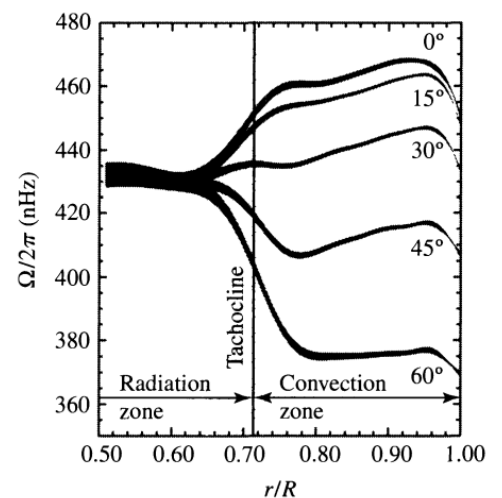
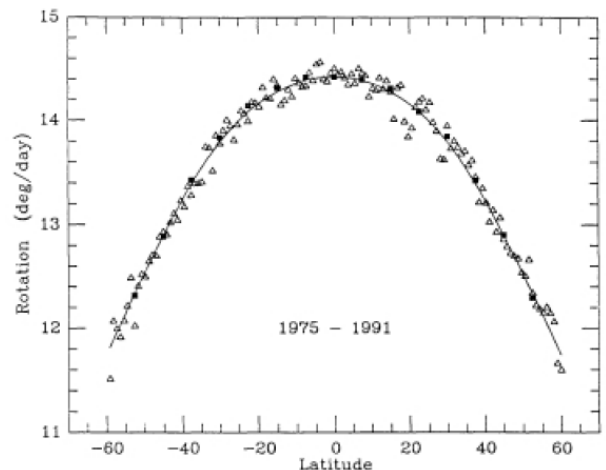


Wstęp do Fizyki Słońca

lista 3

1. Jaka musiałaby być łączna powierzchnia plam słonecznych (wyrażona w km^2 oraz w milionowych częściach widomej hemisfery), mających temperaturę efektywną 4500 K, by jasność absolutna Słońca spadła o 0.01 magnitudy? Na jaki spadek mocy promieniowania się to przekłada? Czy byłoby to odczuwalne na Ziemi (klimat)? Pominąć wpływ pociemnienia brzegowego. Temperatura efektywna Słońca 5777 K, średnica $d=1\,392\,000\text{ km}$.
2. O ile będzie przesunięta w widmie Słońca linia D1 ($\lambda = 589,6\text{ nm}$) pochodząca z wschodniego brzegu tarczy Słońca (obserwowana na równiku słonecznym) w stosunku do linii z zachodniego brzegu tarczy? Przyjmujemy okres obrotu Słońca na równiku równy $P=25.38$ dnia, a promień Słońca $R=696\,000\text{ km}$.
3. Z jaką prędkością liniową (w km/s) rotuje Słońce na równiku oraz na 30 i 60 stopniu szerokości heliograficznej? Do obliczeń wykorzystaj rysunek zamieszczony obok. Czy Słońce należy do gwiazd o dużej prędkości rotacji?
4. [temat do krótkiej prezentacji] Jak pociemnienie brzegowe zależy od długości fali (w zakresie widzialnym i poza nim)? Czy pociemnienie brzegowe wpływa na kolor tarczy słonecznej? Jak pociemnienie brzegowe wygląda dla innych gwiazd (różnych typów widmowych i klas jasności)? Jak pociemnienie brzegowe wpływa na obserwacje tranzytów egzoplanet.
5. Oblicz, jak będzie się zmieniać stała słoneczna w czasie tranzytu Wenus obserwowanego z Ziemi? Uwzględnij efekt pociemnienia brzegowego. Wykonaj wykres przedstawiający krzywą blasku Słońca w czasie tranzytu. Porównaj wynik z pomiarami przedstawionymi tu <https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA15820> (omów różnice i podobieństwa oraz uproszczenia poczynione we własnych obliczeniach).
6. Na podstawie wykresu zamieszczonego obok, oblicz okres rotacji wnętrza Słońca tuż poniżej tachokliny.
7. Oblicz jak daleko można by widzieć w atmosferze Ziemi, jeśli jej nieprzezroczystość byłaby równa tej w słonecznej fotosferze. Nieprzezroczystość fotosfery wynosi $\kappa=0.03\text{ m}^2/\text{kg}$ (dla fali 500 nm), gęstość atmosfery ziemskiej $\rho=1.2\text{ kg/m}^3$ (na poziomie morza). Podpowiedź: znajdź wyrażenie na średnią drogę swobodną fotonu.
8. Oblicz ciśnienie magnetyczne w centrum cienia dużej plamy słonecznej. Przyjmij pole magnetyczne o wartości 0.2 T. Porównaj otrzymany wynik z typowym ciśnieniem plazmy u podstawy fotosfery wynoszącym $2\cdot 10^4\text{ N/m}^2$. Wyciągnij wnioski.
9. Oblicz minimalny rozmiar plamy słonecznej, którą można by dostrzec gołym okiem (posiadając odpowiedni filtr). Przyjmij, że rozdzielczość oka wynosi 1 minutę kątową. Znajdź w archiwalnych obserwacjach Słońca przykłady plam, które widoczne były gołym okiem (sprawdź astronomiczne newsy z ostatnich lat, zaprezentuj zdjęcia). Jak często pojawiają się plamy, które można dostrzec gołym okiem? Przedstaw jak bezpiecznie dla wzroku wykonać takie obserwacje.



10. Dla wszystkich filmowy relaks na majówkę: What happens if we bring the Sun to Earth?

<https://youtu.be/J0ldO87Pprc?si>

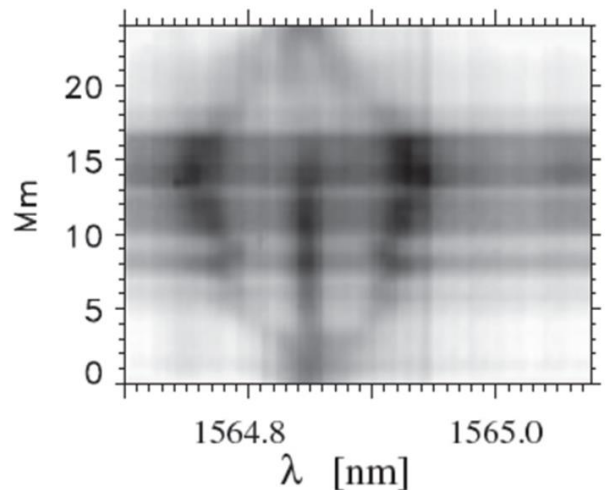
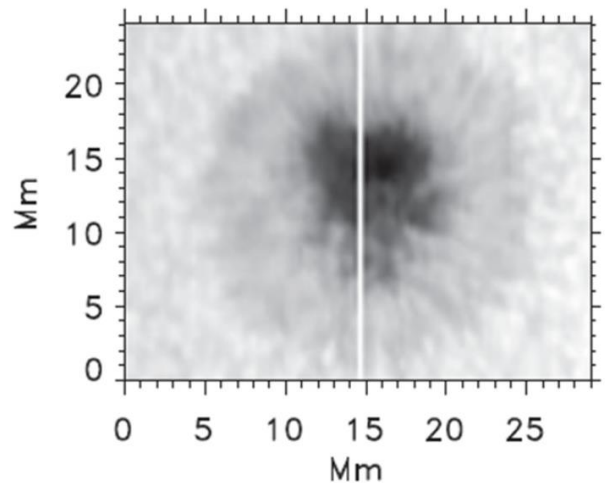
11. Na podstawie równania kinematycznego MHD z pominiętym członem kinematycznym, oszacuj charakterystyczny czas zaniku plam słonecznych. Przyjmij: średnica plamy 10 tys. km, jej temperatura 4000 K, dyfuzyjność magnetyczna $5.2 \cdot 10^7 T^{-3/2} \ln \Lambda$ ($\Lambda=10$). Porównaj otrzymany wynik z obserwowanymi czasami trwania plam. Wyciągnij wnioski.

12. Przyjmij, że plama słoneczna znajduje się w równowadze ciśnieniowej z otoczeniem. Na tej podstawie wykaż, że temperatura plazmy w plamie jest niższa od temperatury jej otoczenia. Podpowiedź: ciśnienie całkowite jest sumą ciśnienia plazmy i ciśnienia magnetycznego oraz gęstość plazmy w plamie i jej otoczeniu są sobie równe.

13. Jedną z metod wyznaczania wartości pola magnetycznego na Słońcu polega na wykorzystaniu rozszczepienia linii widmowych w wyniku efektu Zeemana. Przykład pokazuje ilustracja zamieszczona obok. Górne okno przedstawia zdjęcie plamy słonecznej (1 Mm = 10^6 m). Biała linia wskazuje położenie szczeliny spektroskopu. Widmo otrzymane dla położenia wzdłuż szczeliny pokazuje okno dolne. Widmo to przedstawia linię Fe I, która uległa wyraźnemu rozszczepieniu na trzy składowe pod wpływem pola magnetycznego. Środkowa składowa jest nieprzesunięta w długości fali, a pozostałe dwie są przesunięte symetrycznie względem niej. Wartość tego przesunięcia opisana jest wzorem:

$$\lambda - \lambda_0 = 4.67 \times 10^{-5} g^* \lambda^2 B$$

(dł. fali są w cm, B w Gs, czynnik g^* dla wspomnianej linii Fe I wynosi 3). Wyznacz wartość pola magnetycznego dla położenia wzdłuż szczeliny spektroskopu wykorzystując rozszczepienie linii Fe I (dla pozycji 0, 5, 10, 15, 20 i 25 Mm). Przedstaw wynik w formie wykresu.



14. [temat do krótkiej prezentacji] Jak wyznaczono okres rotacji wewnątrz Słońca? (z krótkim omówieniem podstaw heliosejzmologii).

Podstawowe źródło: https://youtu.be/18_lzytW-wE

15. Oblicz, o ile więcej pełnych rotacji w ciągu 4 lat wykona obszar równika słonecznego względem obszarów położonych na szerokości heliograficznej 40° . W obliczeniach wykorzystaj wykres do zadania 3 lub 6. Wyciągnij wnioski.

16. [temat do krótkiej prezentacji] Czy wkrótce plamy słoneczne znikną na dłuższy czas?

podstawowe źródła: <https://phys.org/news/2009-09-sunspots.html>,

<https://science.thewire.in/the-sciences/solar-magnetic-field-sunspots-solar-cycle-25-maunder-minimum>

Proszę sprawdzić publikacje źródłowe i uzupełnić o nowsze publikacje.

17. [temat do krótkiej prezentacji] Omów ciąg wydarzeń, który doprowadził do zorzy polarnej z 10 maja 2024.

wystarczy to źródło: <https://www.polskiastrobloger.pl/2024/05/rozblyski-klasy-x1.0-i-m8.6-z-grupy-3664-z-cme-full-halo-uwolnionymi-ku-ziemi-08.05.2024.html>