

Ciemna materia – święty Graal nauki

Oddziaływania

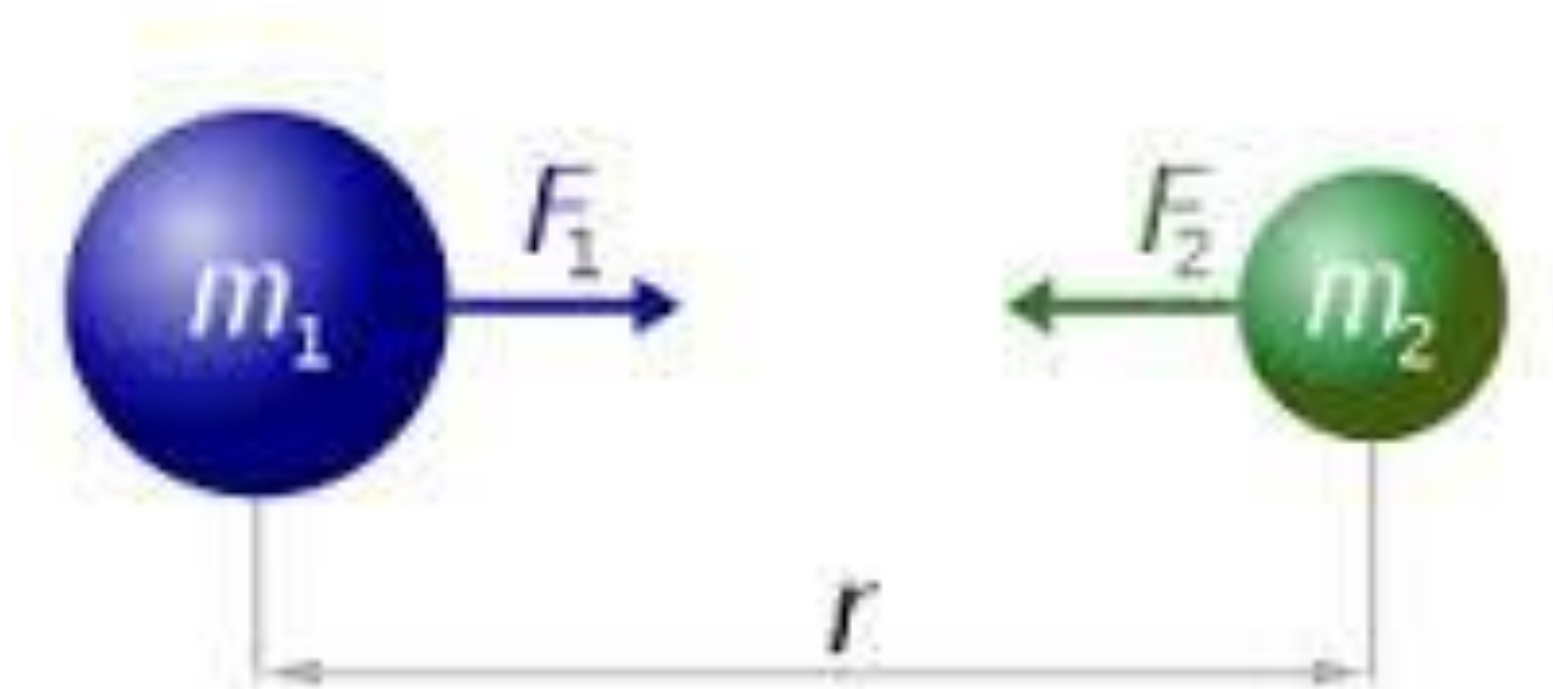
Jacek Krełowski

Centrum Astronomii UMK

Drugie co do sławy jabłko...

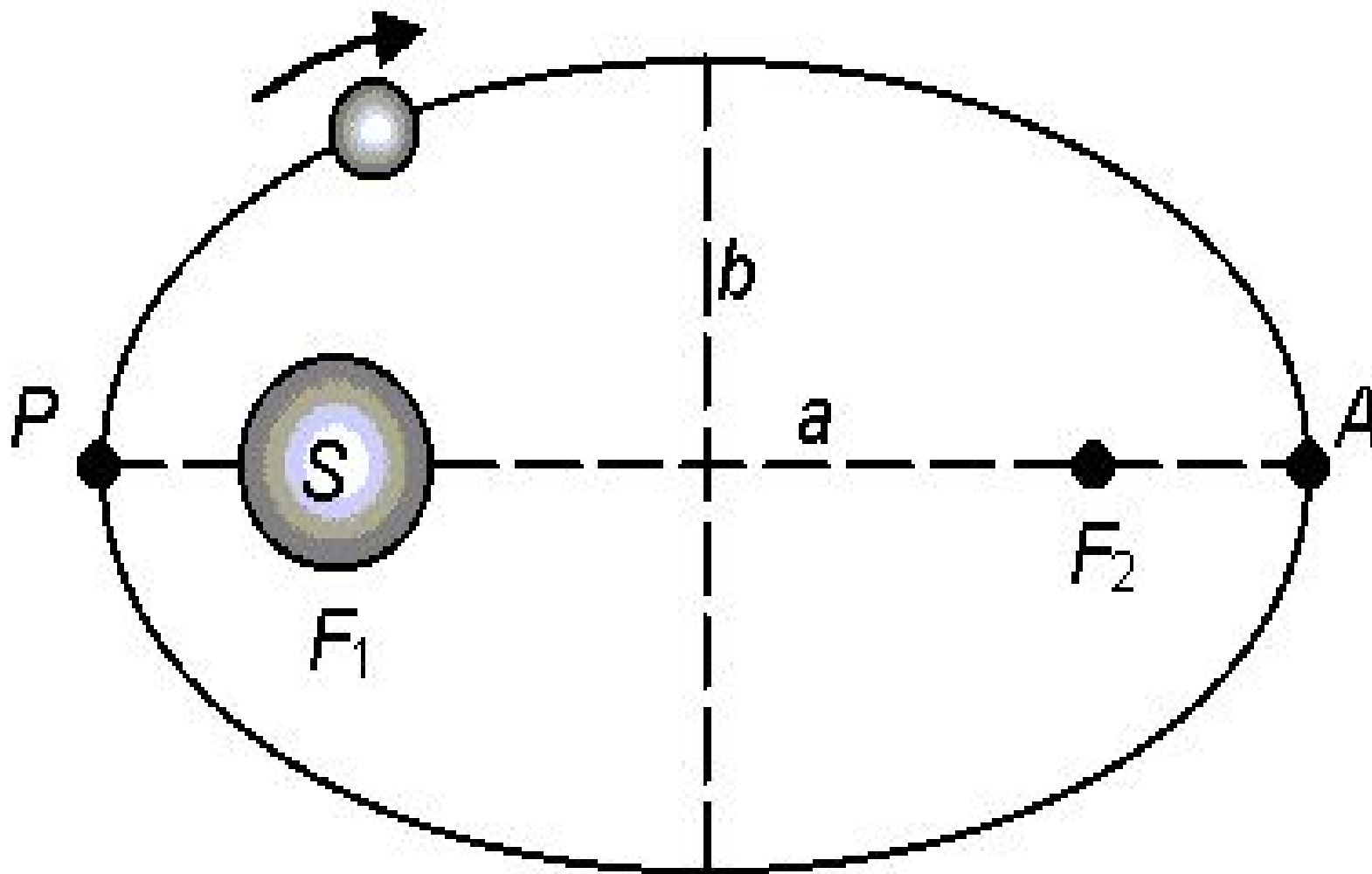


Oddziaływanie grawitacyjne

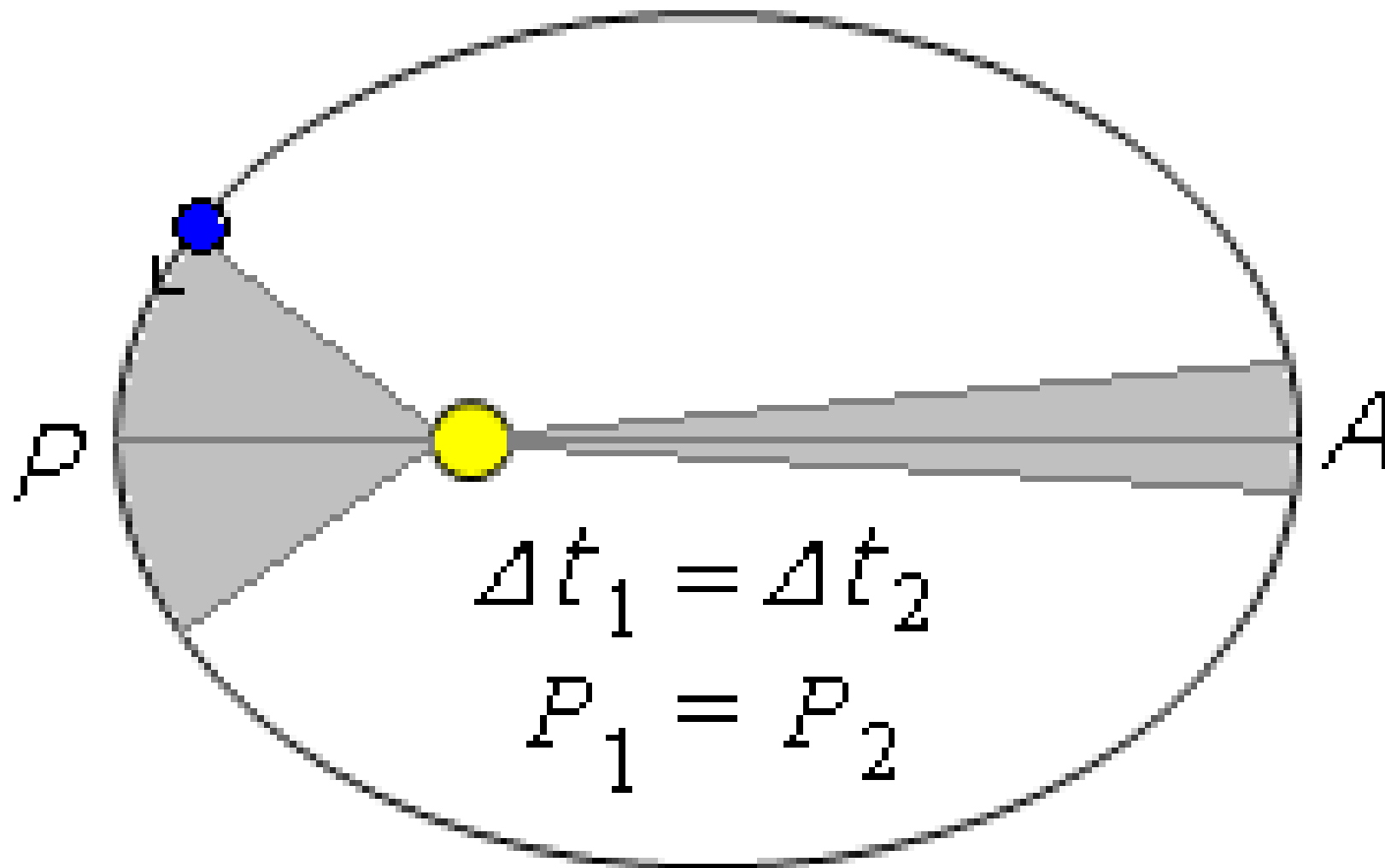


$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

Planeta obiega Słońce zgodnie z I prawem Keplera



Drugie prawo Keplera – stałość prędkości polowej



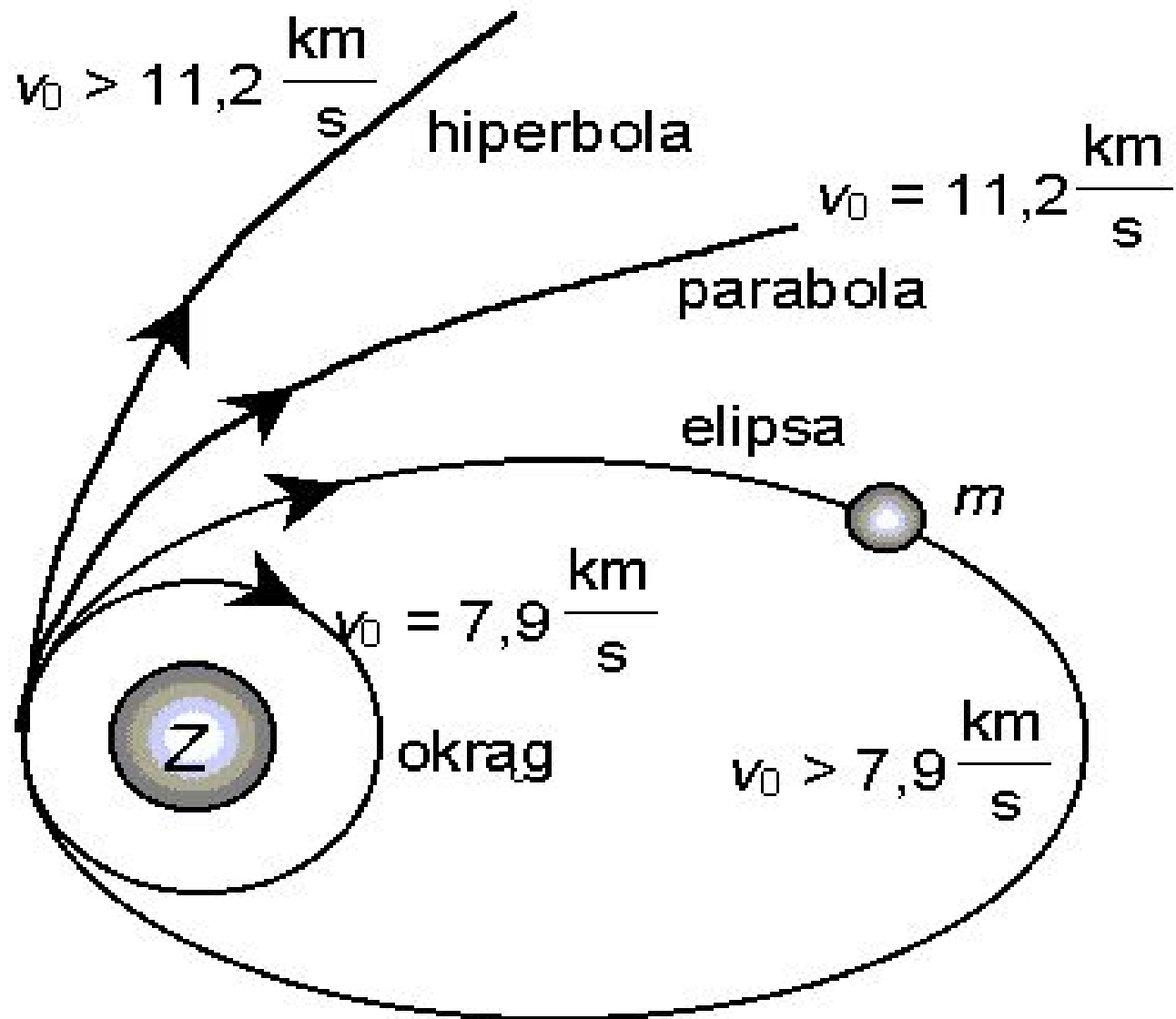
Trzecie prawo Keplera

$$\frac{R^3}{T^2} = \frac{G \cdot M_s}{4 \cdot \pi^2}$$

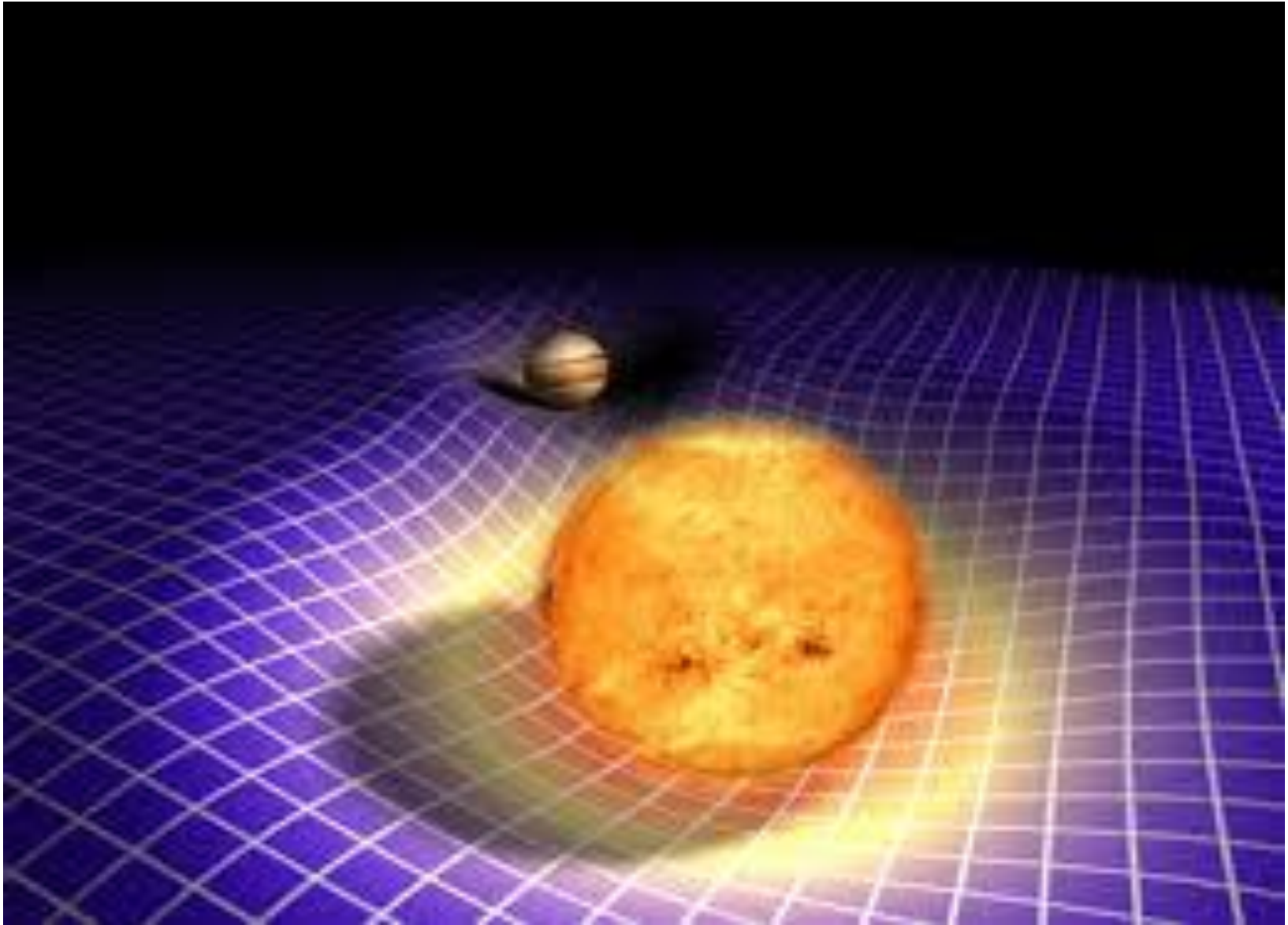
$$R^3 = \frac{G \cdot M_s}{4 \cdot \pi^2} \cdot T^2$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M_s \cdot T^2}{4 \cdot \pi^2}}$$

3 prędkości kosmiczne



Przyciąganie wedle teorii względności



Klasyfikacja gwiazd

- ✦ Różnice pomiędzy widmami gwiazd dostrzeżono w połowie XIX wieku
- ✦ Pierwszy system klasyfikacji – papieski astronom *Angelo Secchi* S.J. – cztery klasy widmowe, widma 4000 gwiazd od roku *1863*
- ✦ Najobszerniejszy program klasyfikacyjny: pierwsze dwie dekady XX w. w Harvard z użyciem *astrografu Drapera* (obecnie w Toruniu) – widma 225,000 gwiazd

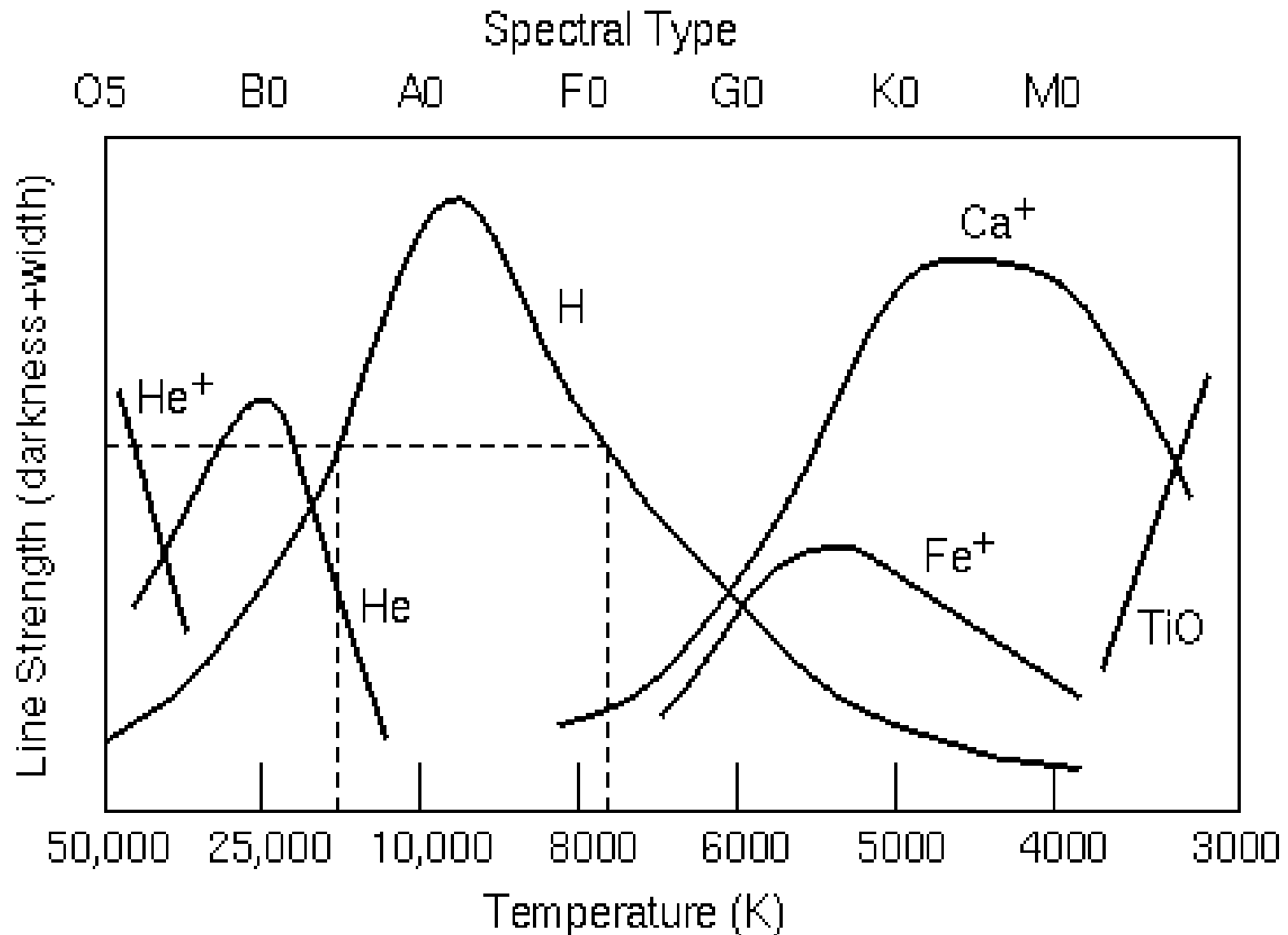
System typów widmowych

- ✧ Typy widmowe oznaczone literami, które uporządkowano zgodnie z ówczesnymi poglądami na naturę gwiazd (A, B, ...)
- ✧ Obecne uporządkowanie – zgodne z rosnącym *wskaznikiem barwy* (zależność od temperatury)
- ✧ Zawartość widma zależy głównie od temperatury efektywnej, następnie od ciśnienia, dopiero w dalszej kolejności od składu chemicznego

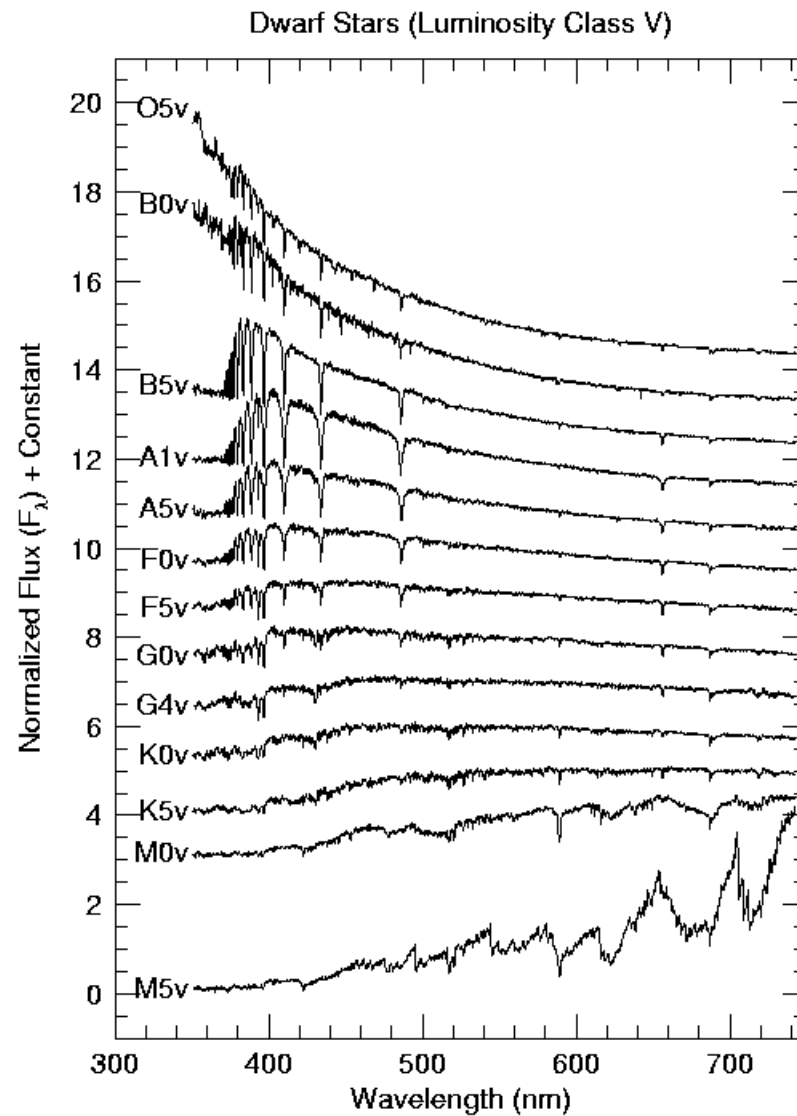
System klasyfikacji Morgana-Keenana

- ✧ Zestaw typów widmowych: ***O Be A Fine Girl Kiss Me Right Now***
- ✧ Klasy świecenia: **I** (nadolbrzym), **II** (jasny olbrzym), **III** (olbrzym), **IV** (podolbrzym), **V** (karzeł), **VI** (podkarzeł), **VII** (biały karzeł) z pewnymi uzupełnieniami; ciśnienie w atmosferze rośnie z rosnącą klasą świecenia
- ✧ ***Klasyfikacja bazuje na stosunkach natężeń linii widmowych***

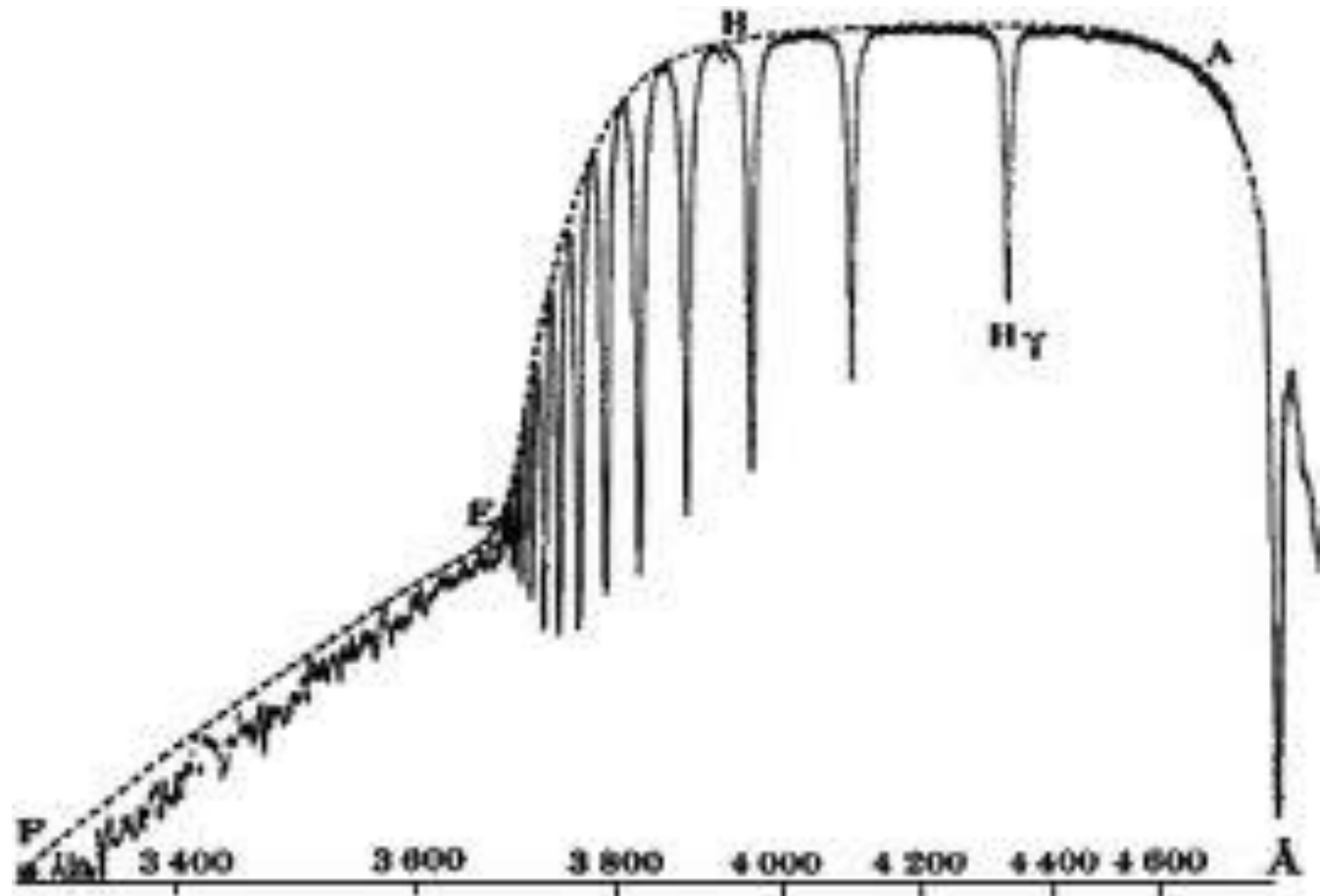
Dominujące linie w widmach gwiazd o różnej temperaturze



Widma: temperatura rośnie od dołu w
górze.



Skok Balmera



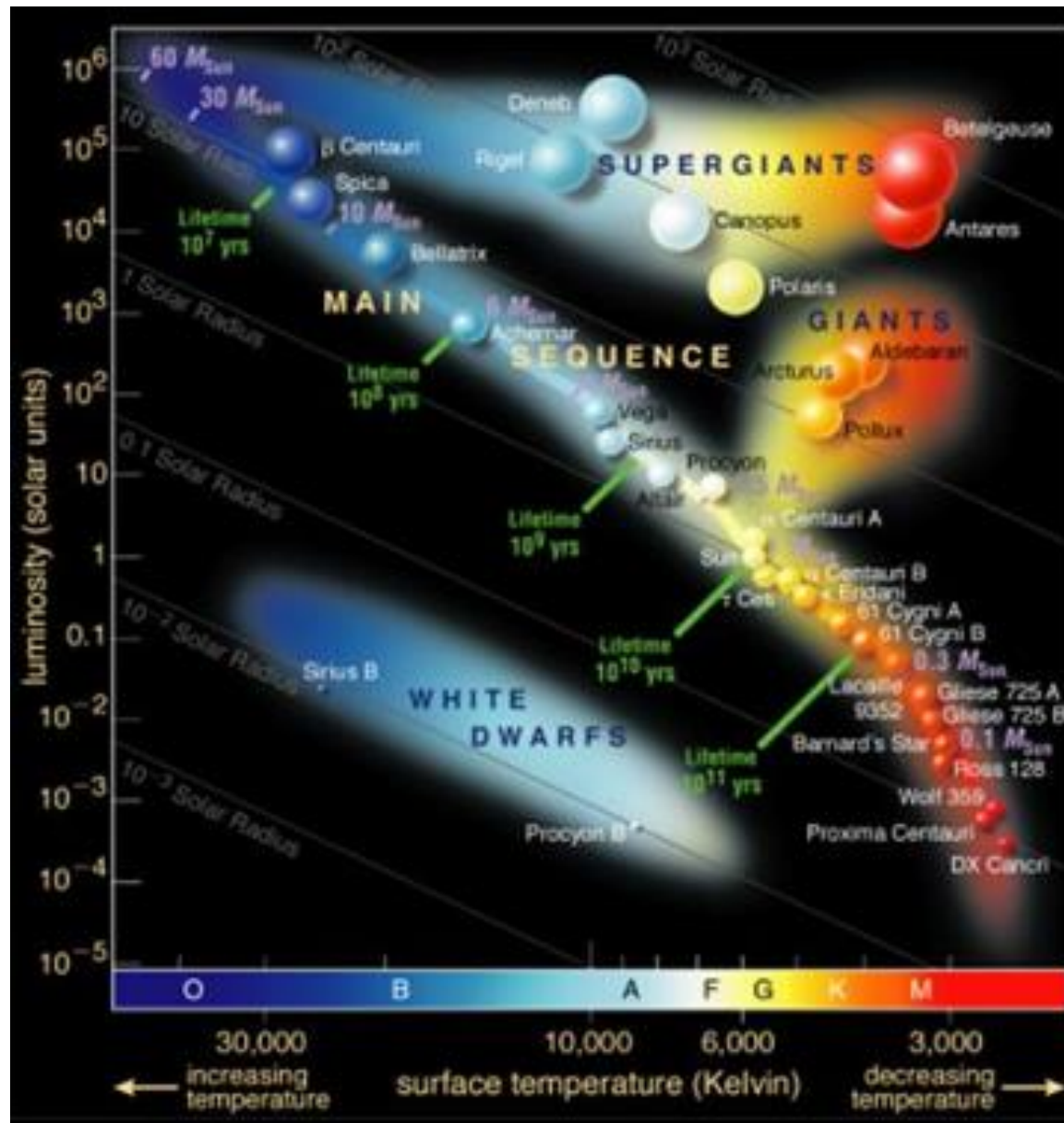
Powstawanie linii w widmach gwiazd

- Współdziałanie procesów mikroskopowych i statystycznych
- Rozpraszanie statystyczne jako źródło linii absorpcyjnych
- Absorpcja jako źródło linii absorpcyjnych
- Emisja jako metoda chłodzenia gazu
- Warunki powstawania linii absorpcyjnych i emisyjnych

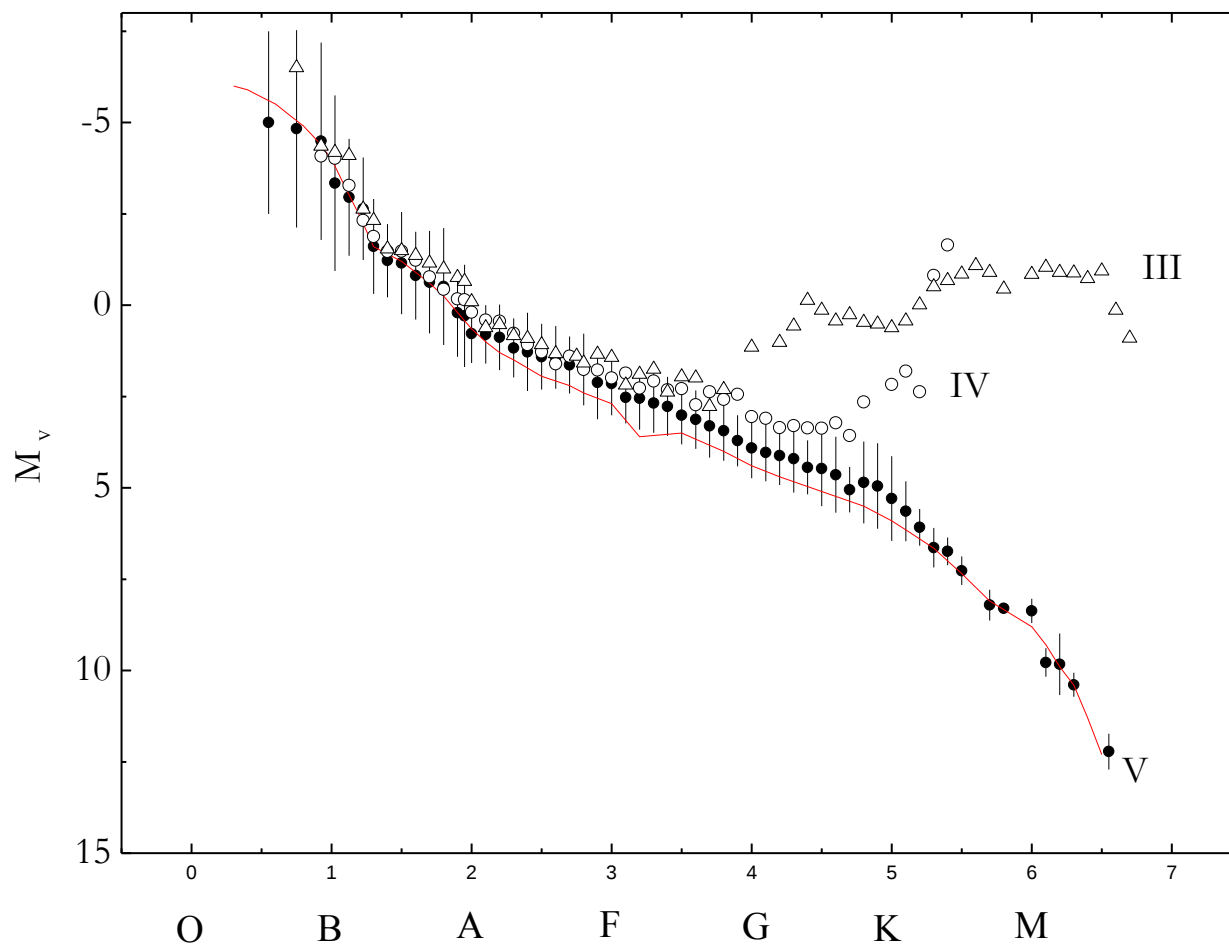
Układy atomów i cząsteczek

- Struktura atomu
- Przejścia b-b
- Przejścia b-f i f-b
- Przejścia f-f
- Wzbudzenia radiacyjne i kolizyjne, temperatura

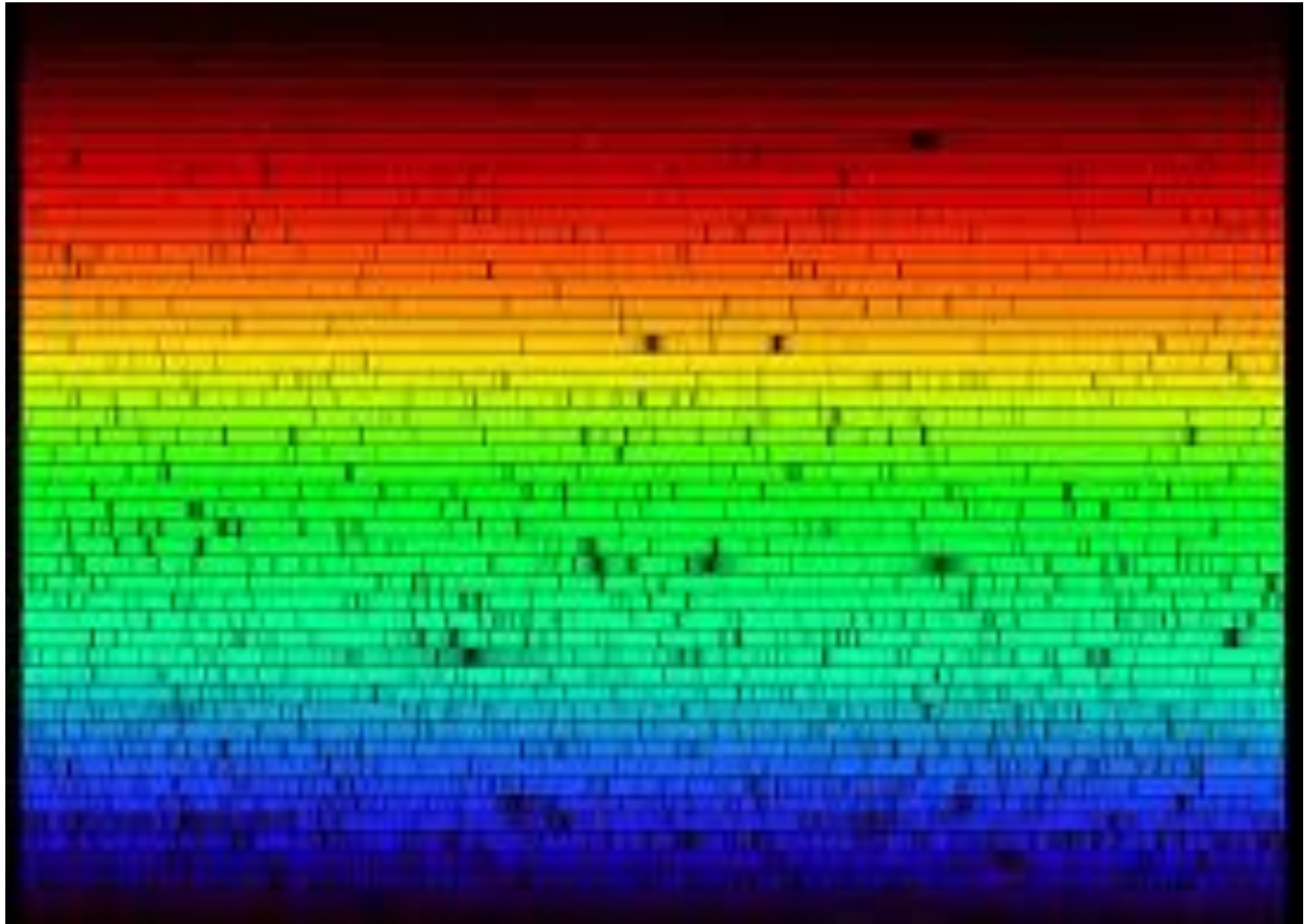
Diagram Hertzsprung - Russela



Najnowsza wersja ciągu głównego i gałęzi olbrzymów



Widmo ze spektrografu echelle



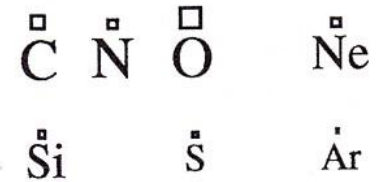
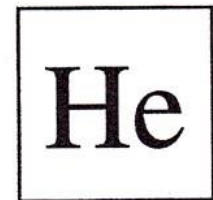
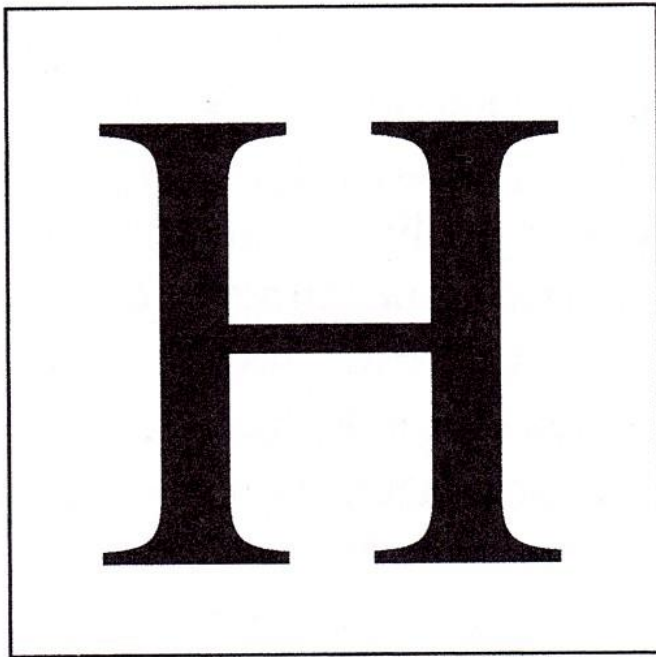
Widmo liniowe gwiazdy

- Poziom continuum – tylko względny dla widm szczelinowych
- Linie widmowe – zawarta w nich informacja
- Długość fali (λ) – ważna dla identyfikacji
- Szerokość równoważna – miara całkowitej absorpcji
- Profil – zależny od warunków fizycznych w atmosferze

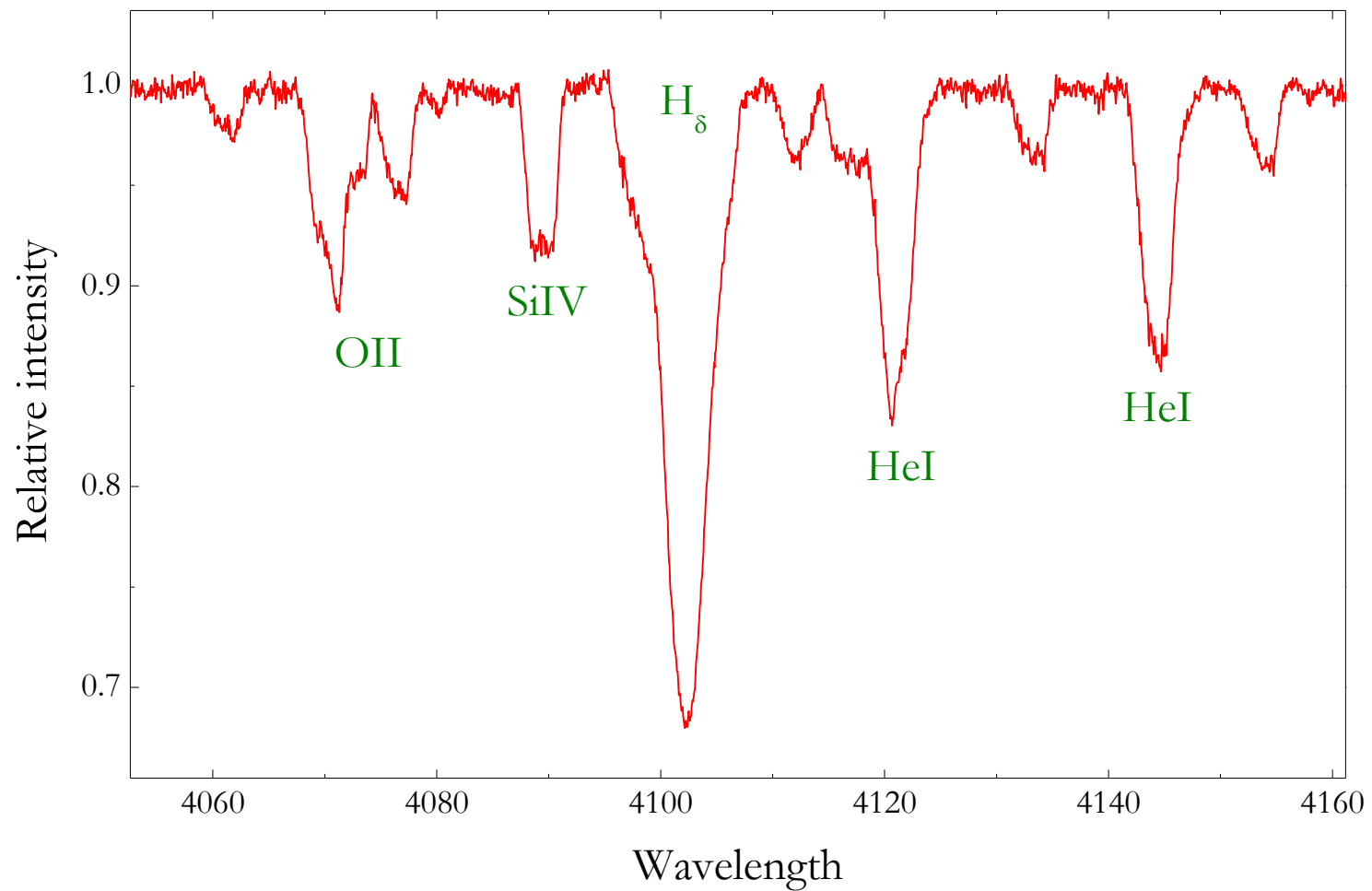
Widmo liniowe gwiazdy

- Poziom continuum – tylko względny dla widm szczelinowych
- Linie widmowe – zawarta w nich informacja
- Długość fali (λ) – ważna dla identyfikacji
- Szerokość równoważna – miara całkowitej absorpcji
- Profil – zależny od warunków fizycznych w atmosferze

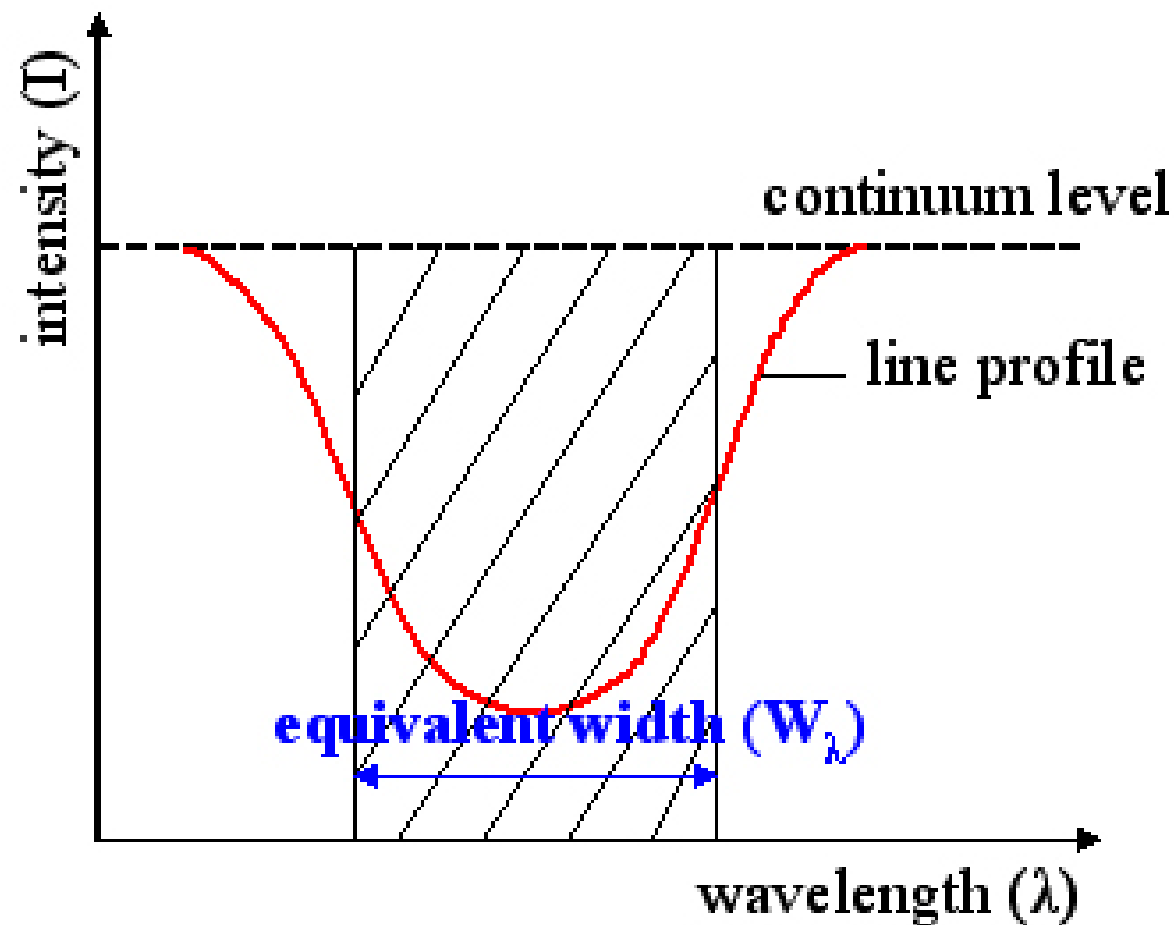
Astrofizyczna wersja tablicy Mendelejewa: pola prostokątów proporcjonalne do obfitości



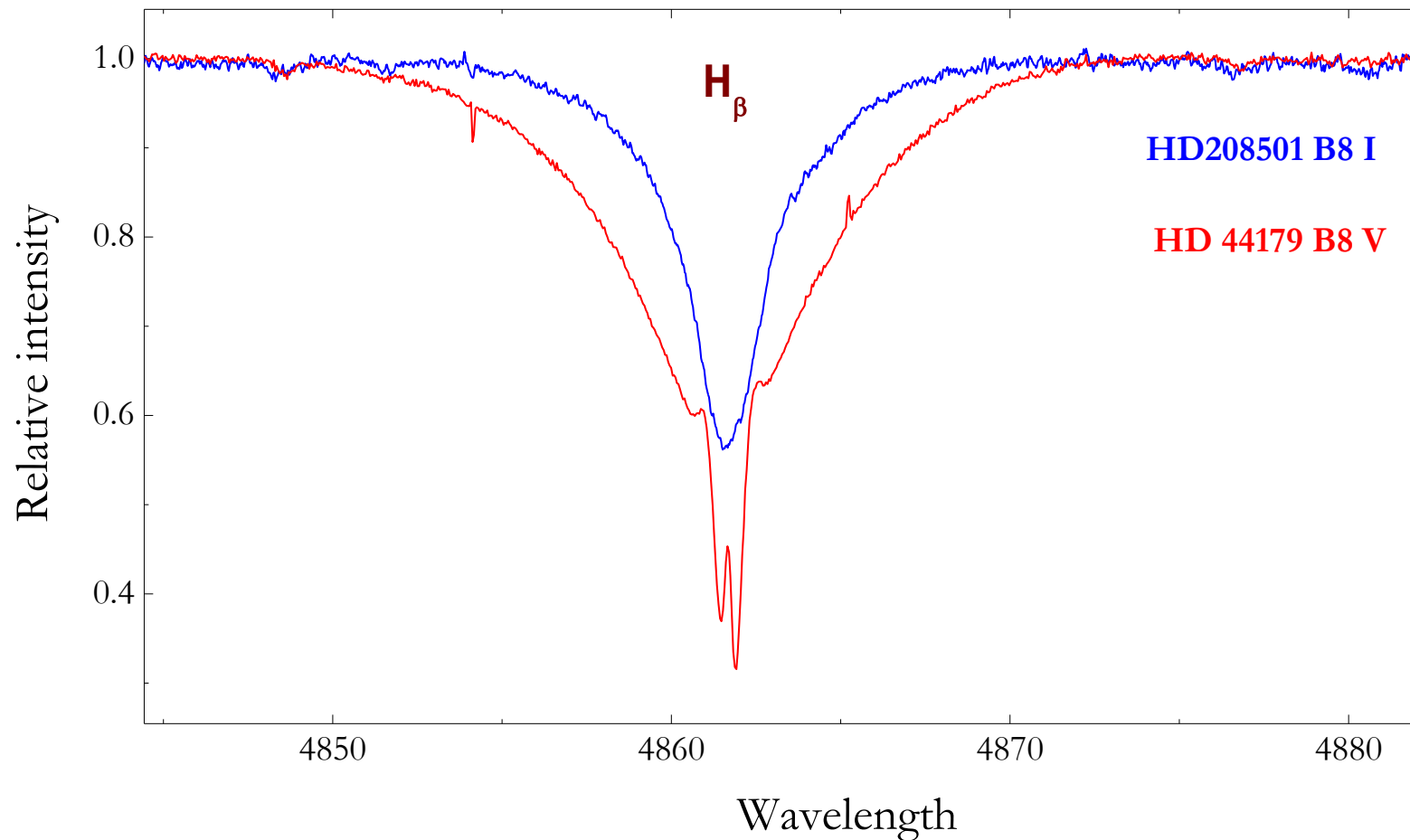
Przykład widma liniowego - HD24760



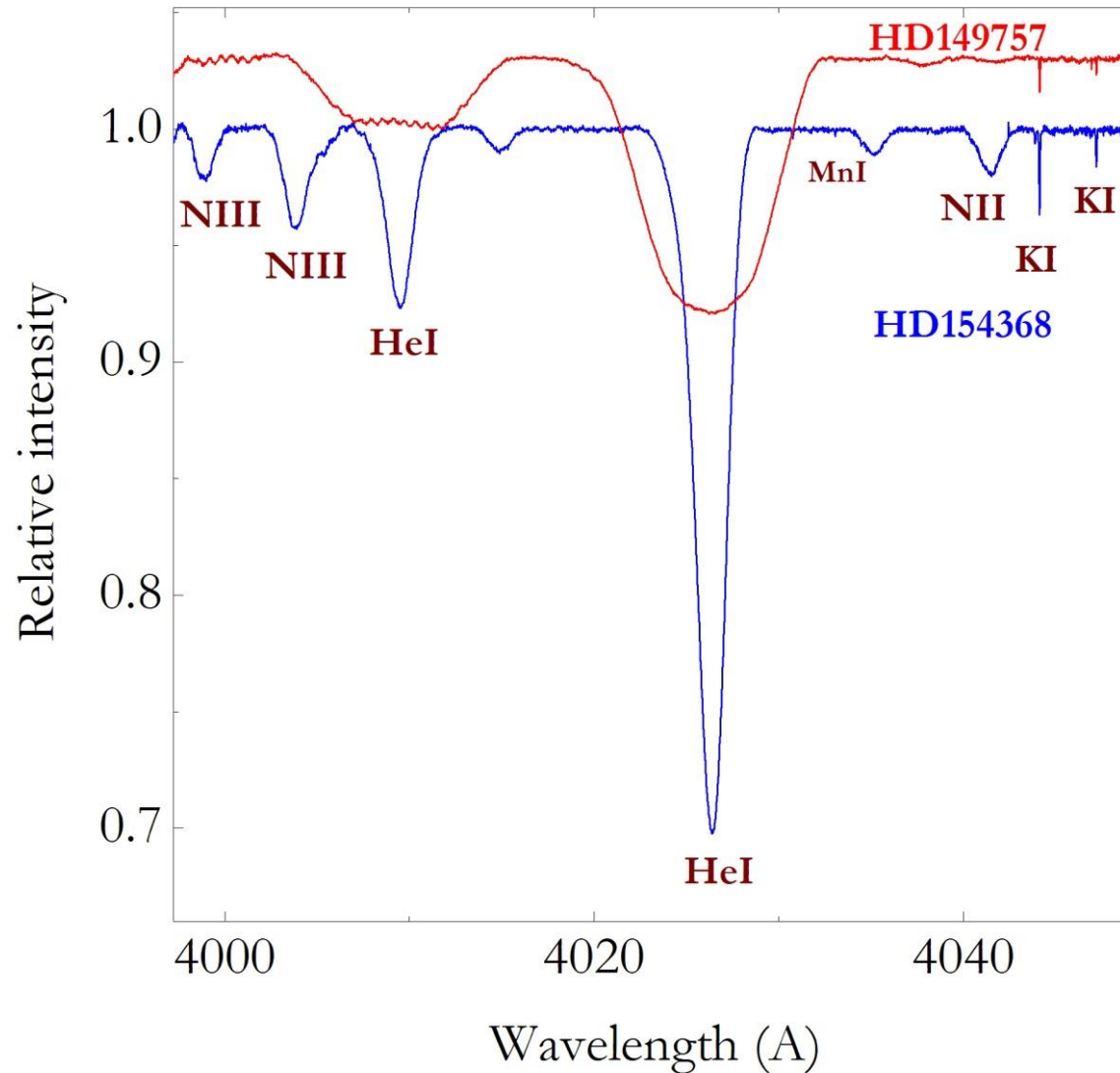
Pojęcie szerokości równoważnej



Zależność profilu od klasy świecenia



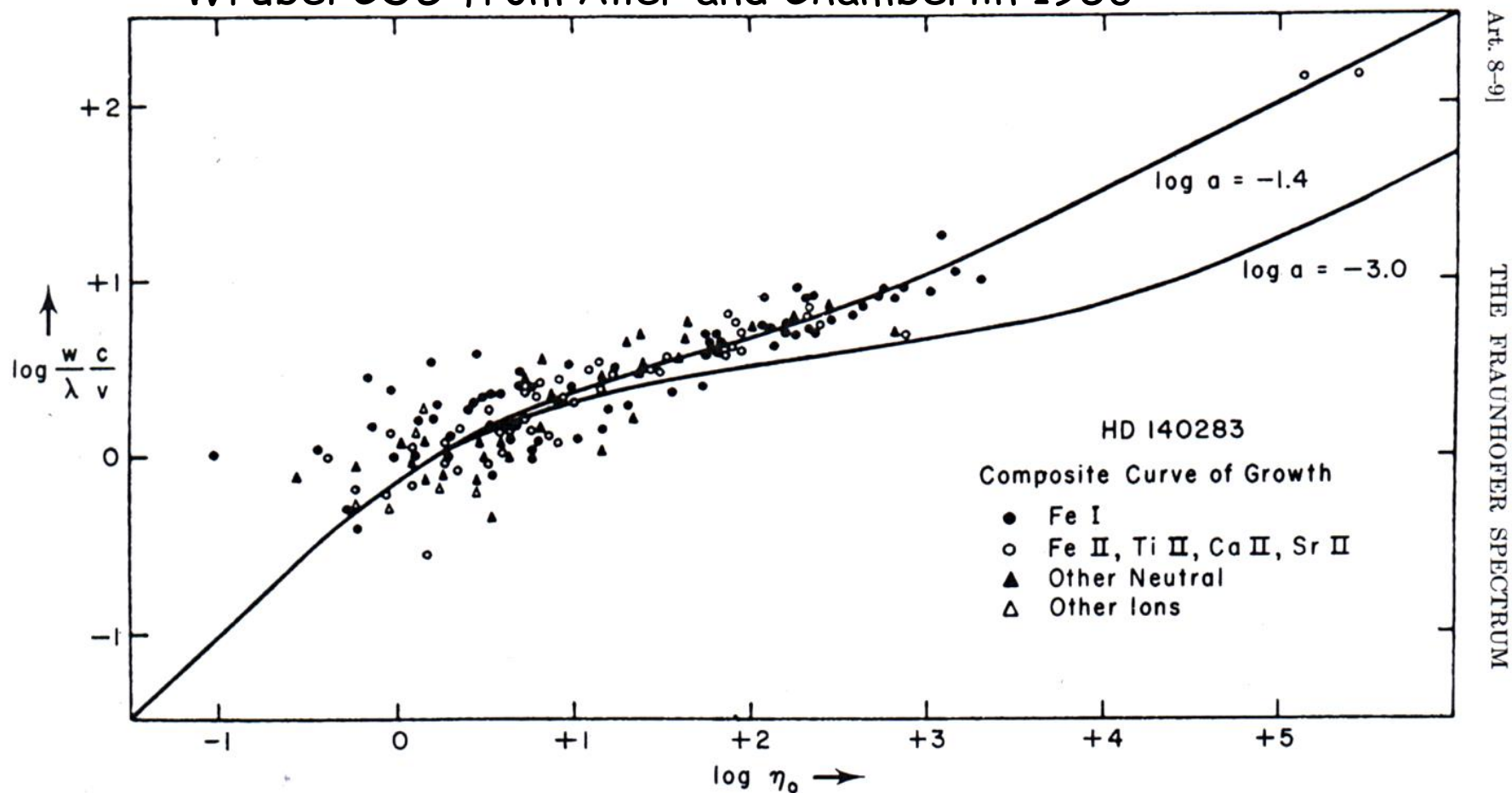
Wpływ rotacji na profile linii



KRZYWA WZROSTU

Matematyczna relacja pomiędzy obfitością pierwiastka i szerokością równoważną linii
Szerokość równoważna wyrażana jest jako W/λ co uniezależnia ją od λ

Wrubel COG from Aller and Chamberlin 1956



FRAGMENTY WIDM DWU GWIAZD Z NAŁOŻONYM WIDMEM TEORETYCZNYM

