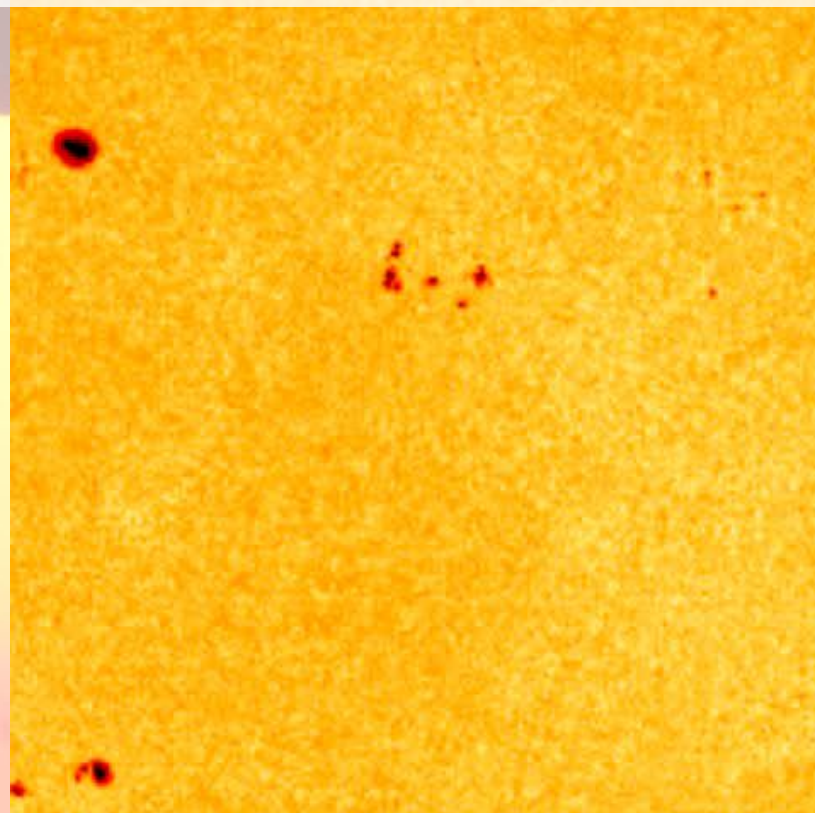
Cykl aktywności



Rudolf Wolf (1816-1893) proponuje obiektywną metodę liczenia plam



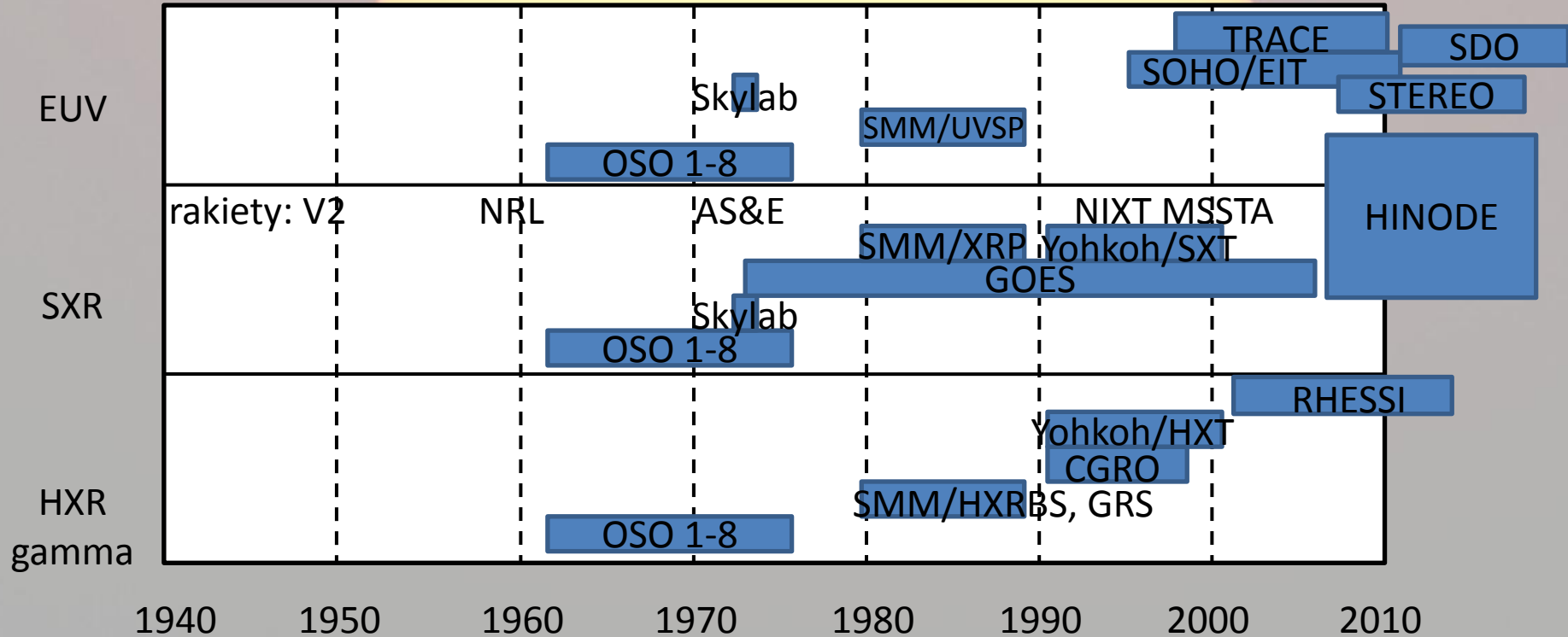
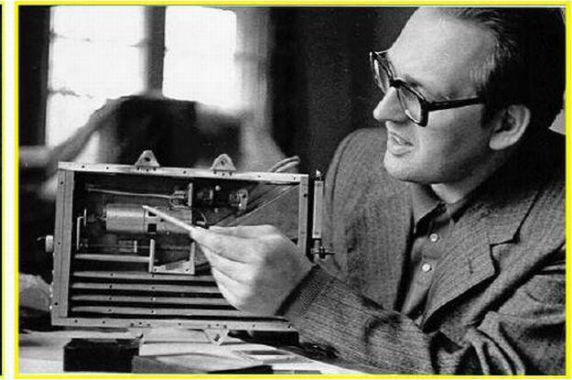
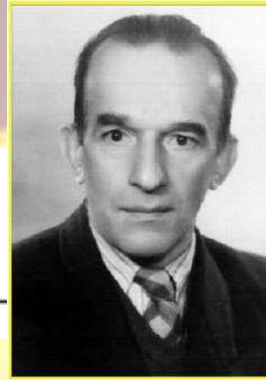
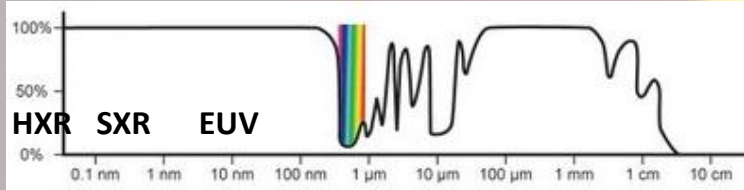
Samuel Heinrich Schwabe (1789-1875) – odkrywa cykliczność pojawiania się plam



W maksimum widać dużo plam oraz związanych z nimi obszarów aktywnych.

Obszary aktywne najlepiej widoczne są w zakresie X i UV.

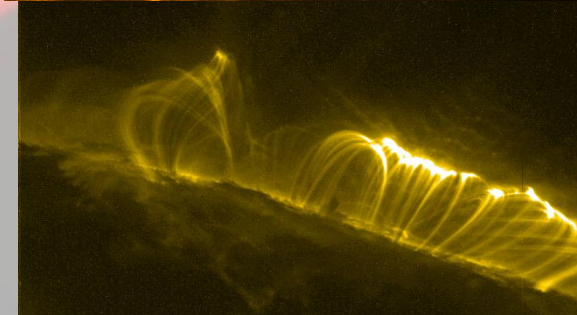
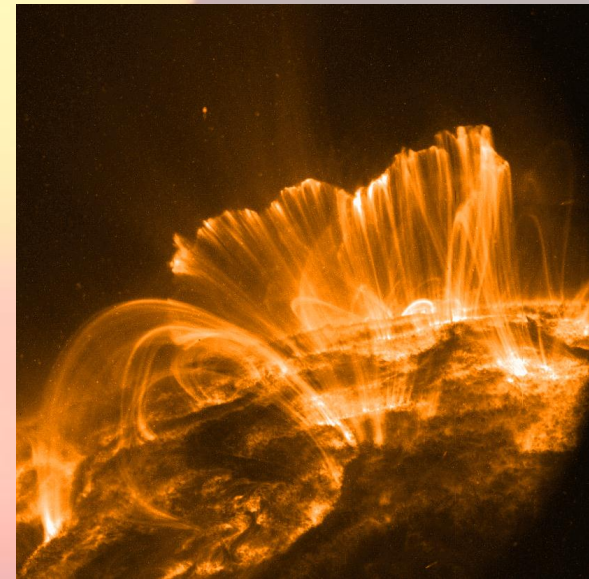
Obserwacje satelitarne



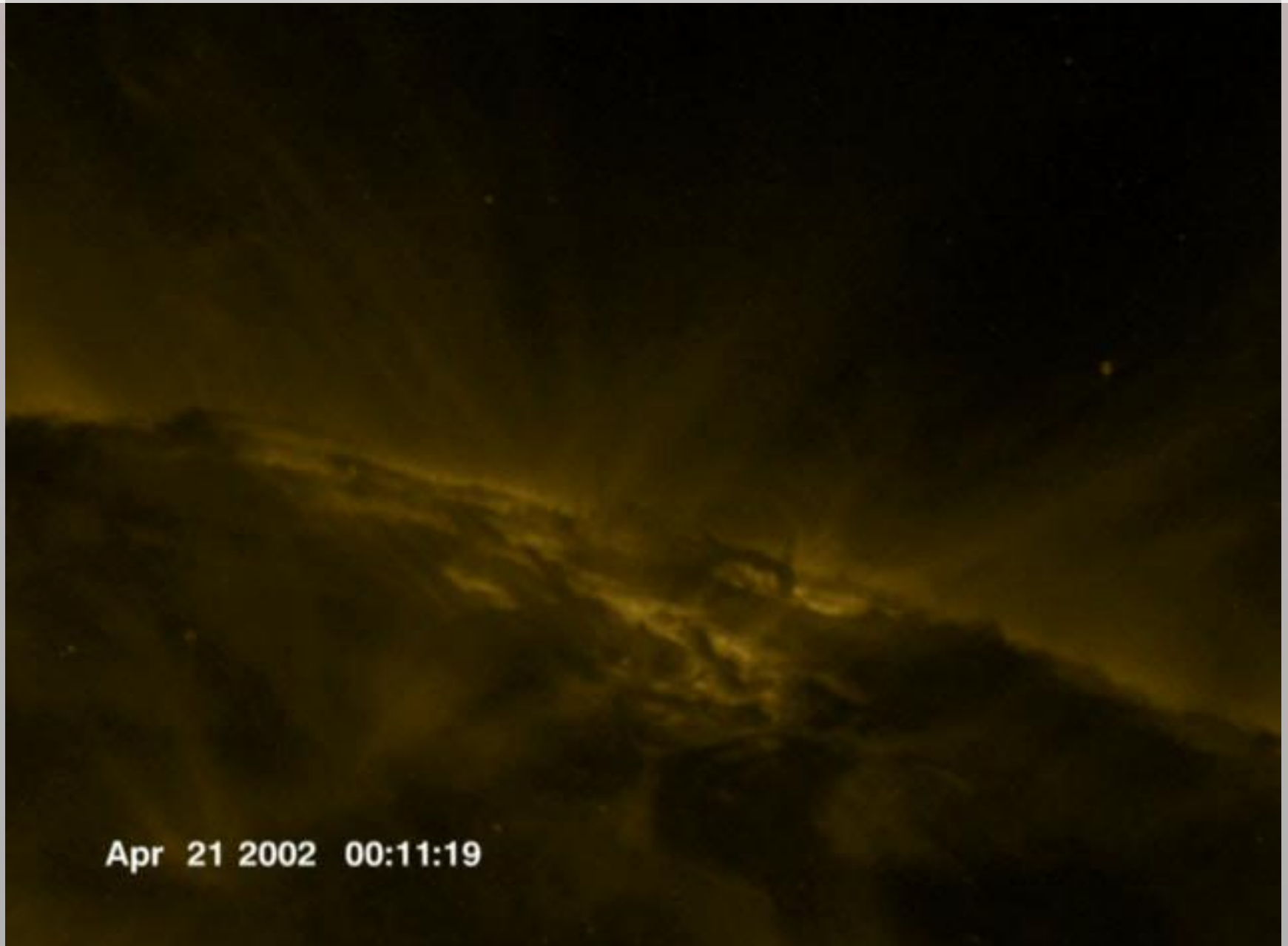
Zjawiska aktywne

- rozbłyski
- koronalne wyrzuty masy (CME)
- erupcje protuberancji

Ogólnie: zjawiska dynamiczne zachodzące w atmosferze słonecznej

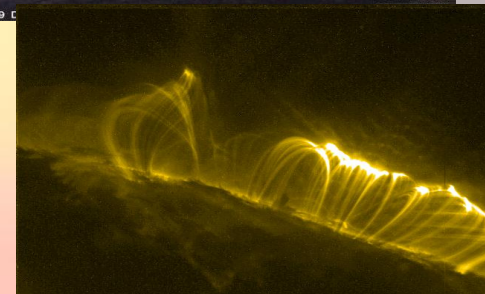
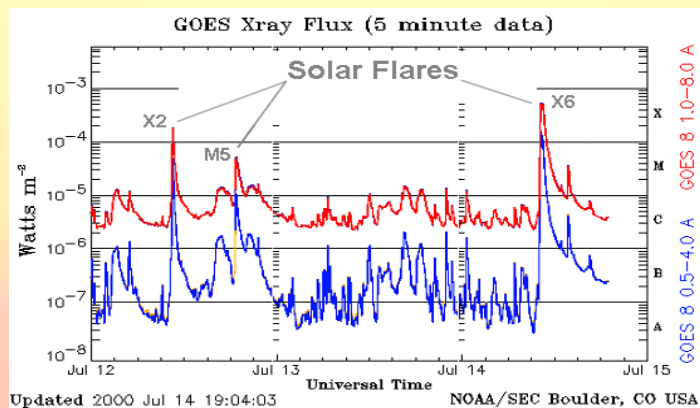
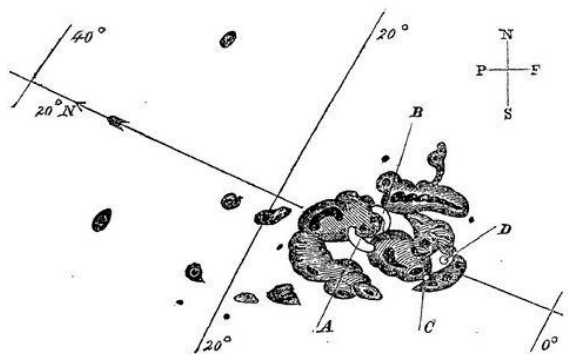


Rozbłyski



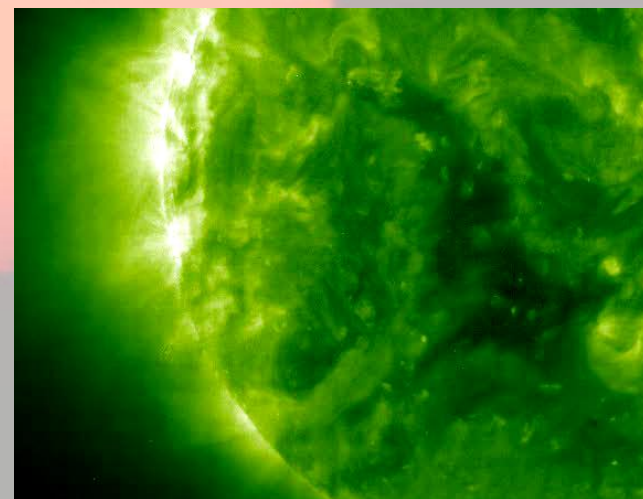
Rozbłyski

Richard Carrington obserwuje 1 września 1859 r. gwałtowne pojaśnienie w okolicy obserwowanych plam

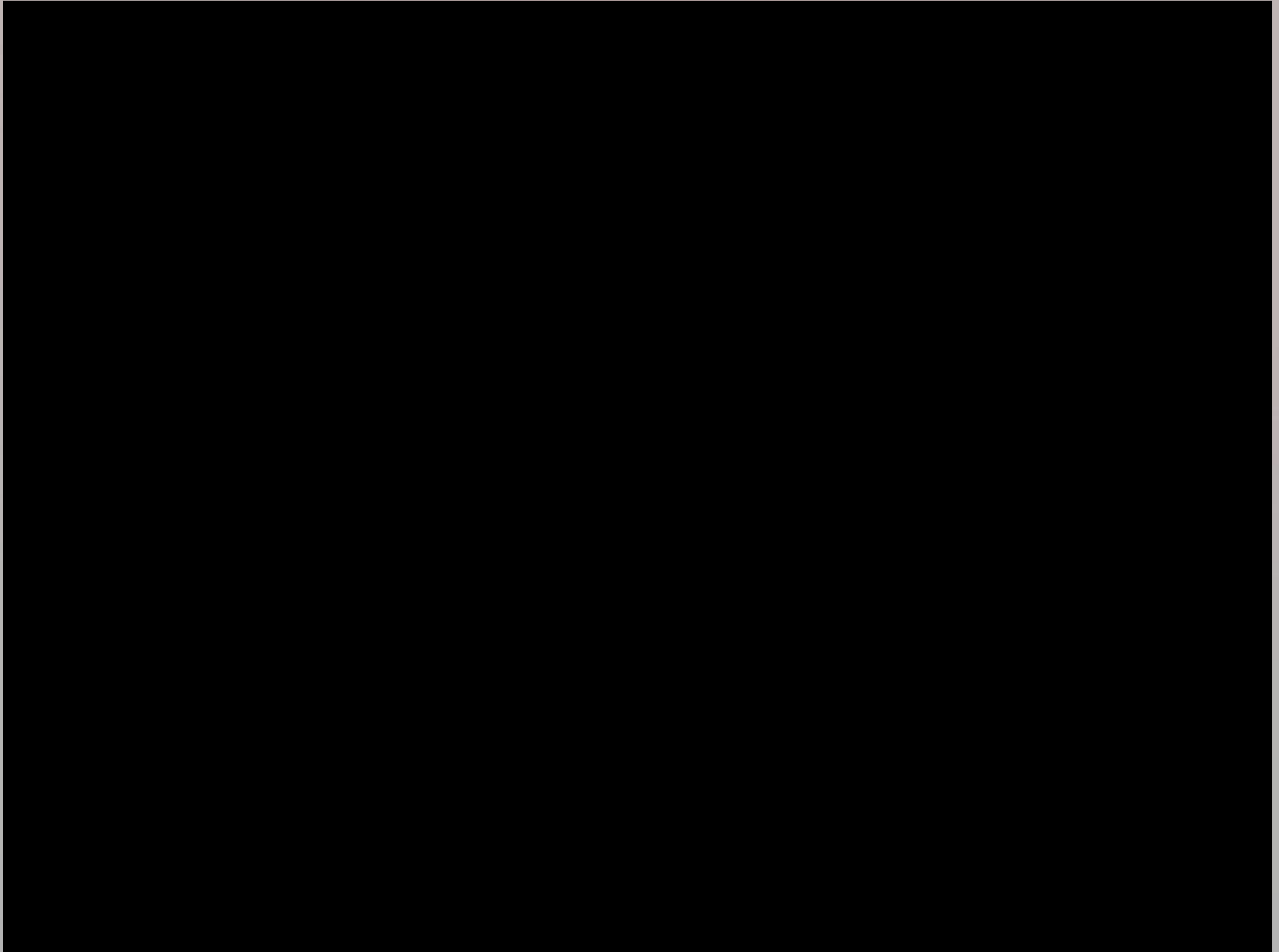


Typowe energie [J]:

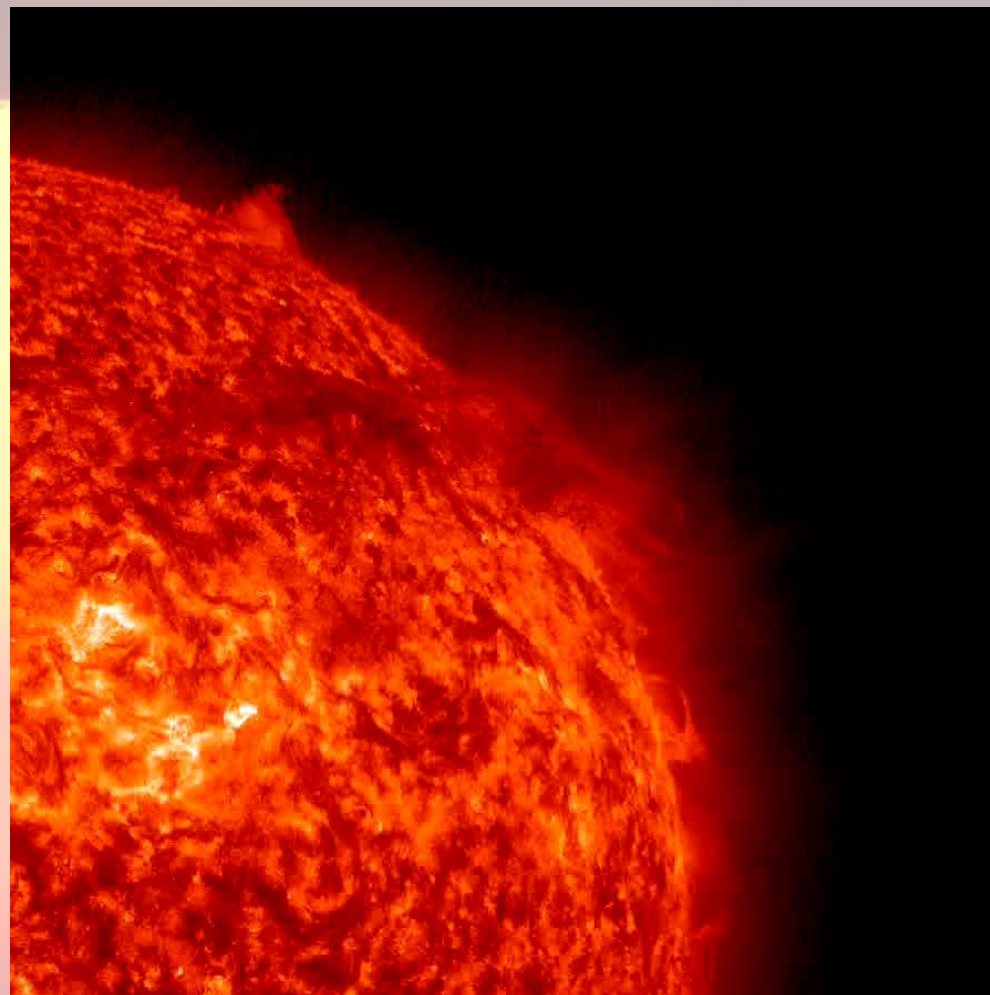
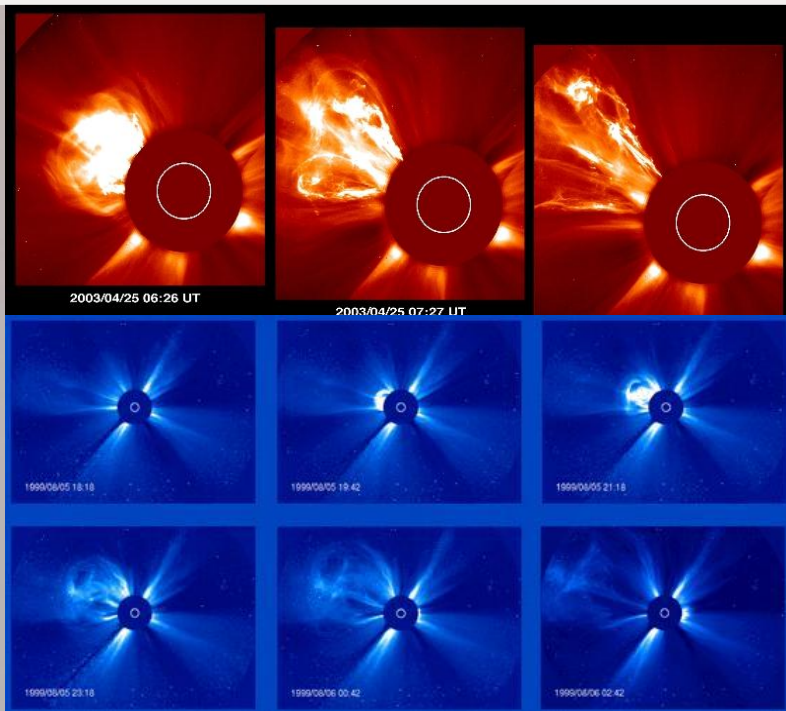
- | | |
|------------------------------|---------------------|
| - granat | 4-8x10 ⁵ |
| - bomba konwencjonalna (1 t) | 4x10 ⁹ |
| - bomba atomowa (Little Boy) | 6x10 ¹³ |
| - bomba Car | 2x10 ¹⁷ |
| - światowy arsenał atomowy | 2x10 ¹⁹ |
| - wulkan Toba (Sumatra) | 10 ²⁰ |
| - rozbłysek słoneczny | 10 ²⁶ |



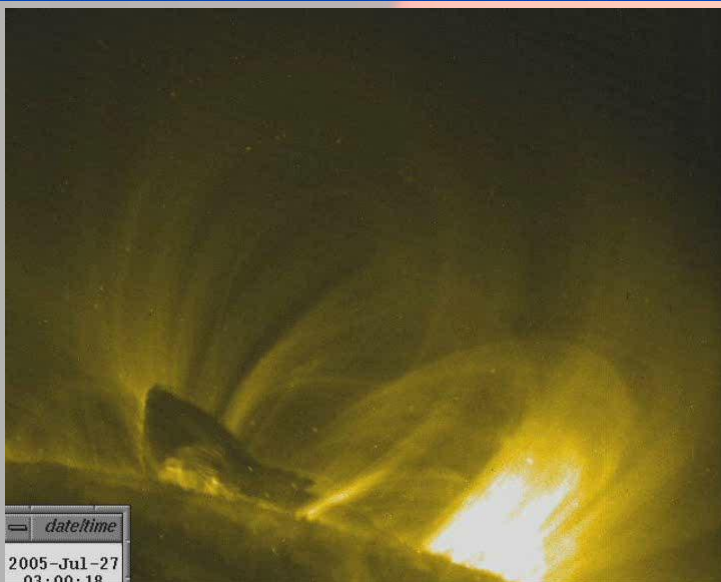
Erupcije protuberancji



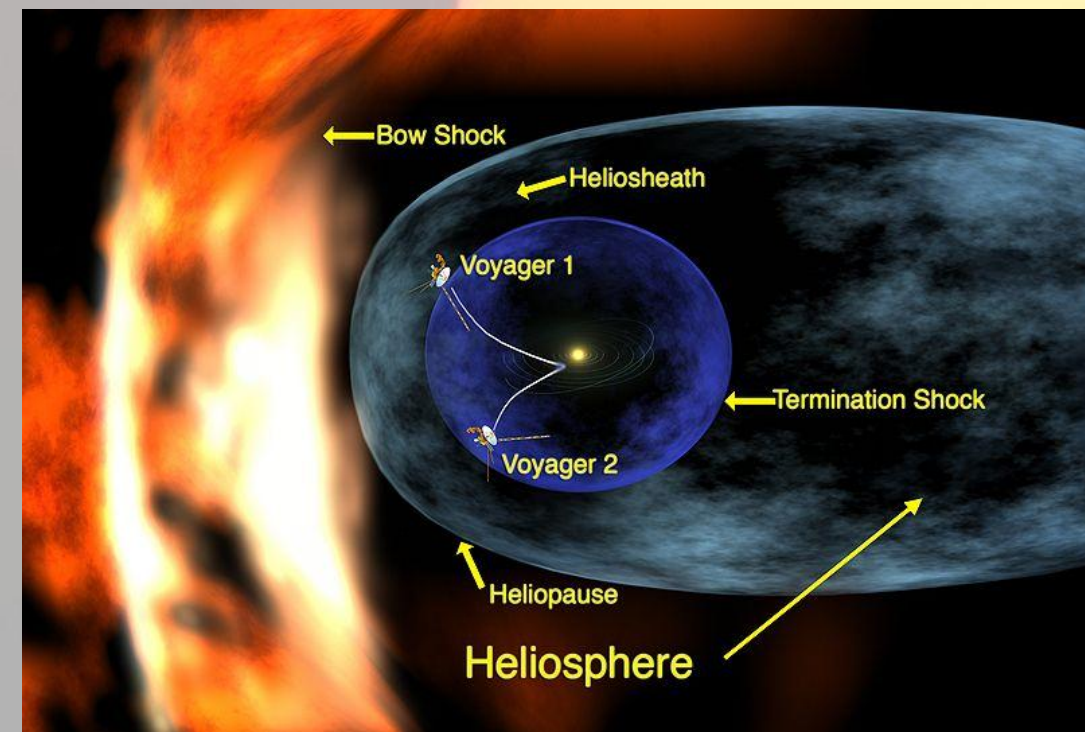
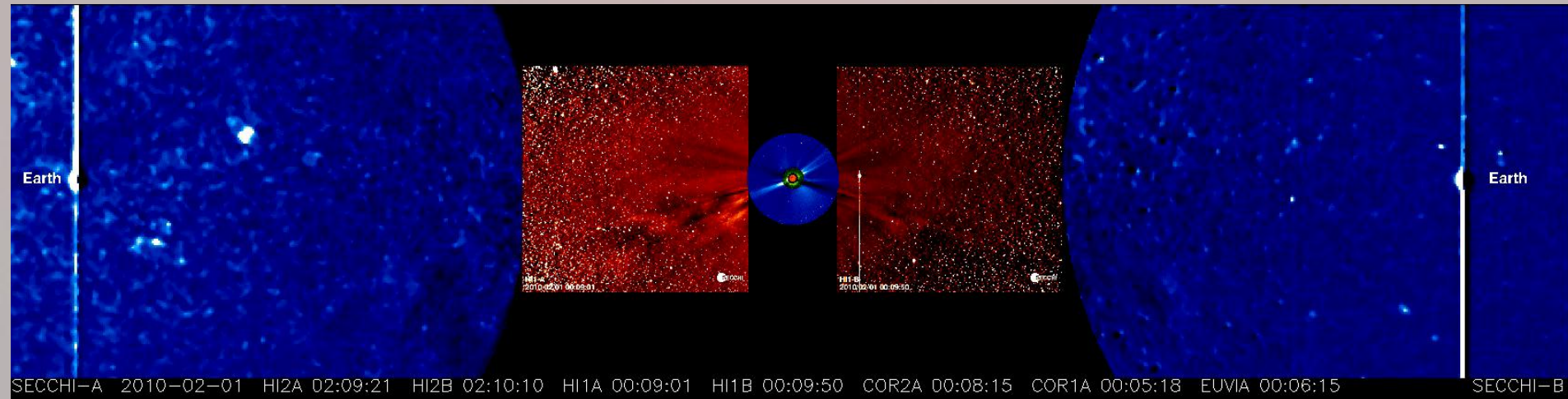
CME



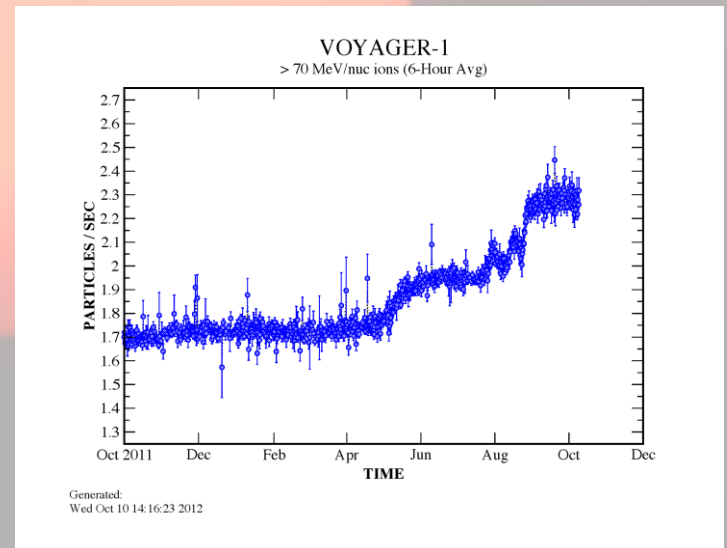
Bardzo często rozbłyski i erupcje protuberancji są obserwowane równocześnie z tzw. koronalnymi wyrzutami masy (CME) – są to olbrzymie chmury gazu, które mogą wędrować przez cały Układ Słoneczny



Heliosfera



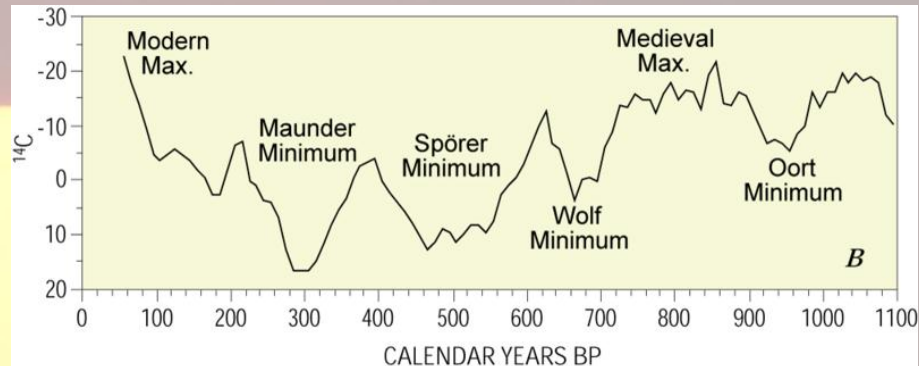
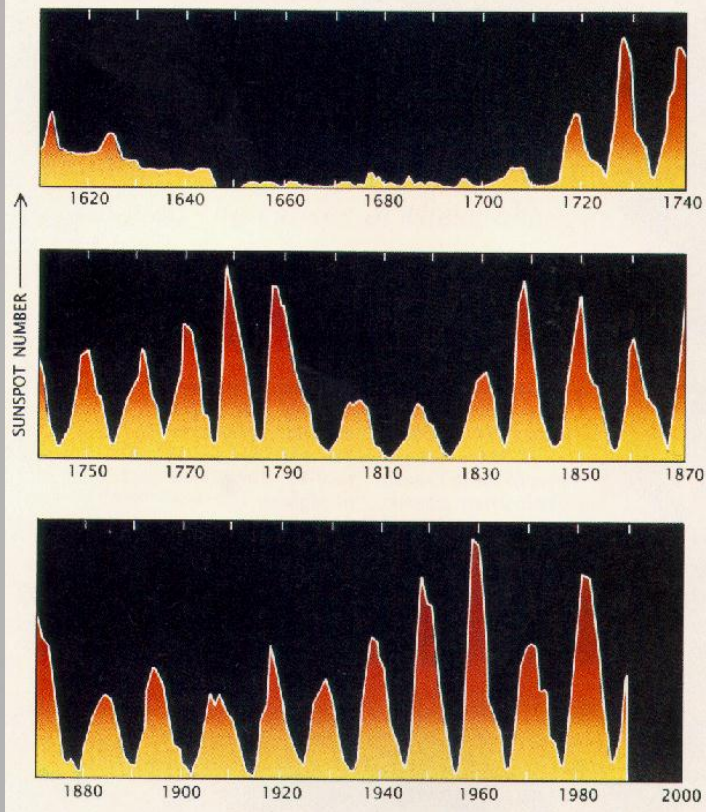
Heliosfera to „bąbel” naładowanych cząstek ze Słońca, które chronią nas przed ośrodkiem międzygwiazdowym.



Lekcja 4: aktywność a klimat

Jeśli żyjemy „zanurzeni” w atmosferze słonecznej to czy nie powinna ona mieć jakiegoś wpływu na ziemski klimat?

To oznacza, że powinniśmy widzieć związek między aktywnością Słońca a średnimi temperaturami na Ziemi

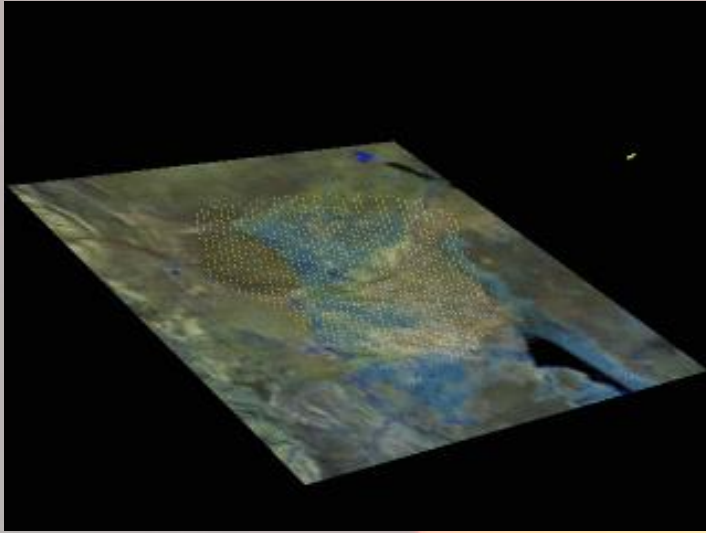


Zamarzający Bałtyk – regularne „połączenie” ze Szwecją

Hetman Czarniecki „rzuca się przez morze” (cieśninę Allsund)

400 lat wcześniej Grenlandia była zieloną wyspą i została zasiedlona

Jak to działa?



Cząstki promieniowania kosmicznego mają olbrzymie energie (sięgające 10^{20} eV). Wpadając w ziemską atmosferę sieją zniszczenie wśród atomów, które wchodzą w jej skład.

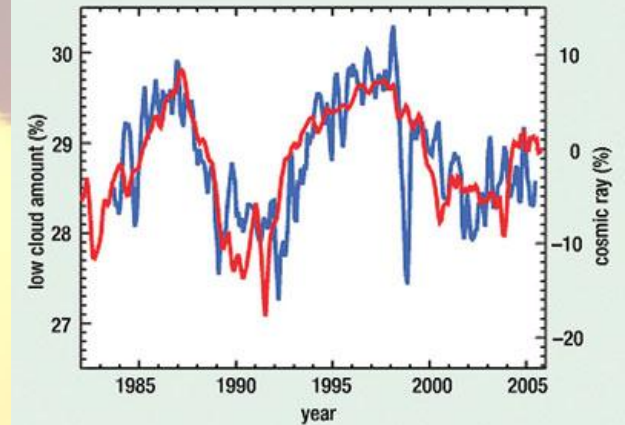


Figure 2. Global variation in cloud amount for clouds below 3.2 kilometers above sea level (blue line) compared to the anomaly in cosmic ray counts at Climax, Colorado (red line).⁶



W minimum aktywności Słońce słabiej chroni nas przed promieniowaniem kosmicznym.

Więcej cząstek promieniowania kosmicznego w atmosferze ziemskiej to więcej zaburzeń i sprzyjające warunki do powstawania chmur.

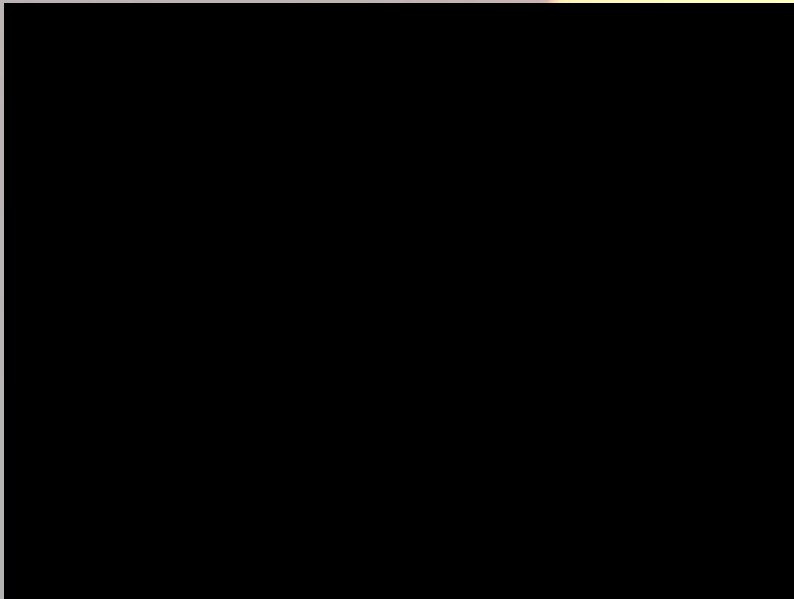
Więcej chmur to mniej promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi

Piękne strony aktywności Słońca

Wysoka aktywność Słońca = mniejsze zachmurzenie chmurami niskimi

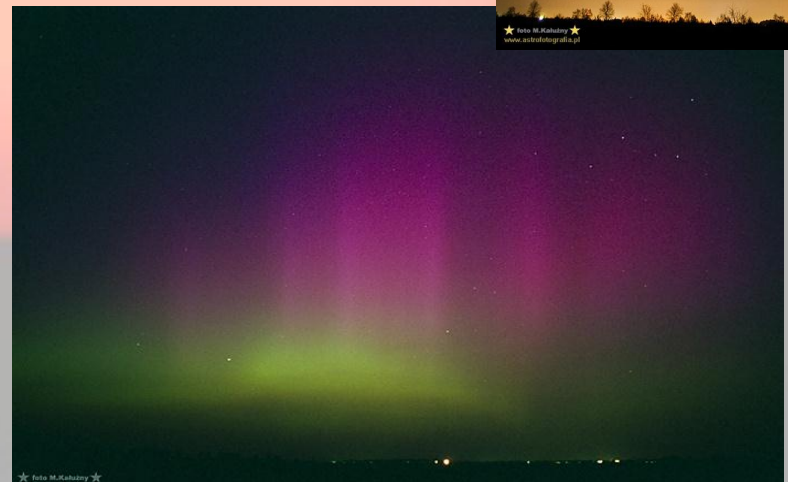
ale również:

Wysoka aktywność Słońca = duża szansa na zobaczenie zorzy polarnej



W każdym cyklu aktywności zdarza się kilka – kilkanaście okazji do zobaczenia zorzy polarnej na południu Polski

Oczywiście, najłatwiej zobaczyć ją na dużych szerokościach geograficznych.



Lekcja 5: jak zmierzyć szerokość geograficzną czyli o SWA słów kilka



Lekcja 5: jak zmierzyć szerokość geograficzną czyli o SWA słów kilka



Lekcja 5: jak zmierzyć szerokość geograficzną czyli o SWA słów kilka



Lekcja 5: jak zmierzyć szerokość geograficzną czyli o SWA słów kilka



Lekcja 5: jak zmierzyć szerokość geograficzną czyli o SWA słów kilka



Rzeczywista szerokość geograficzna: $50^{\circ}48'54''$

Średnia szer. wyznaczona z 10 pomiarów: $50^{\circ}49'28''$

Różnica obliczonej i rzeczywistej szerokości: 0.0095° , czyli 1057 m na północ od Orla

Lekcja 5: jak zmierzyć szerokość geograficzną czyli o SWA słów kilka



SZKOLNE WARSZTATY ASTRONOMICZNE

Strona główna | Wiadomości | Galeria | Ćwiczenia | Astro Izery | Raport | Wsparli nas | Prace uczniów | Kontakt

Strona główna

Witamy na stronie





Szkolnych Warsztatów Astronomicznych

organizowanych
pod patronatem

Instytutu Astronomicznego
Uniwersytetu Wrocławskiego

W dotychczasowych edycjach SWA brali uczniowie wrocławskich szkół:
LO Nr XVII, XIII, XII, VII, I oraz z Gimnazjum Nr XI i I.

Skład X SWA (19-21 września 2012):



KONTYNUACJA
MIĘDZYNARODOWEGO ROKU
ASTRONOMII

www.swa.edu.pl

W zakładce „Ćwiczenia”
będą pojawiały się
proste ćwiczenia
astronomiczne.