

Zorze polarne (aurory) i Słońce

Miljenko Čemeljić

Kolegium Astronomii i Nauk Przyrodniczych, Szkoła
Główna Mikołaja Kopernika (SGMK), Warszawa,
Polska



&

Instytut Fizyki, Silesian University in Opava, Czechy

&

Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika
Polskiej Akademii Nauk, Warszawa, Polska



&

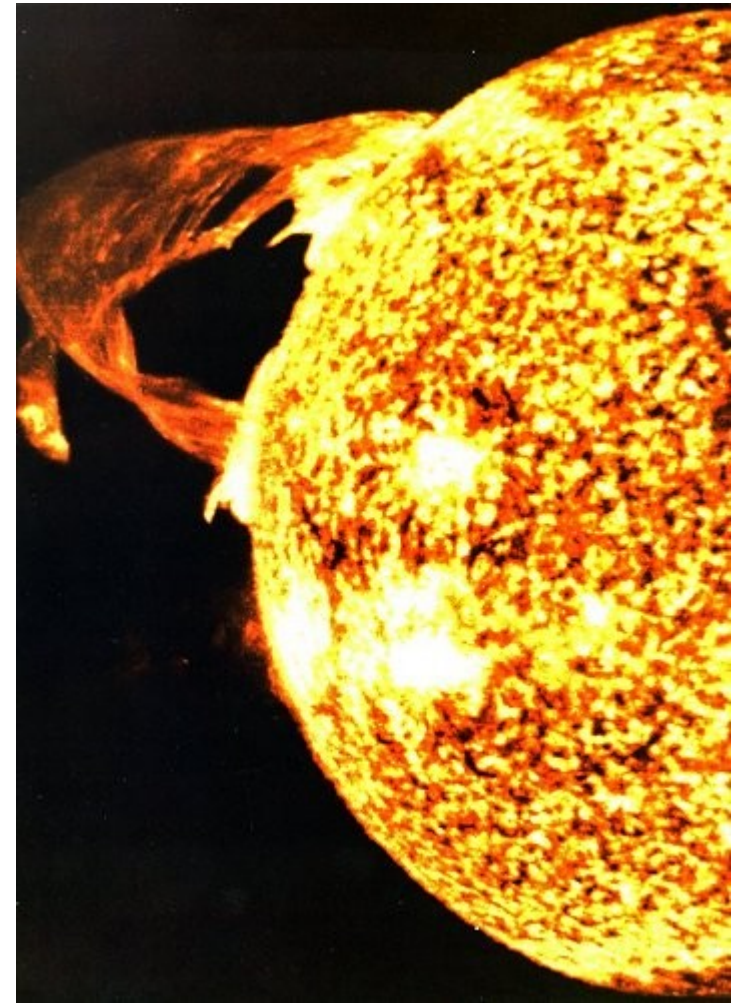
Academia Sinica Institute of Astronomy and
Astrophysics, Taipei, Taiwan



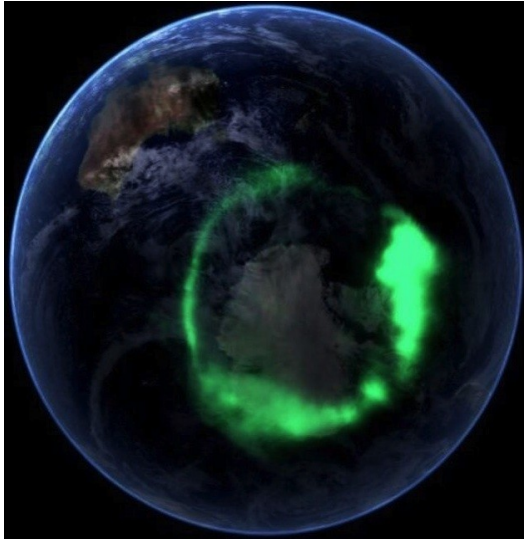
- Co to są zorze polarne (aurory)?
- Skąd się biorą aurory? Jaka jest rola Słońca w ich powstaniu?
- Dlaczego je w Polsce rzadko widzujemy?
- Czy są aurory na innych planetach?

Zorze polarne

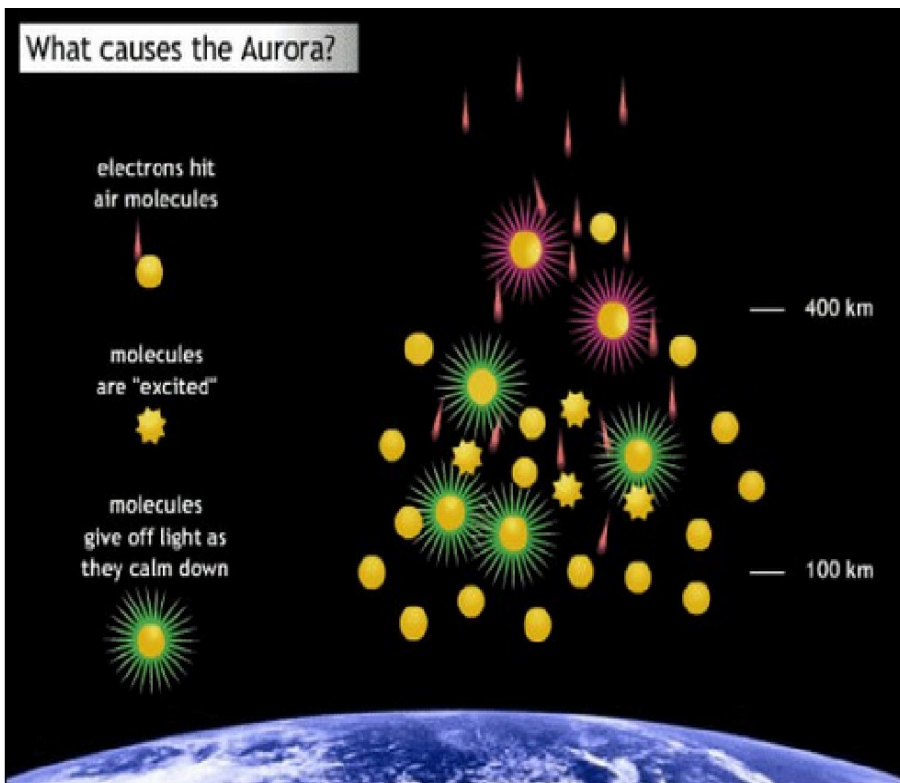
Zorze polarne zanotowano naukowo w XVII wieku, ale nie łączono wtedy tego z przestrzenią kosmiczną. Aurory powstają regularnie koło biegunów, bo tam pole magnetyczne Ziemi oddziałuje z wiatrem słonecznym, pełnym cząstek (elektronów i protonów), które się zderzają z cząstkami gazów w górnych warstwach atmosfery, kilkaset kilometrów nad Powierzchnią. Bardziej na południu aurory powstają w okresach większej aktywności Słońca. To się zdarzyło ostatnio, bo się na siebie nałożyło kilka epizodów magnetycznej aktywności Słońca-to były aurory stulecia-niektóre oceny nawet mówią że najsilniejsze w ostatnich 500 lat!



Pole magnetyczne Ziemi-zorza polarna



Nazwe **aurora borealis** dał Pierre Gassendi jak je obserwował w r.1621, od rzymskiej bogini zorzy (Aurora) i greckiej nazwy wiatru północnego (Boreas).

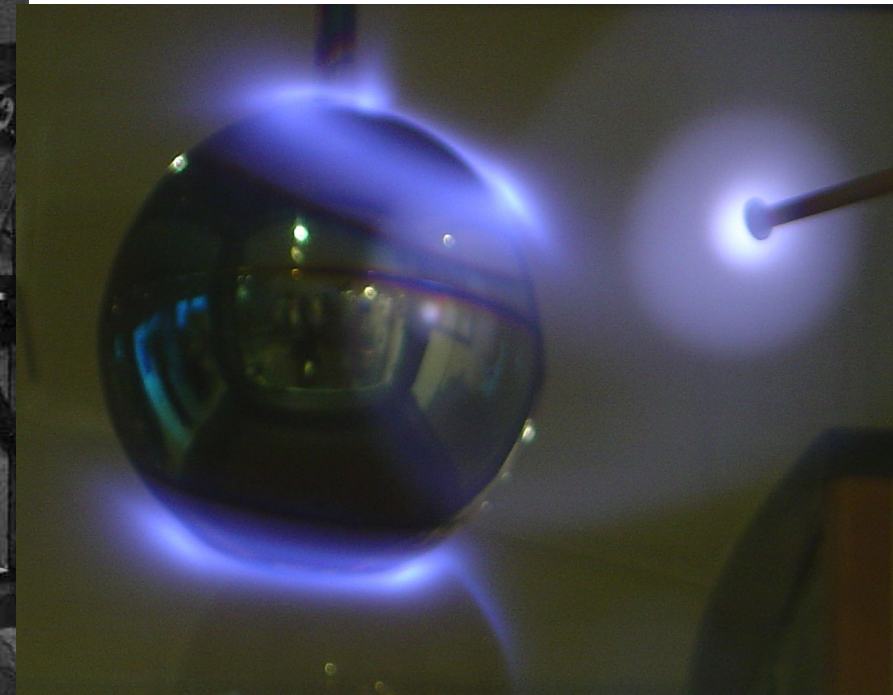
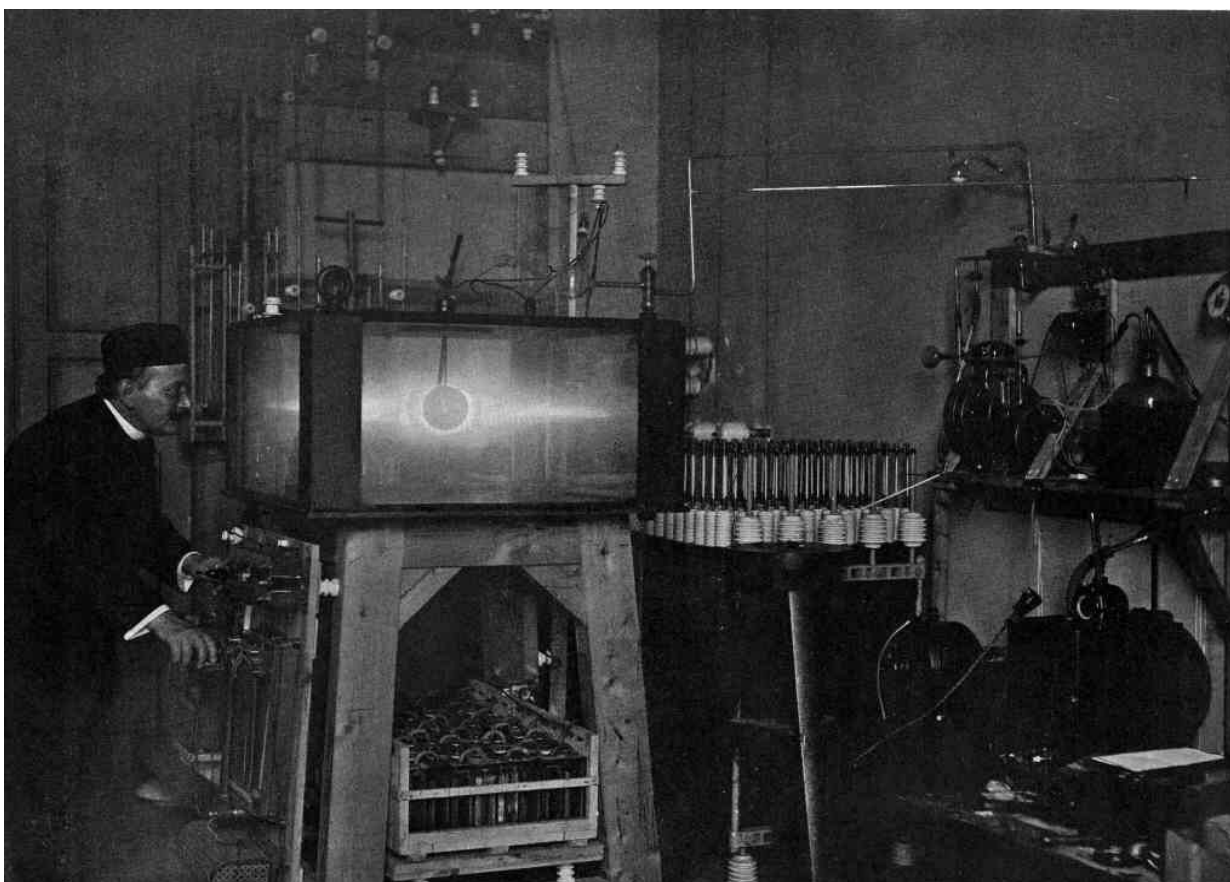


Różne gazy w górnych warstwach atmosfery i nad nią emitują, w zderzeniu z cząstkami z wiatru słonecznego (głównie elektrony), różne kolory światła. Emisja promieniowania atomów tlenu jest zielonkawa albo bronzowo-czerwona, a azotu niebieska albo czerwona.

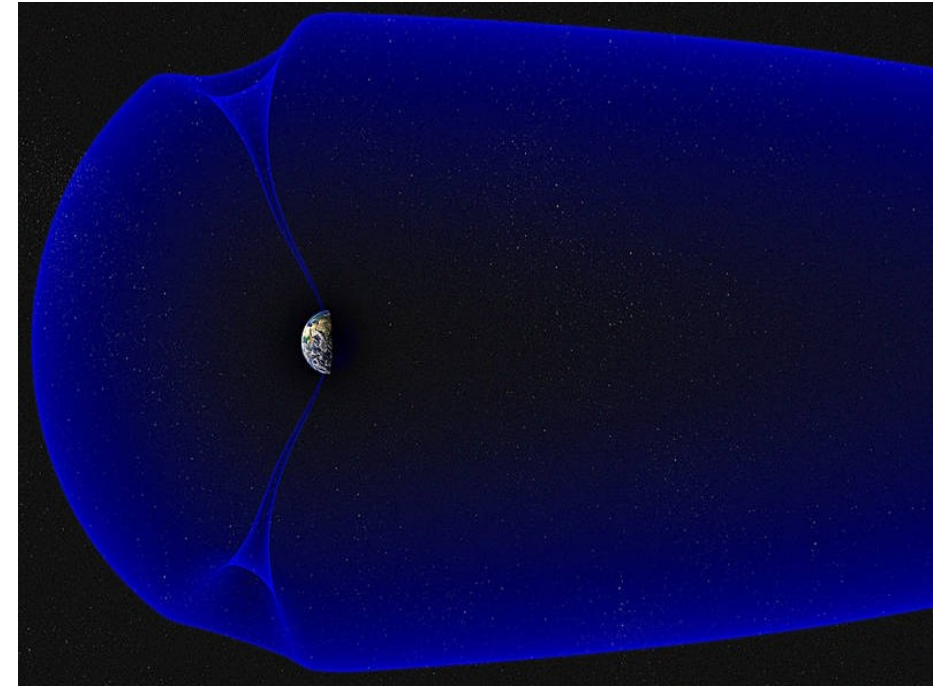
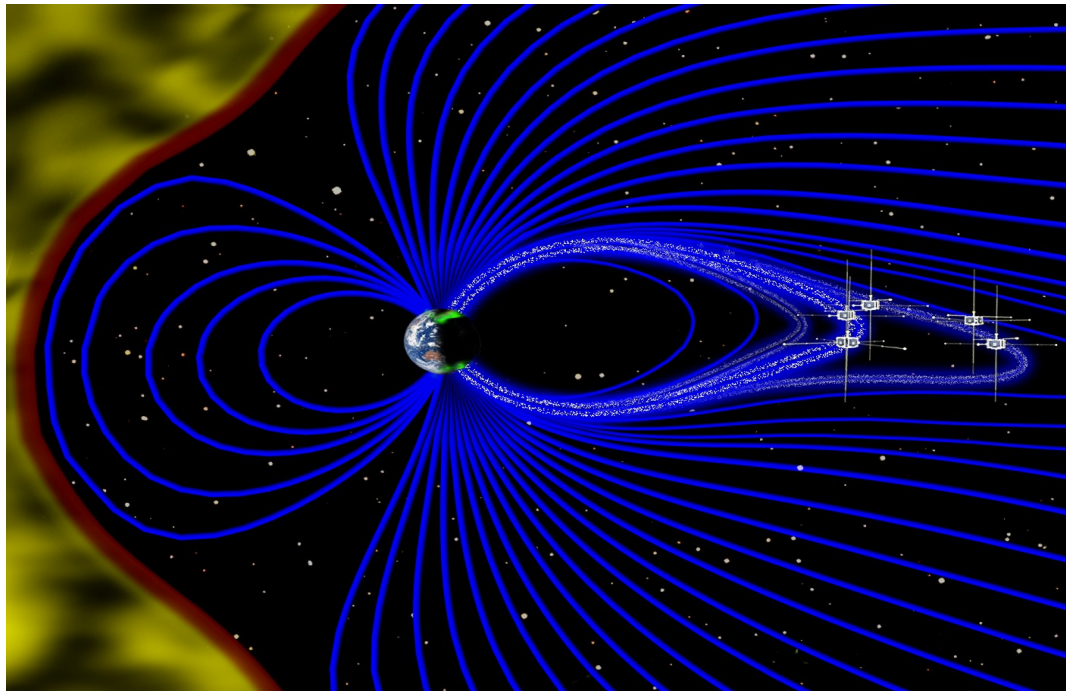
Wy tłumaczenie mechanizmu działania zorzy polarnej

Mechanizm działania zorzy polarnej wytłumaczono poprawnie jeszcze w początku XX wieku przez **Kristiana Birkelanda**, ale jego wyniki uznano dopiero po sprawdzeniu sondami kosmicznymi **po 1963. roku!** Przed tym były one uważane za niewiarygodne, czasem je nawet ośmieszano przez innych naukowców.

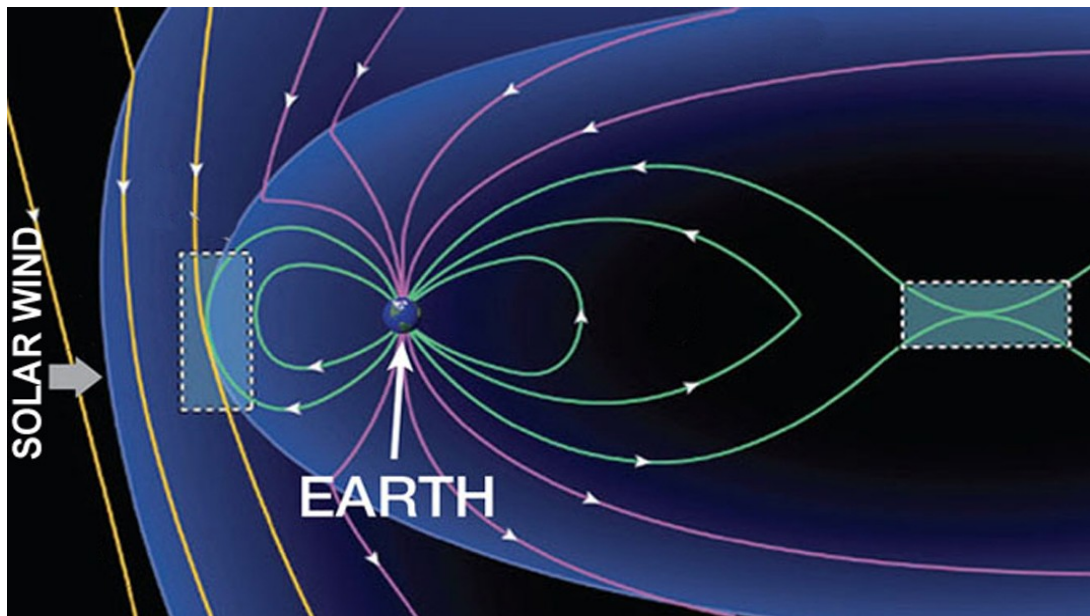
Birkeland przeprowadził badania poprawnie: mierzył pole magnetyczne i prąd na skale kontynentalną i robił modele elektryczne (terella):



Badania pola magnetycznego Ziemi sondami kosmicznymi



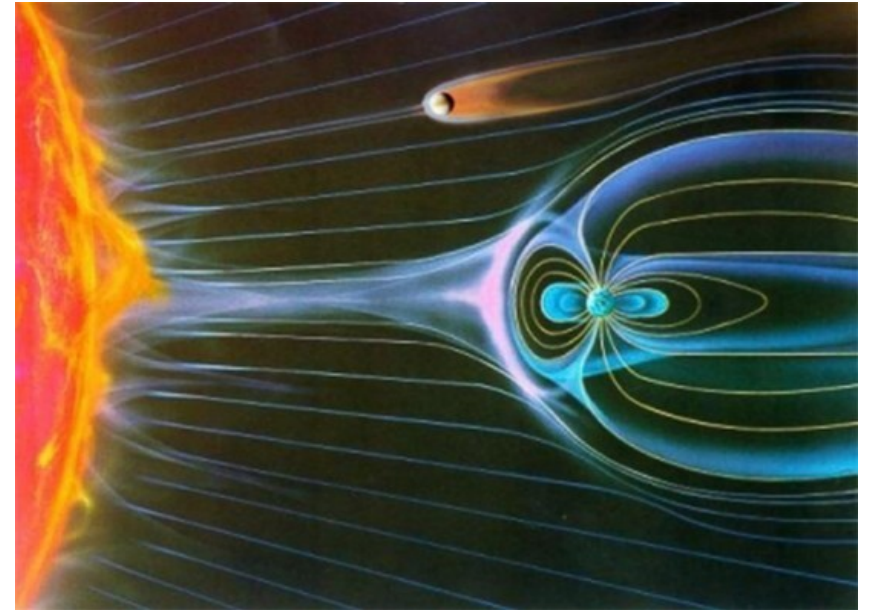
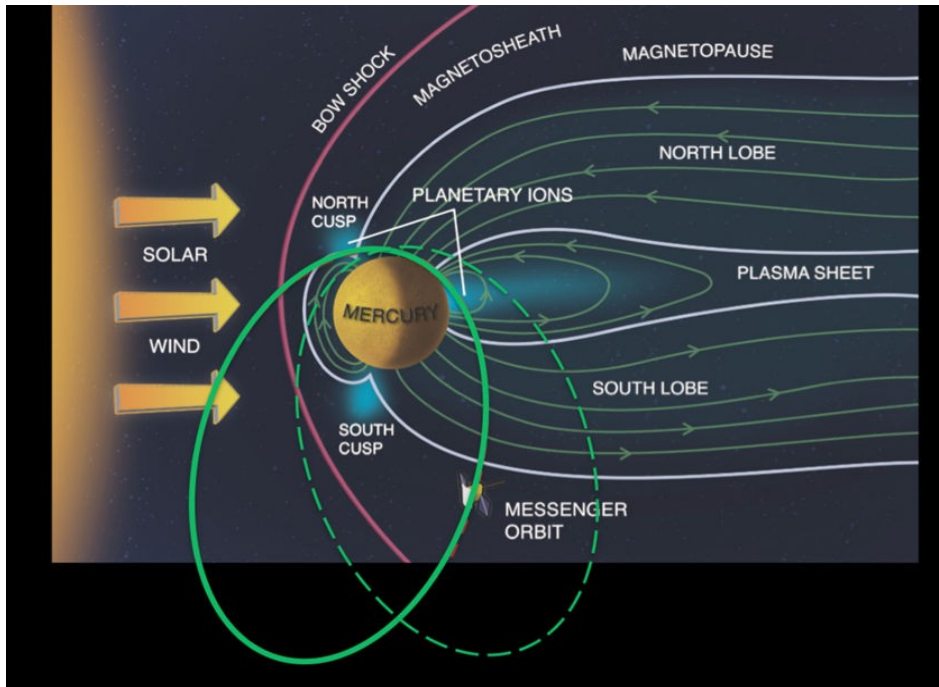
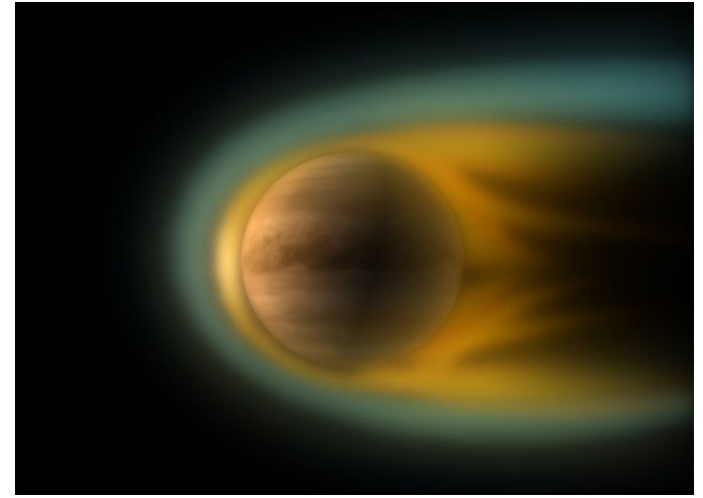
Obszary w magnetosferze z których gazy z atmosfery mogą uciekać na zewnątrz. Credits: Andøya Space Center/Trond Abrahamsen.



Magnetosfera Ziemi z wiatrem słonecznym i lokalizacją sond pomiarowych THEMIS, do ustalania mechanizmu tworzenia się aurory.

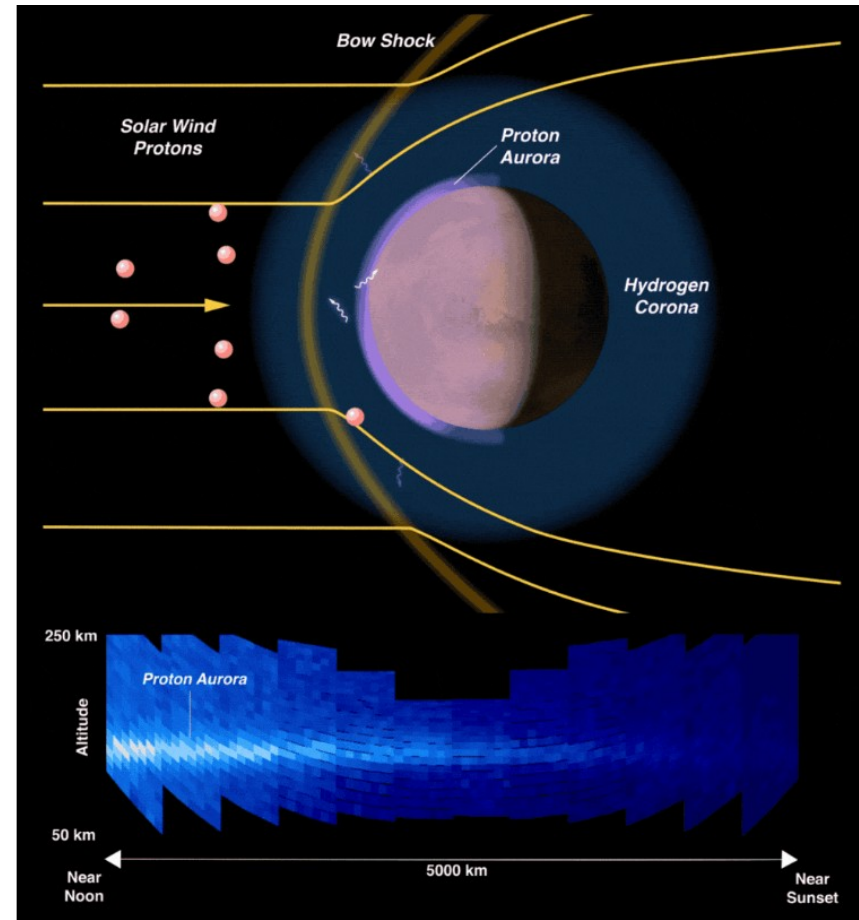
Zorza polarna na Merkurym i Wenus

- Na innych planetach też widzimy zorze polarne.



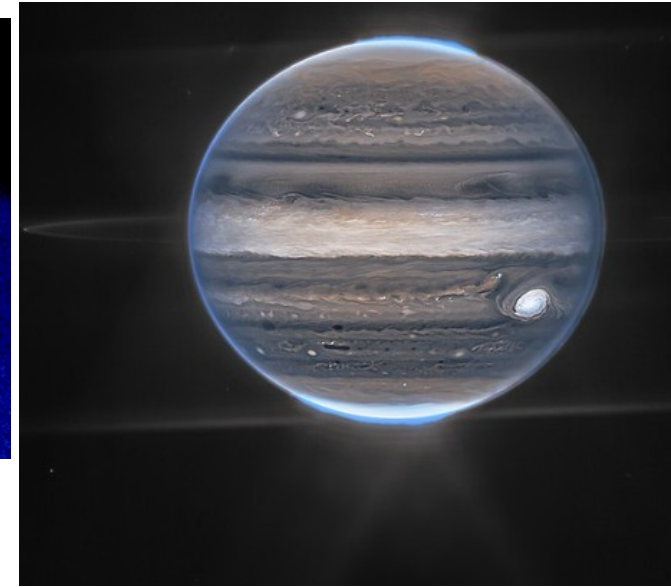
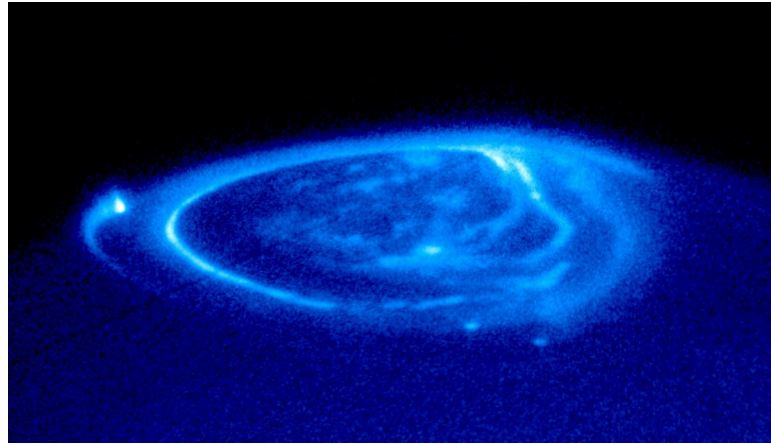
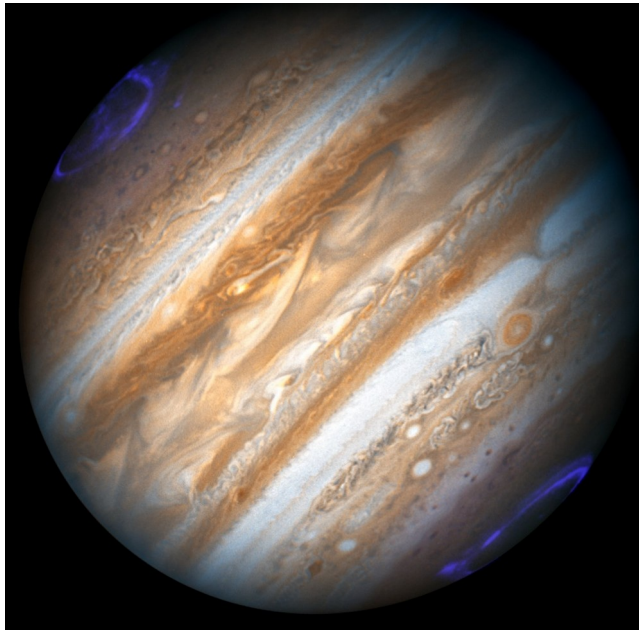
Na Merkurym zorza jest podobnego kształtu do Ziemskiej, na Wenus widać wydłużony ogon magnetosfery, z mniejszą częścią na oświetlonej stronie, w kierunku Słońca, niż Ziemia. W ogonie widać zielonkawe błyski daleko za planetą.

Zorza polarna bez planetarnego pola magnetycznego: Mars

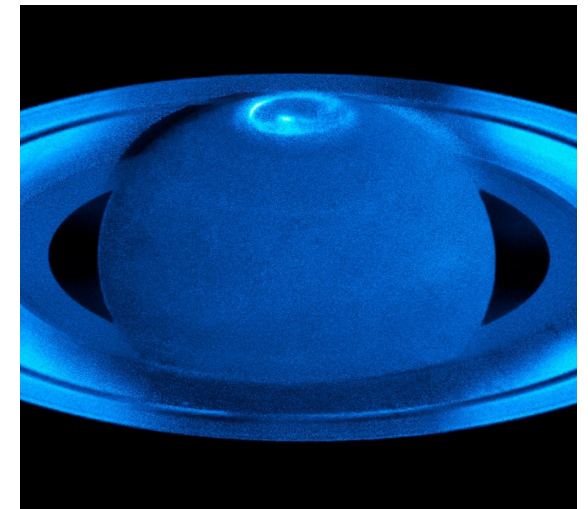
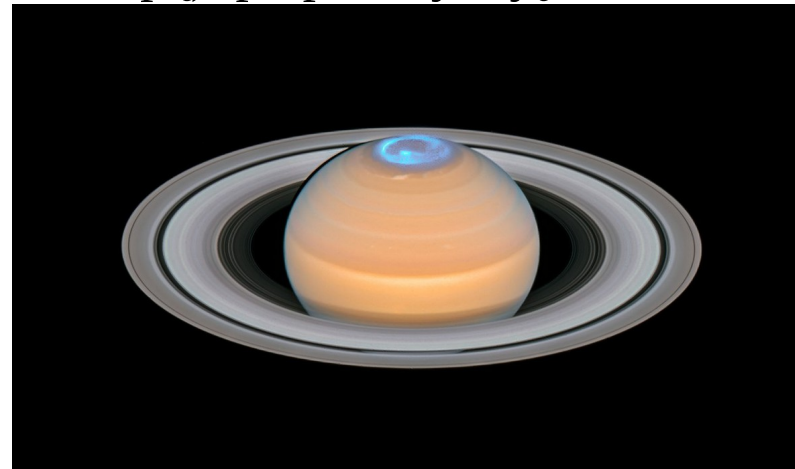
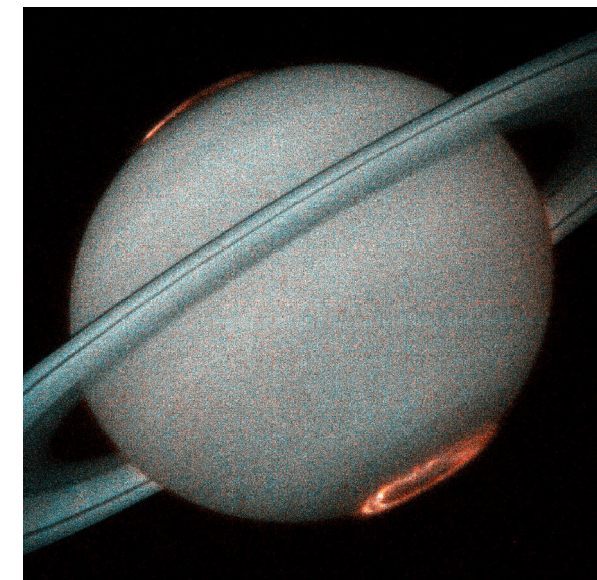


- Mars nie ma pola magnetycznego, ale widać tzw. protonową aurorę po nasłonecznionej stronie planety: protony z wiatru słonecznego zderzają się z cienką atmosferą Marsa i pobudzają gaz w szoku uderzeniowym. Pokazano wyniki obserwacji sondą NASA “MAVEN”.

Zorza polarna na gazowych gigantach-Jowisz i Saturn

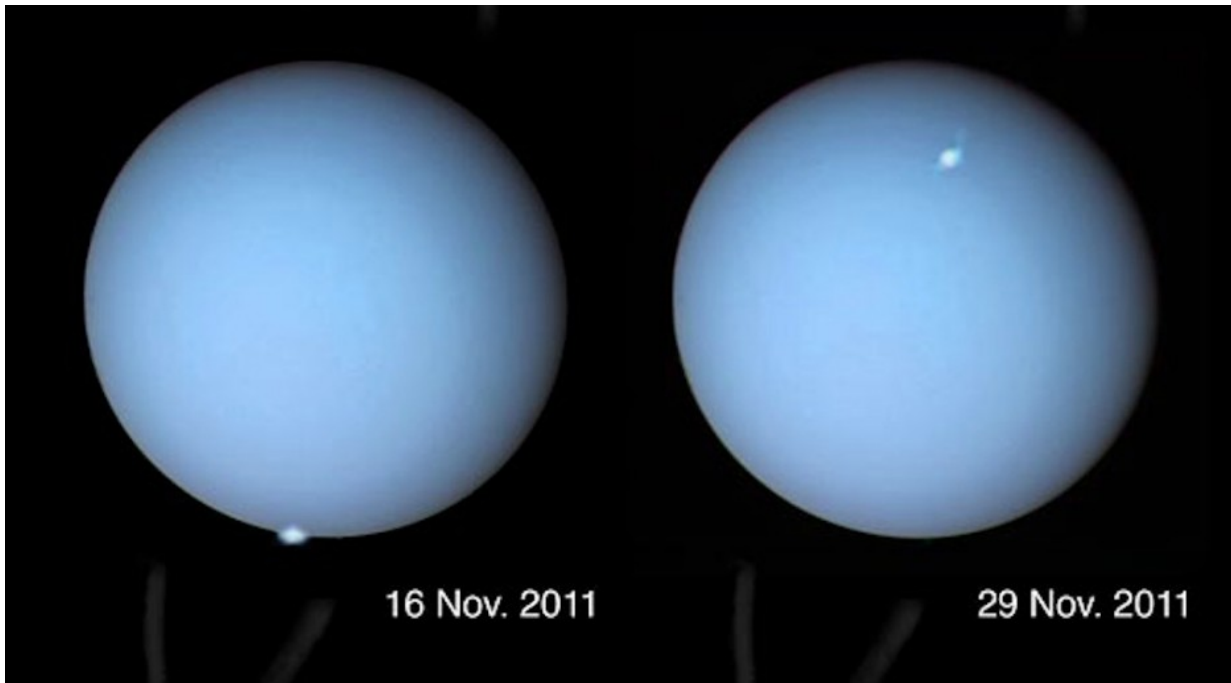


-Aurora na Jowiszu, po lewej zdjęcie z HST (plama po lewej stronie jest magnetycznie połączona Io; plamy na dole z Ganymedem i Europą), po prawej zdjęcie z JWST

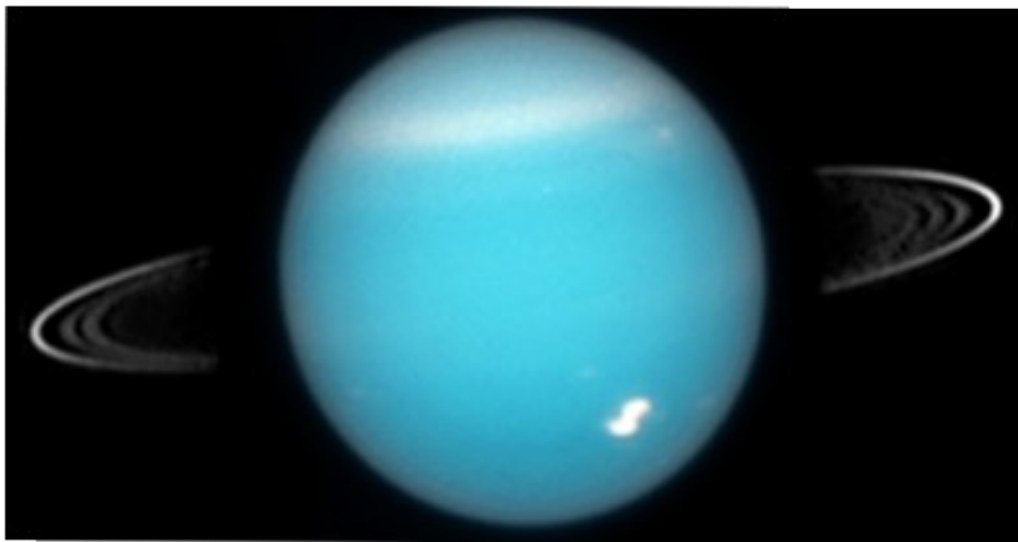
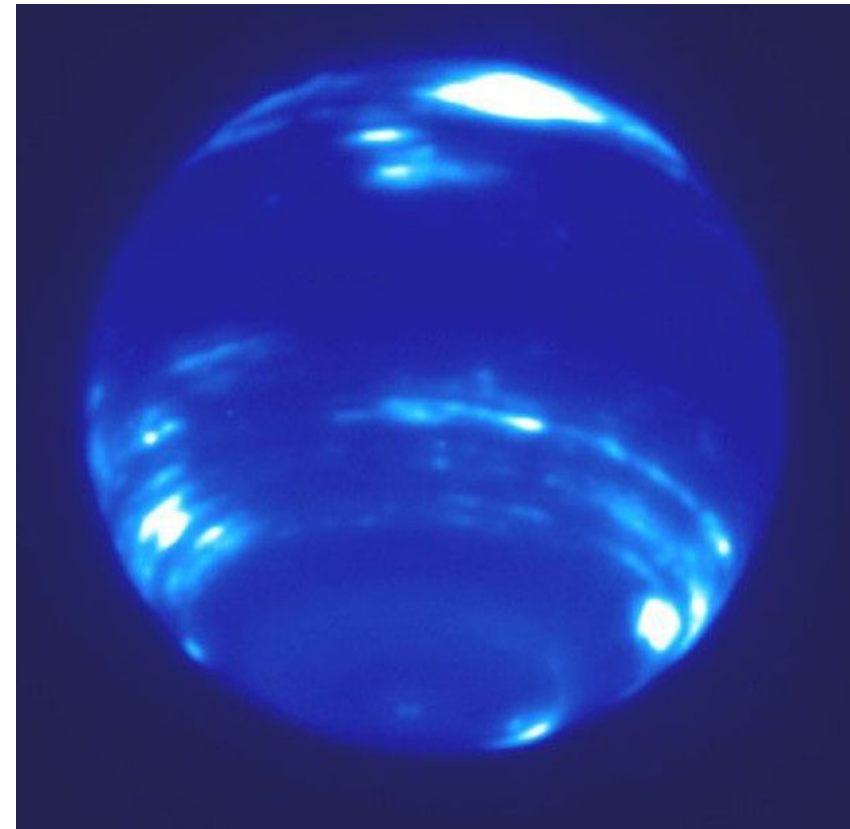


Zorza polarna jest na gazowych planetach widoczna głównie w ultrafiolecie-którego nie widać z Ziemi. Dlatego takie obserwacje wykonujemy teleskopami w przestrzeni kosmicznej.

Zorze polarne na Uranie i Neptunie

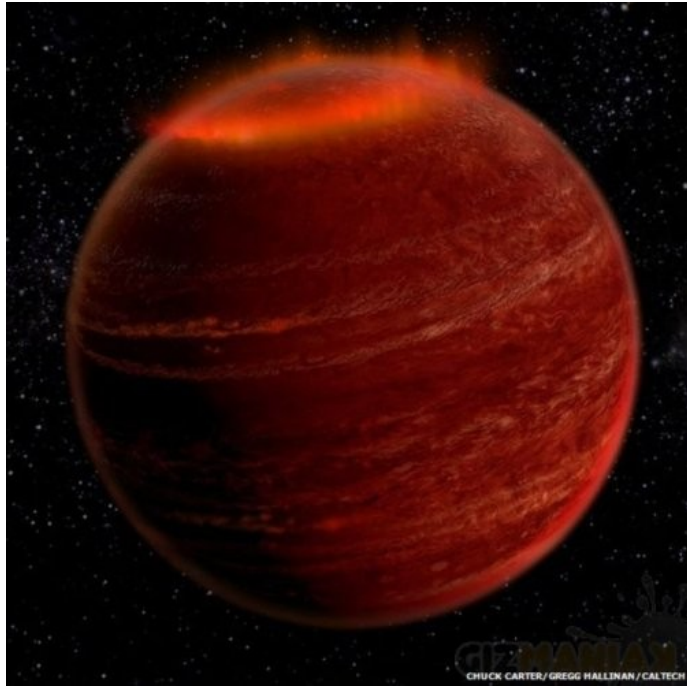


Teleskopem Keck obserwowano zorze polarne na Neptunie:



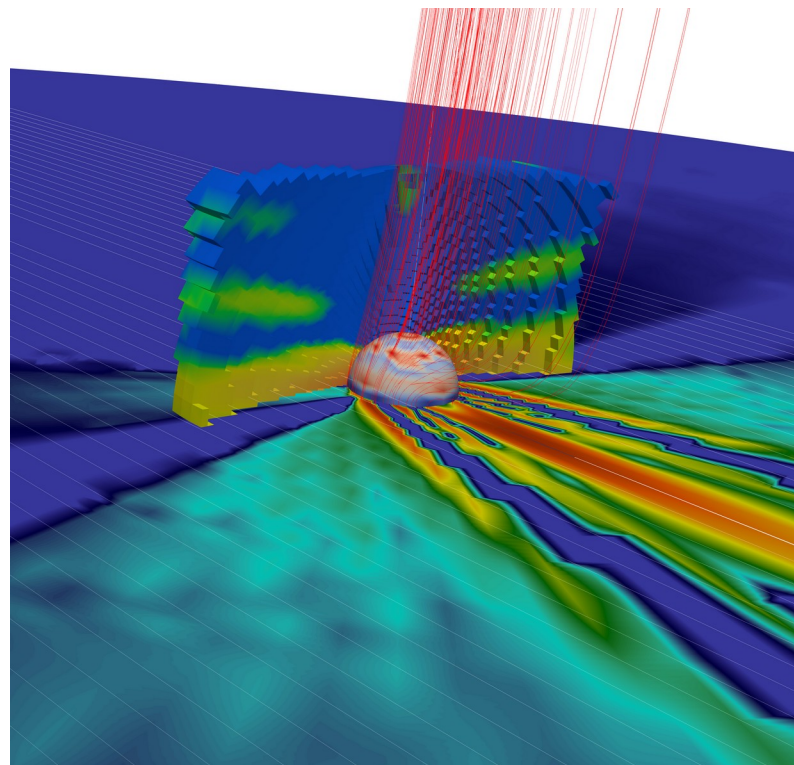
W r. 2011 i później 2012 i 2014 HST obserwował zorze polarną na Uranie.

Zorze polarne poza Układem Słonecznym



W r.2015 zaobserwowano, za pomocą dużych naziemnych teleskopów, zorze polarną koło brązowego karła (to są “nieudane gwiazdy”-mają niewystarczającą masę na zapalenie reaktora termojądrowego w środku) LSR J1835+3259, w gwiazdozbiornie Liry, na odległości koło 18 lat świetlnych od Ziemi. Pokazany jest rysunek, nie prawdziwe zdjęcie, ale wiemy że zanotowana zorza polarna jest czerwona, z powodu więcej wodoru w atmosferze. Taka zorza jest koło milion razy bardziej intensywna niż ziemska! Musi być też zupełnie innej natury, bo nie ma innej gwiazdy w pobliżu do tworzenia wiatru gwiazdowego. Może planeta w orbicie koło takiej gwiazdy?

W zeszłym roku (2023), na podstawie wyników symulacji komputerowych, postawiliśmy wyzwanie obserwatorom: obliczyliśmy że planety koło pulsarów mogą mieć aurory, które, dzięki silnemu polu magnetycznemu pulsarów (miliard razy więcej niż Słońce) powinny być widoczne obecnymi radioteleskopami.





Aurora nad zatoką nad północnym Adriatykiem w maju 2024!