

# TECHNIKI OBSERWACYJNE ORAZ METODY REDUKCJI DANYCH

Arkadiusz Olech, Wojciech Pych

wykład dla doktorantów Centrum  
Astronomicznego PAN

luty – maj 2006 r.

# **Wstęp do spektroskopii cd**

Wykład 8  
2006.05.10

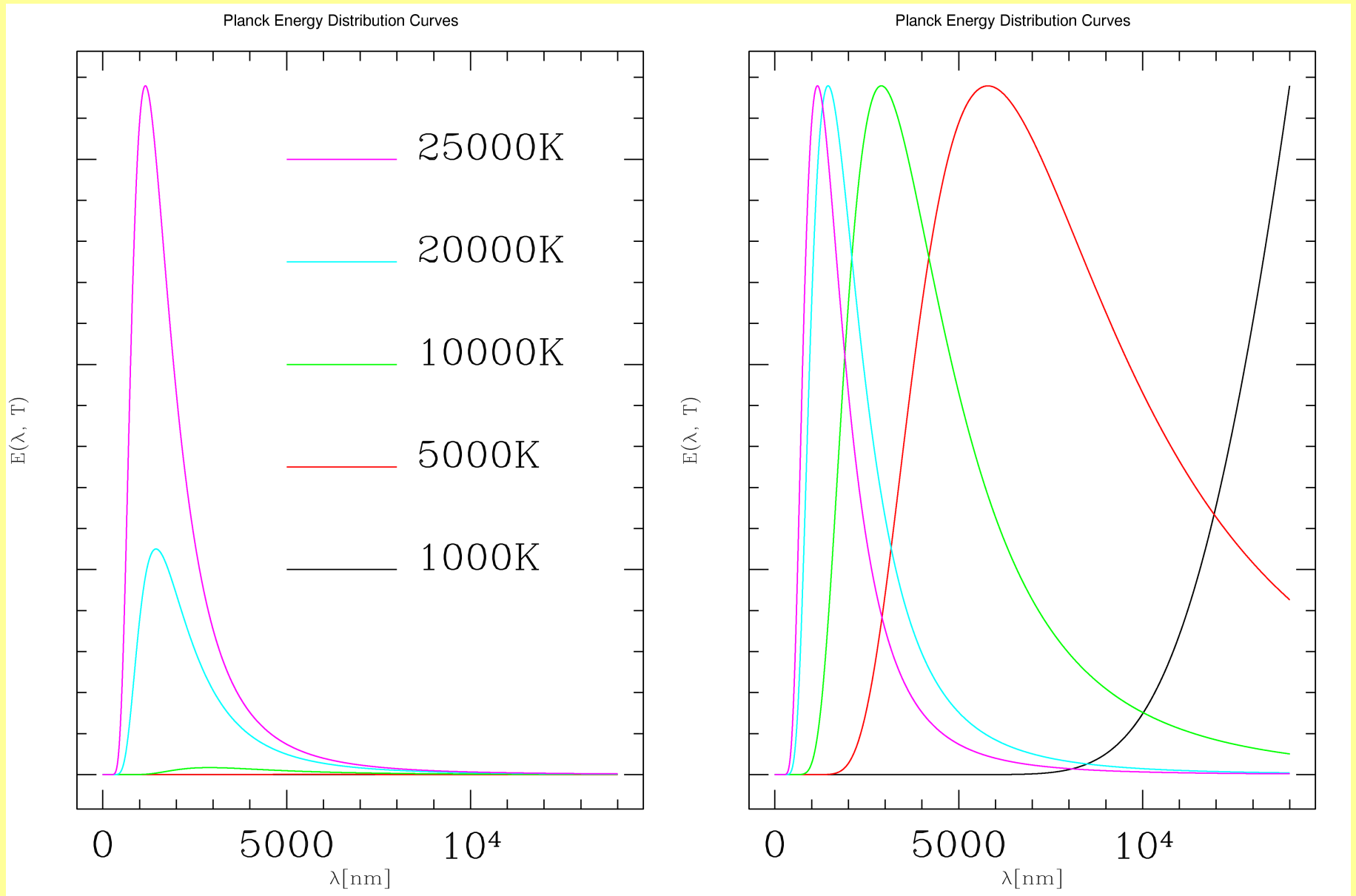
# Prawa Kirchhoffa

- Ciało stałe lub ciecz albo gaz pod dużym ciśnieniem emituje widmo ciągłe.
- Gaz pod niskim ciśnieniem emituje dyskretne widmo z liniami emisyjnymi charakterystycznymi dla tego gazu.
- Gaz pochłania ze światła “ciągłego” przez niego przepuszczonego te same długości fal, które sam emituje.

# Ciało doskonale czarne

- W równowadze termodynamicznej
- Promieniowanie jest izotropowe i pochodzi wyłącznie ze wzbudzenia termicznego
- Promieniowanie nie wydostaje się na zewnątrz ani nie dostaje do wewnątrz układu.

# Rozkład Plancka



# Rozkład Plancka

$$E(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5 (e^{hc/\lambda kT} - 1)} = \frac{2h\nu^3}{c^2 (e^{h\nu/kT} - 1)}$$

*h – stała Plancka*

*k – stała Boltzmana*

# Prawo Stefana-Boltzmana

- Całkowita energia emitowana przez ciało doskonale czarne

$$E(T) = \sigma T^4$$

$\sigma$  – stała Stefana – Boltzmana

# Prawo przesunięć Vienna

$$\lambda_{max} = C T^{-1}$$

# Widma gwiazd

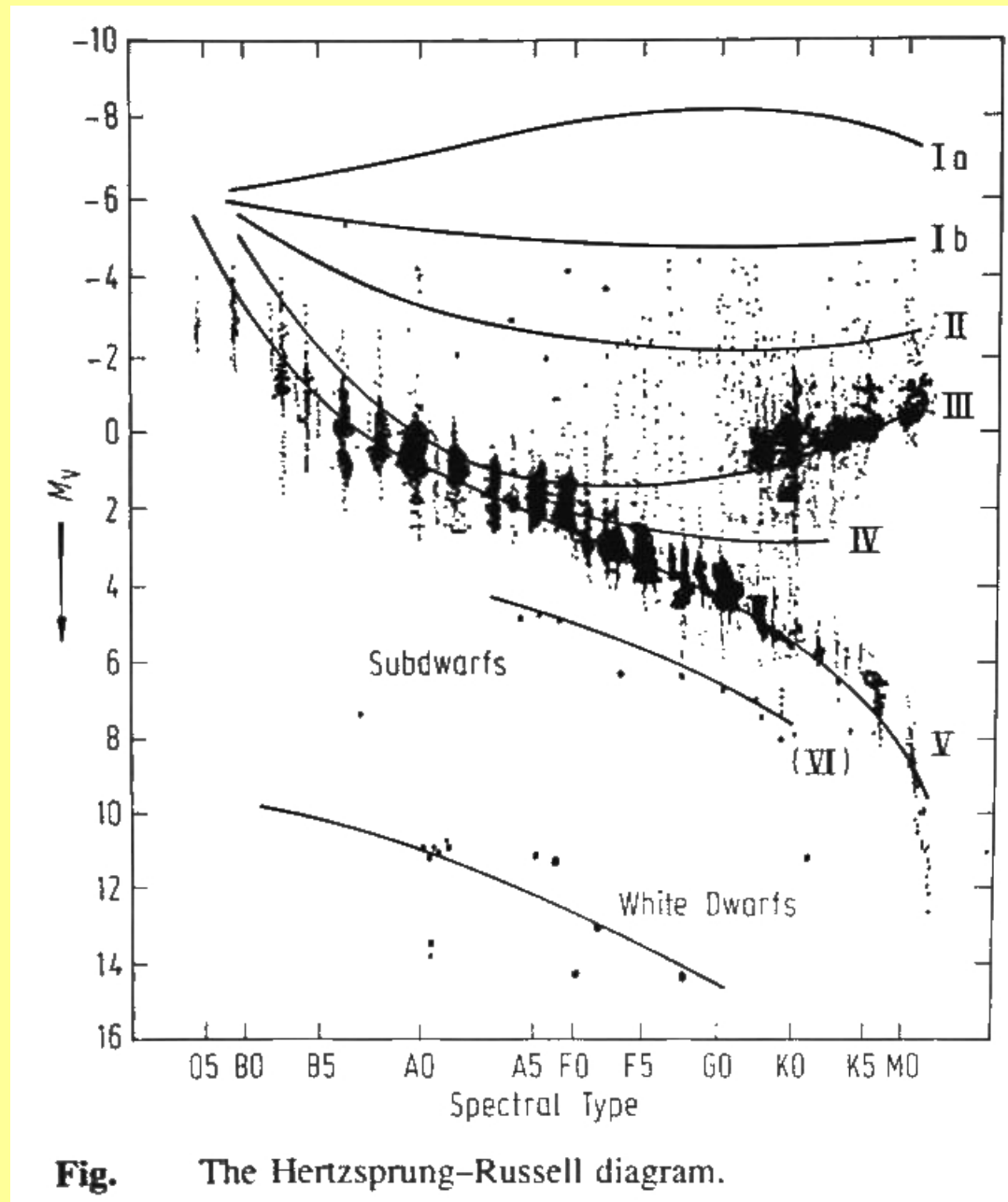
- Gwiazdy emitują głównie promieniowanie ciągłe, przeważnie z liniami absorpcyjnymi, a czasami emisyjnymi.
- W pierwszym przybliżeniu mogą być uznawane za ciała doskonale czarne.
- J. Fraunhofer w 1814 roku opisał “przerwy” w widmie Słońca.



# Obiekty do badań widmowych

- Gwiazdy
  - klasyfikacja widmowa: O-B-A-F-G-K-M
  - klasy jasności
- Planety
- Komety
- Meteory

# Diagram Hertzsprung-Russella



Typ	T [K]	Cechy
O	> 25000	Linie Hell, SiIV, NIII Bardzo słabe linie z serii Balmera
B	11000-25000	Hell znika pomiędzy B0 i B5 Hel coraz silniejsze, ale znika za B9 Linie SiII, SiIII, OIII, MgII Coraz silniejsza seria Balmera
A	7500-11000	Brak Hel Maksimum intensywności serii Balmera przy A2 Linie MgII, SiII, FeII, TiII, CaII (maksimum przy A5) Bardzo słabe linie metali neutralnych
F	6000-7500	Słabnie seria Balmera Podobna intensywność linii metali neutralnych i słabo zjonizowanych Silne linie CaII
G	5000-6000	Jeszcze słabsza seria Balmera Bardzo silne CaII Bardzo silne linie metali neutralnych Pojawiają się pasma CH
K	3500-5000	Bardzo silne linie metali neutralnych Pasma CN i CH Przy K5 pojawiają się pasma TiO Prawie nie ma linii Balmera
M	<3500	Bardzo silne pasma TiO Bardzo silne linie metali neutralnych np. CaI

# Analiza widm

- Zmiany linii widmowych (np. wybuchy nowych)
- Pomiar prędkości radialnych
- Pomiar prędkości rotacji
- Pomiar temperatury
- Wyznaczanie składu chemicznego

# Redukcja widm rejestrowanych za pomocą CCD

- Redukcja obrazu na CCD
  - Odejmowanie sygnału instrumentalnego – tak samo jak w przypadku zwykłych obrazów
  - Korekcja różnic czułości poszczególnych pikseli – na ogół inna niż w przypadku obrazów - dość trudna
- Odczytywanie informacji o widmie

$$I(x, y) \rightarrow S(\lambda)$$

# Korekcja różnic czułości pikseli

1. Uśrednienie wielu obrazów widma lampy kwarcowej lub gwiazdy bardzo wczesnego typu uzyskanych przez “mleczny” filtr.
2. Dopasowanie gładkiej powierzchni do średniego obrazu lub numeryczne wygładzenie obrazu filtrem medianowym.
3. Normalizacja – podzielenie obrazu przez dopasowaną powierzchnię.

# Odczytywanie widma

1. Znalezienie śladu widma na obrazie – dopasowanie wielomianu niewysokiego rzędu do maksimum natężenia wzdłuż osi dyspersji.
2. Wyznaczenie na widmie lampy kalibracyjnej zależności  $\lambda(x,y)$  wzdłuż śladu widma.
3. Wyznaczenie szerokości obrazu widma.
4. Sumowanie sygnału widma.

# Normalizacja/kalibracja strumienia

1. Dopasowanie krzywej niewysokiego rzędu do kontinuum.

2. Podzielenie widma przez dopasowane kontinuum.

1. Pomnożenie widma przez krzywą kalibracyjną uzyskaną z widma standardu.