
II Olimpijska Liga Astronomiczna

Promieniowanie i fizyka gwiazd

II seria: do 10 listopada

Zadanie 1.

Wokół gwiazdy o promieniu $1,2R_{\odot}$, temperaturze 4500 K i masie $0,8M_{\odot}$ krąży po orbicie kołowej w odległości $2,2 \cdot 10^{11}$ m sferyczne ciało będące w stanie równowagi termodynamicznej. Oblicz jego temperaturę. Po upływie 500 milionów lat masa gwiazdy zmalała w wyniku termonuklearnych reakcji w jej jądrze, a jej nowy promień wynosi $0,9R_{\odot}$. Jaka będzie nowa temperatura ciała? Dla gwiazd o masach $0,43M_{\odot} < M < 2M_{\odot}$ można przyjąć, że zależność między masą, a mocą promieniowania jest postaci:

$$M^4 \sim L$$

Autor: Rafał Bryl

Zadanie 2.

Zaobserwowano w odległości 17 pc układ składający się w gwiazdy o masie $5M_{\odot}$ oraz okrążającej ją po kołowej orbicie o promieniu 73,5 AU doskonale czarnej planety, na której ze względu na warunki termiczne woda występuje jedynie w postaci lodu. Jasność obserwowaną tej planety oceniono na 26^m . Gdyby posiadała ona w swoim wnętrzu dodatkowe źródło energii cieplnej, to wówczas miałaby szansę na zapewnienie odpowiedniej temperatury do utrzymania wody w stanie ciekłym na swojej powierzchni. Oblicz, jaki powinien być zakres mocy dodatkowego źródła energii tej planety znajdującego się w jej wnętrzu, aby mogło ono zapewnić temperaturę pozwalającą na utrzymanie na jej powierzchni wody w stanie ciekłym. W obliczeniach przyjmij, że woda wrze w temperaturze 100°C , natomiast jej temperatura krzepnięcia wynosi 0°C . Jasność obserwowana Słońca w zakresie widzialnym równa jest $m_{\odot} = -26,74^m$. Dla gwiazd ciągu głównego można skorzystać z zależności wiążącej masę oraz moc promieniowania w postaci:

$$M^{3,8} \sim L$$

Autor: Ksawery Głowacki

Zadanie 3.

Główne źródło energii promieniowania pewnej gwiazdy jest takie samo, co główne źródło energii Słońca. W gwiazdzie tej wspomniany cykl reakcji jądrowych zachodzi z częstością $3,05 \cdot 10^{36} \frac{1}{s}$. Na podstawie podanych danych oszacuj, jaka może być to gwiazda (podaj możliwe klasy jasności i typy widmowe). Zakładając, że jej masa wynosi $0,484 M_{\odot}$, a promień to $0,481 R_{\odot}$, oszacuj także jej jądrową i cieplną skalę czasową.

Autor: Michał Jagodziński

Zadanie 4.

Według wielu naukowców hipotetyczne wysoko rozwinięte cywilizacje kosmiczne mogą budować wokół swoich gwiazd tzw. sfery Dysona — megastruktury pozwalające na efektywne czerpanie energii.

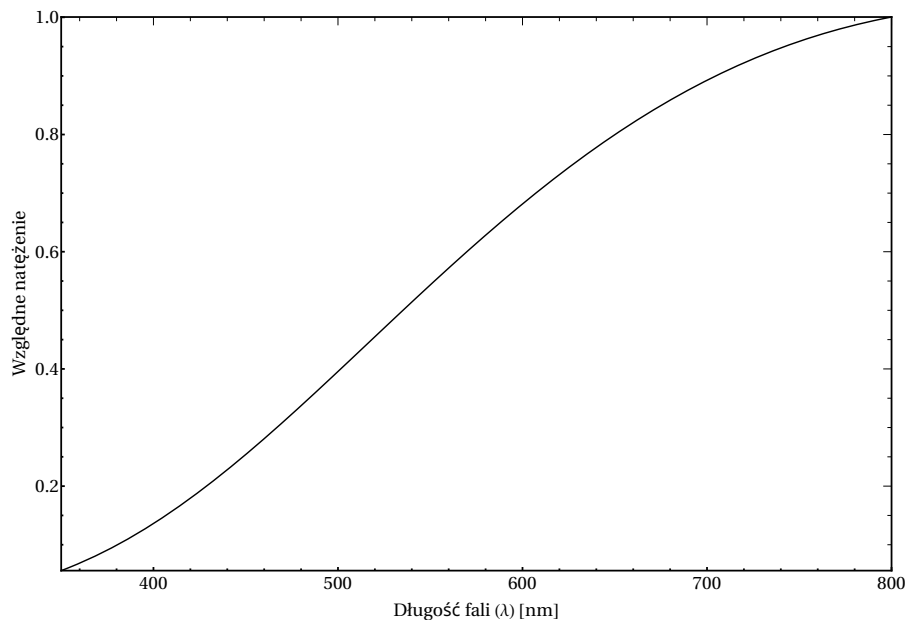
- Rozważ sferę o promieniu 1 AU wokół gwiazdy podobnej do Słońca ($L = 3,846 \cdot 10^{26}$ W), zachowującą się w przybliżeniu jak ciało doskonale czarne. Na jaką długość fali przypadnie maksimum jej promieniowania termicznego? Czy ludzkość dysponuje aparaturą obserwacyjną zdolną do wykrywania tego typu promieniowania?
- Dużo bardziej prawdopodobna wydaje się budowa niepełnej sfery, złożonej z wielu satelitów (tzw. rój Dysona). Naszkicuj przybliżony kształt obserwowanego widma gwiazdy w obu przypadkach. Na obu wykresach zaznacz maksimum promieniowania samej gwiazdy.

Autor: Stanisław Świercz

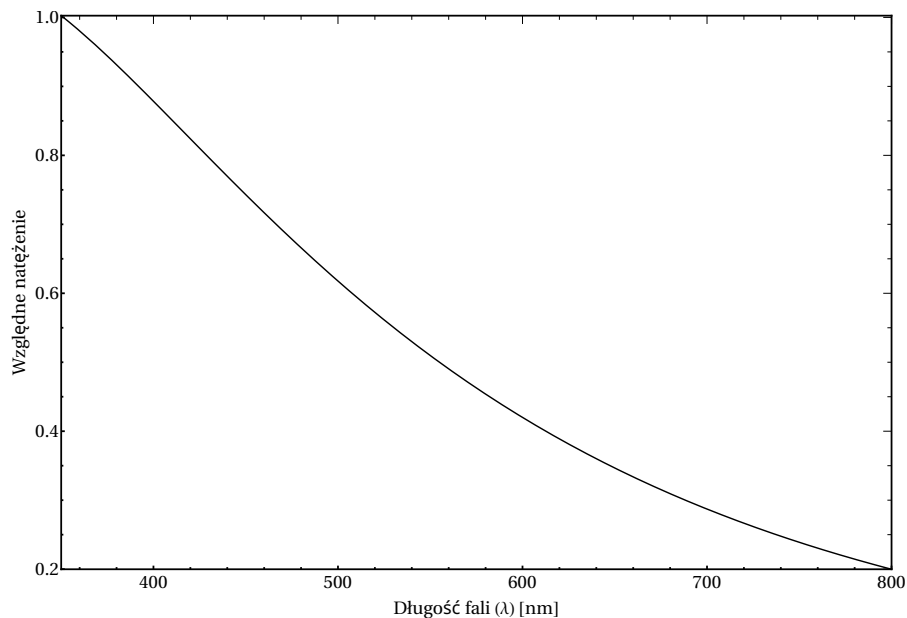
Zadanie 5.

Na podstawie spektrum w świetle widzialnym dla Wegi i pewnej gwiazdy ciągu głównego XYZ, oraz diagramu HR, oszacuj wiek XYZ. Uwaga: Czas, jaki gwiazda spędza na ciągu głównym, wynosi w przybliżeniu $\tau = 10^{10} \left(\frac{M_{\odot}}{M}\right)^{2,5}$ lat.

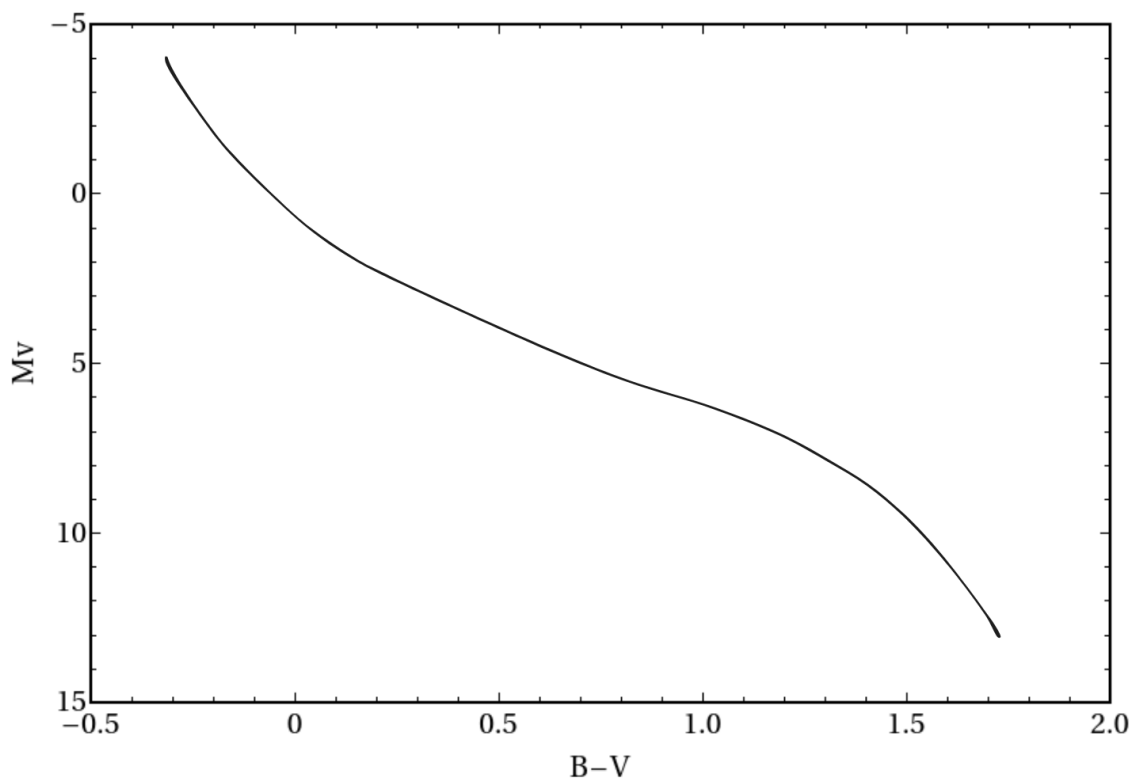
Autorka: Zosia Lamecka



Rysunek 1: Spektrum gwiazdy XYZ.



Rysunek 2: Spektrum Wegi.



Rysunek 3: Diagram HR dla ciągu głównego.