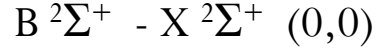


Rola doświadczenia w obserwacjach

Jacek Krełowski
Centrum Astronomii UMK

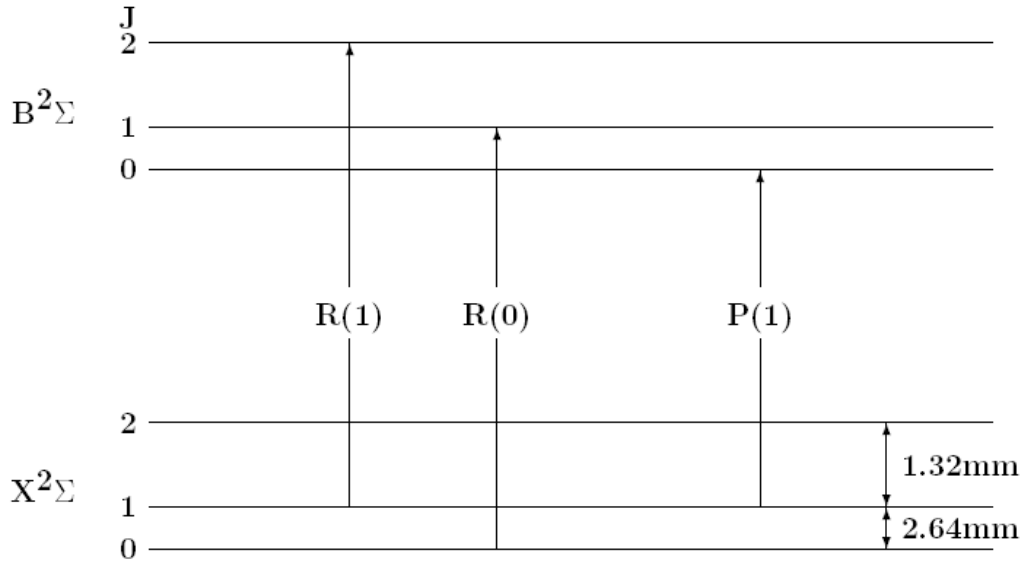
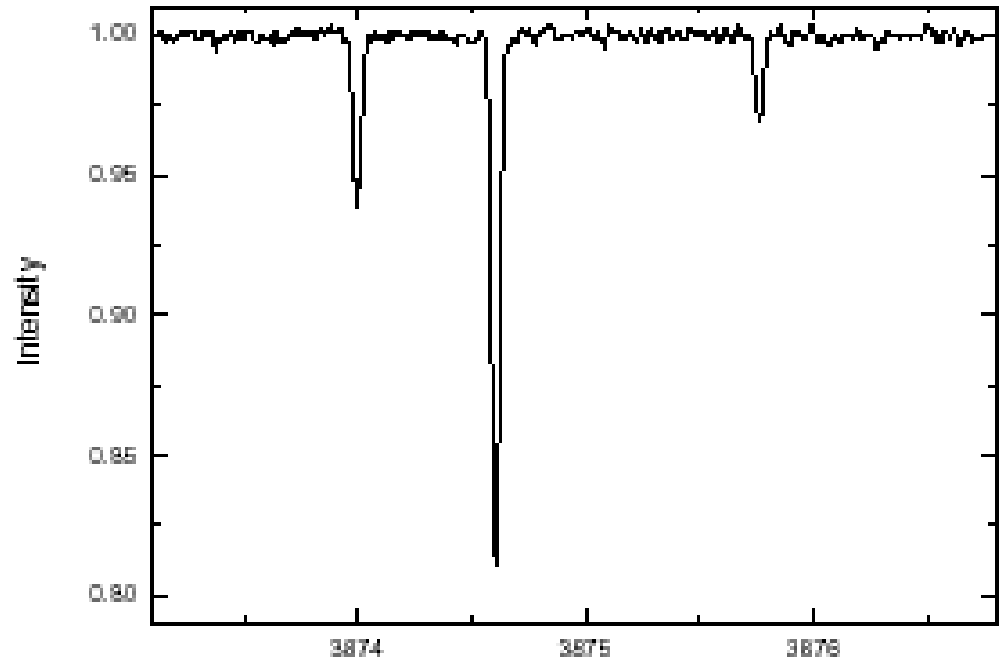
Przejścia rotacyjne molekuly CN:



R(1) 3873.999 Å

R(0) 3874.607 Å

P(1) 3875.764 Å



Przykład z molekułą CN w ζ Opn

- Pasma $B^2\Sigma^+ - X^2\Sigma^+ (0,0)$
- W rozmaitych rozdzielczościach i S/N
- UVES
- HARPS
- Terskol (CN ave)
- Grams (C156)
- reticon
- Stosunek $N R(0)/R(1)$ – temperatura rotacyjna

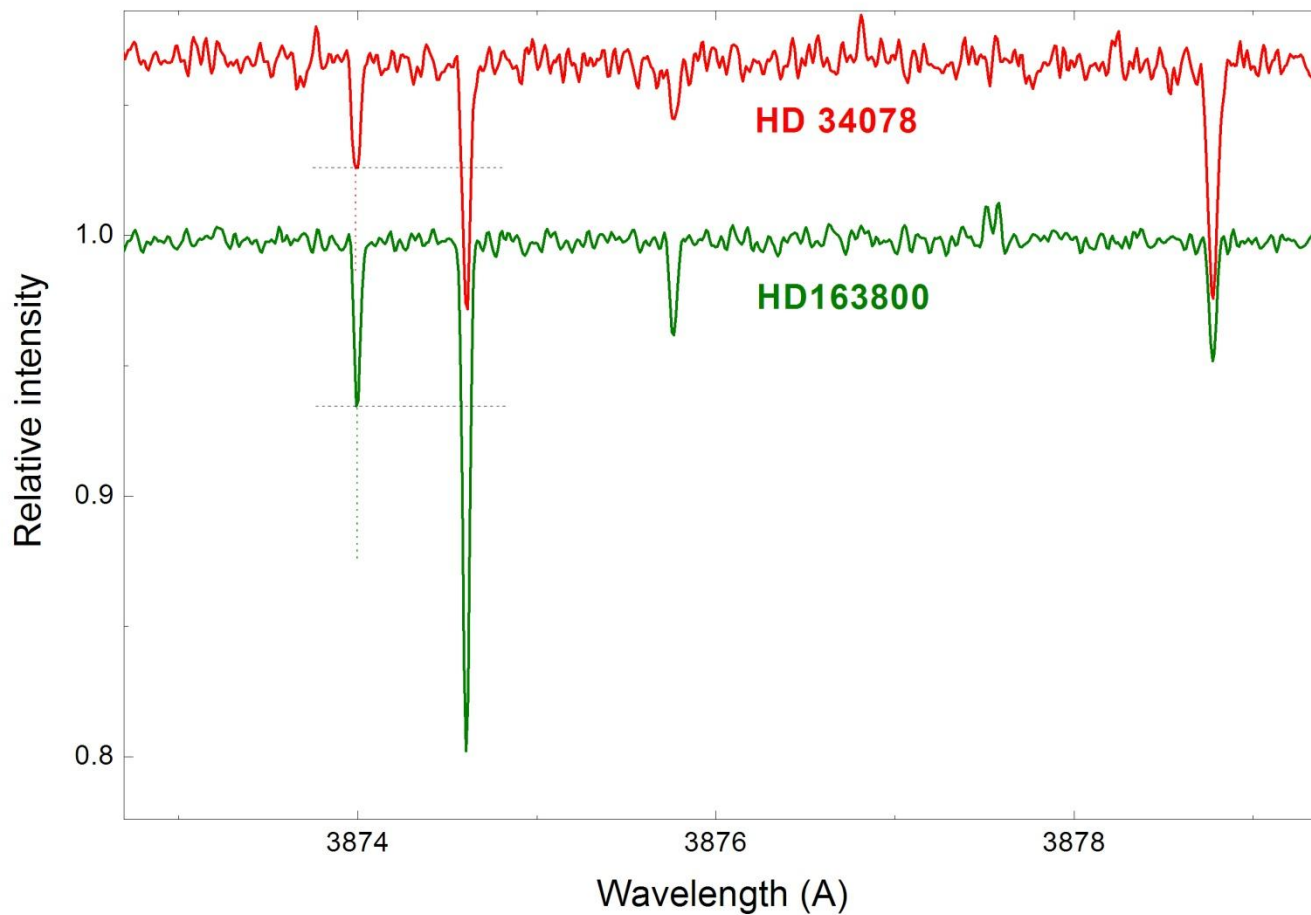
Zmienna temperatura rotacyjna

- Sens temperatury rotacyjnej:

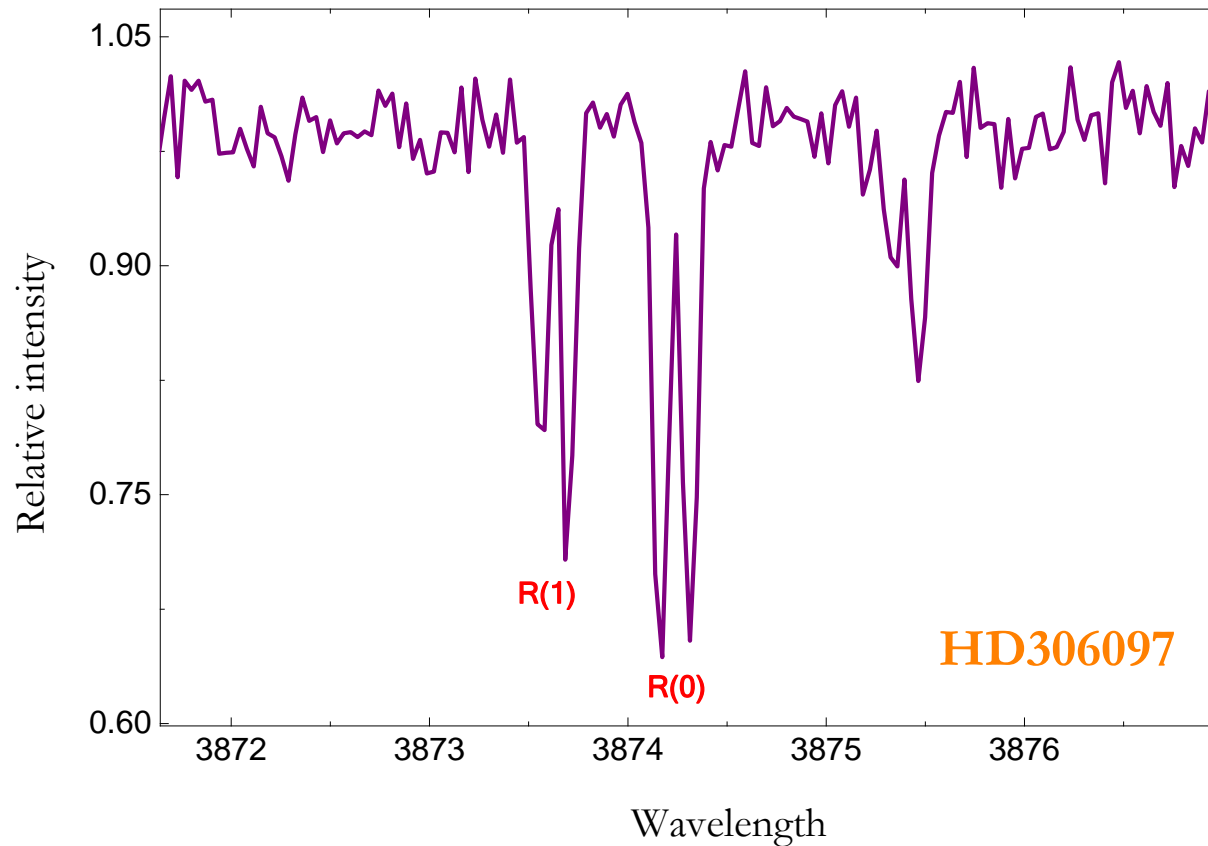
$$\frac{N(i)}{N(j)} = \frac{g_i}{g_j} \exp\left(-\frac{h\nu_{ij}}{kT}\right)$$

- Przykład dla widm HD34078 (Gecko) i HD163800 (Harps)

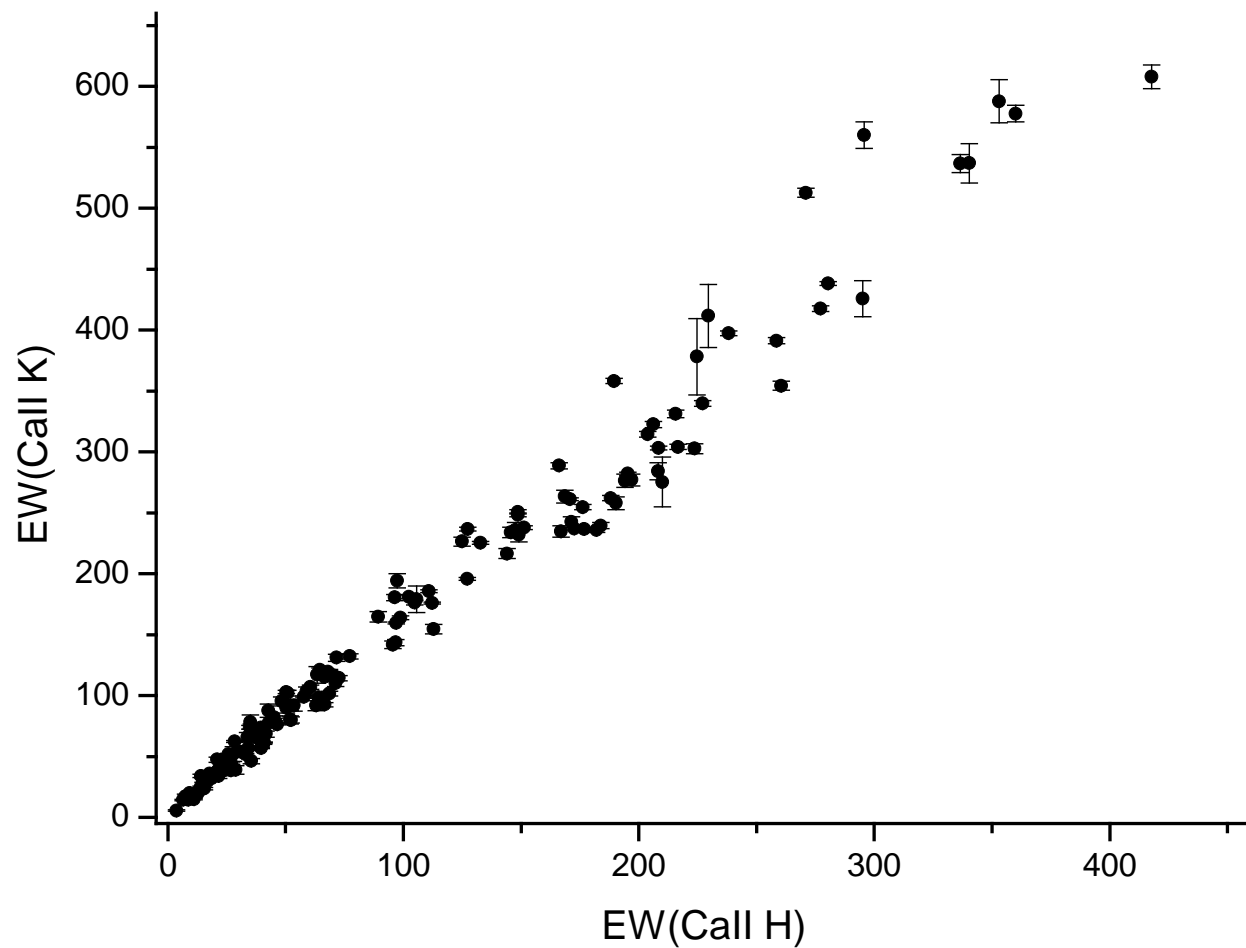
Zmienna temperatura rotacyjna molekuly CN



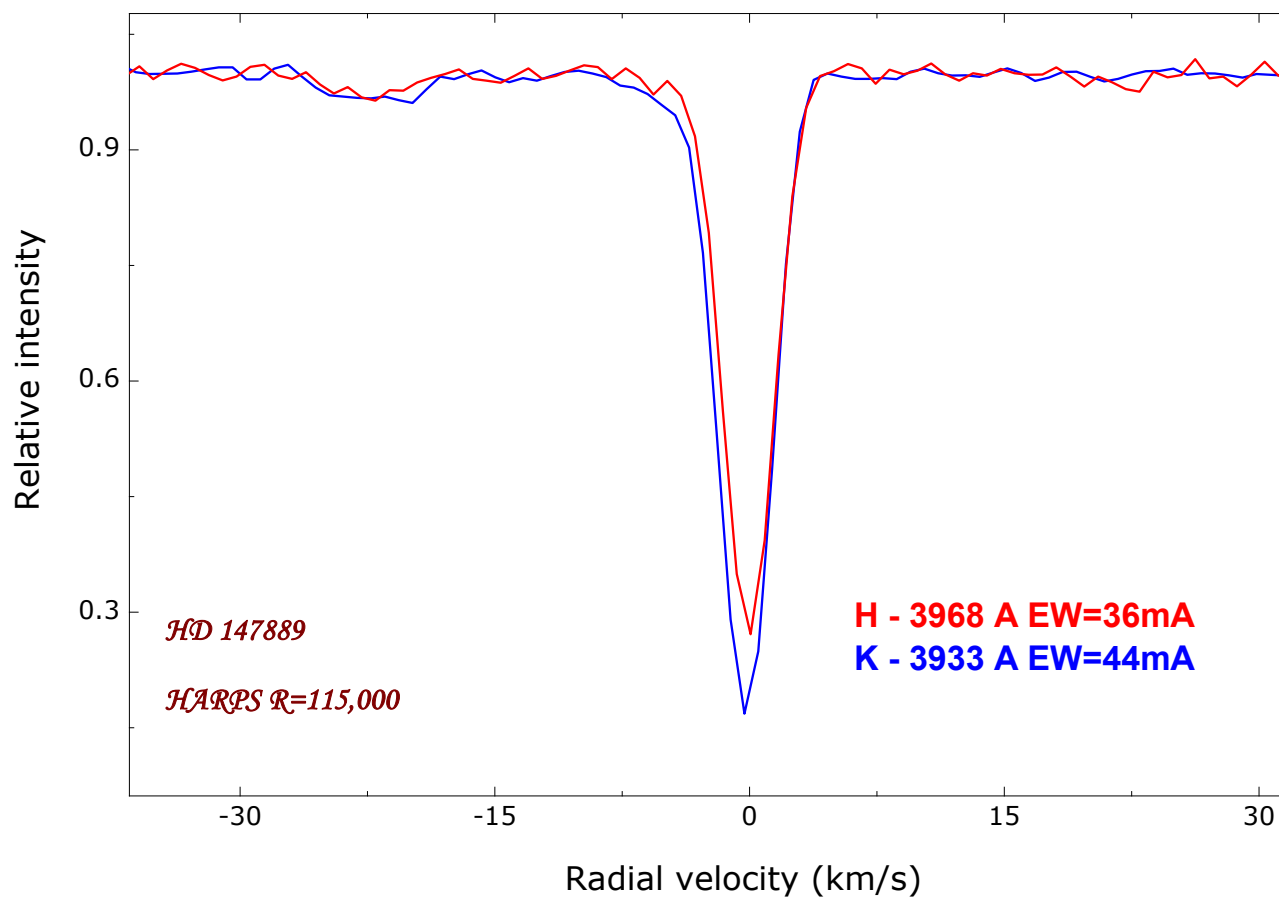
Realność różnych temperatur rotacyjnych



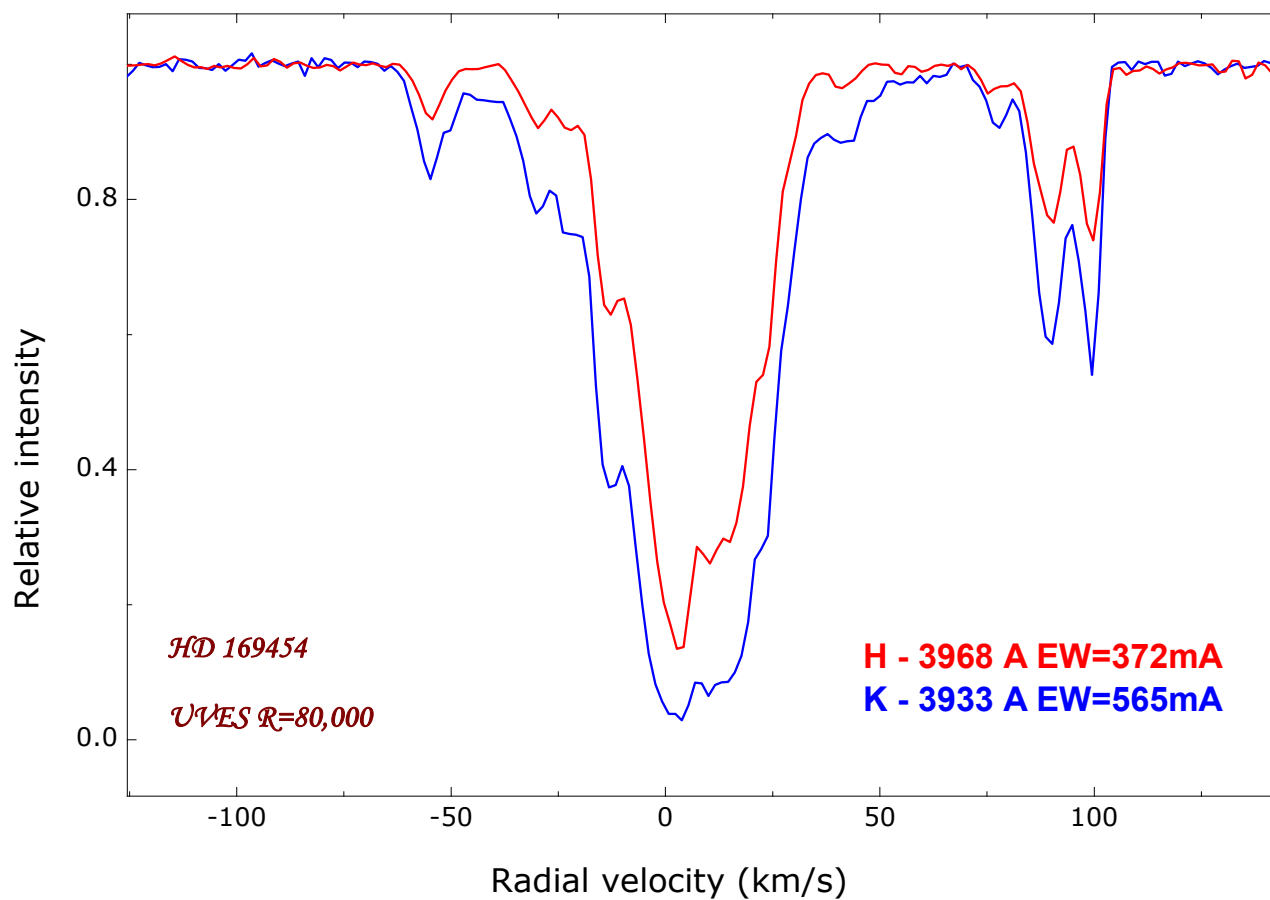
Słabe efekty nasycenia w liniach H i K



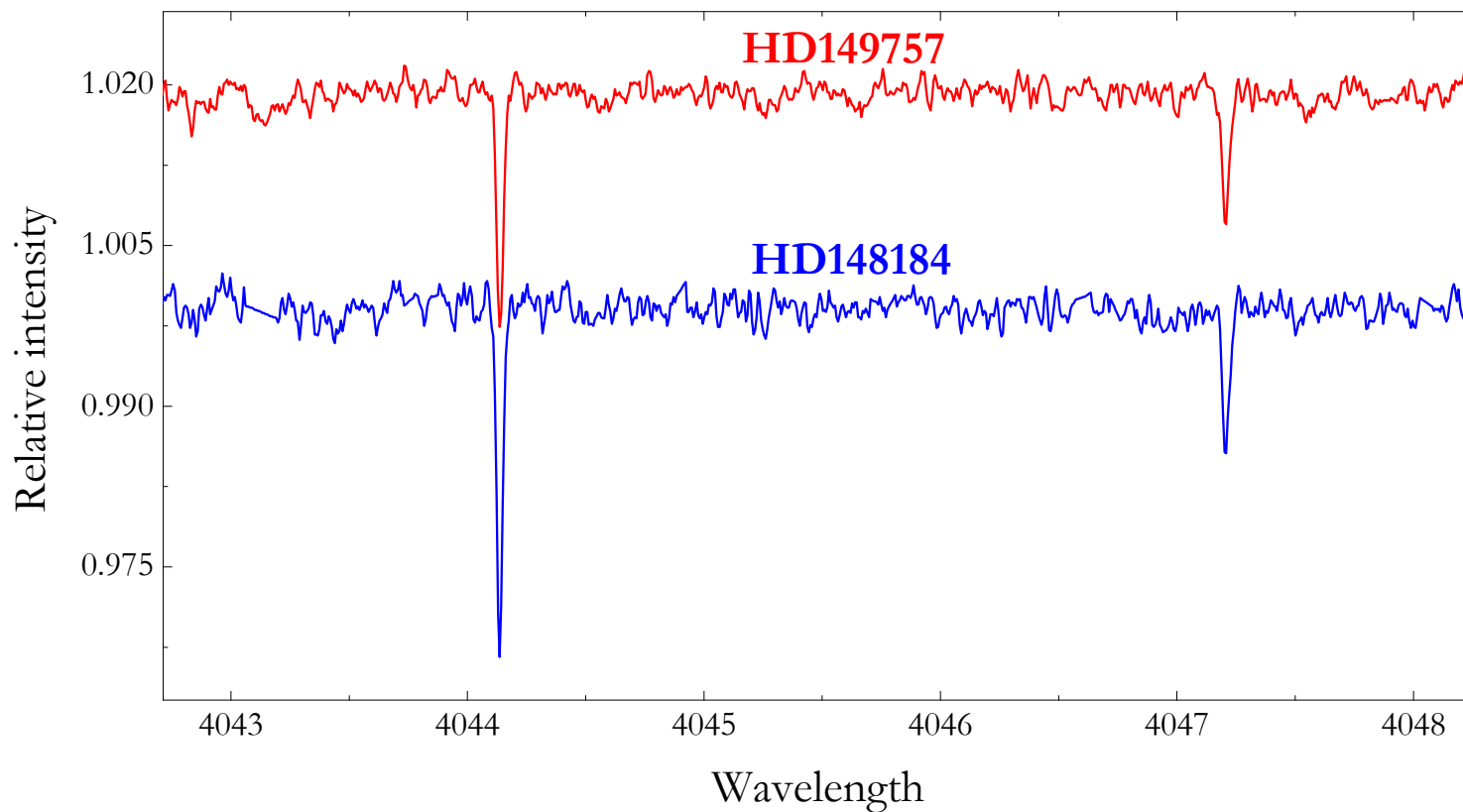
Nasycone, choć słabe linie CaII



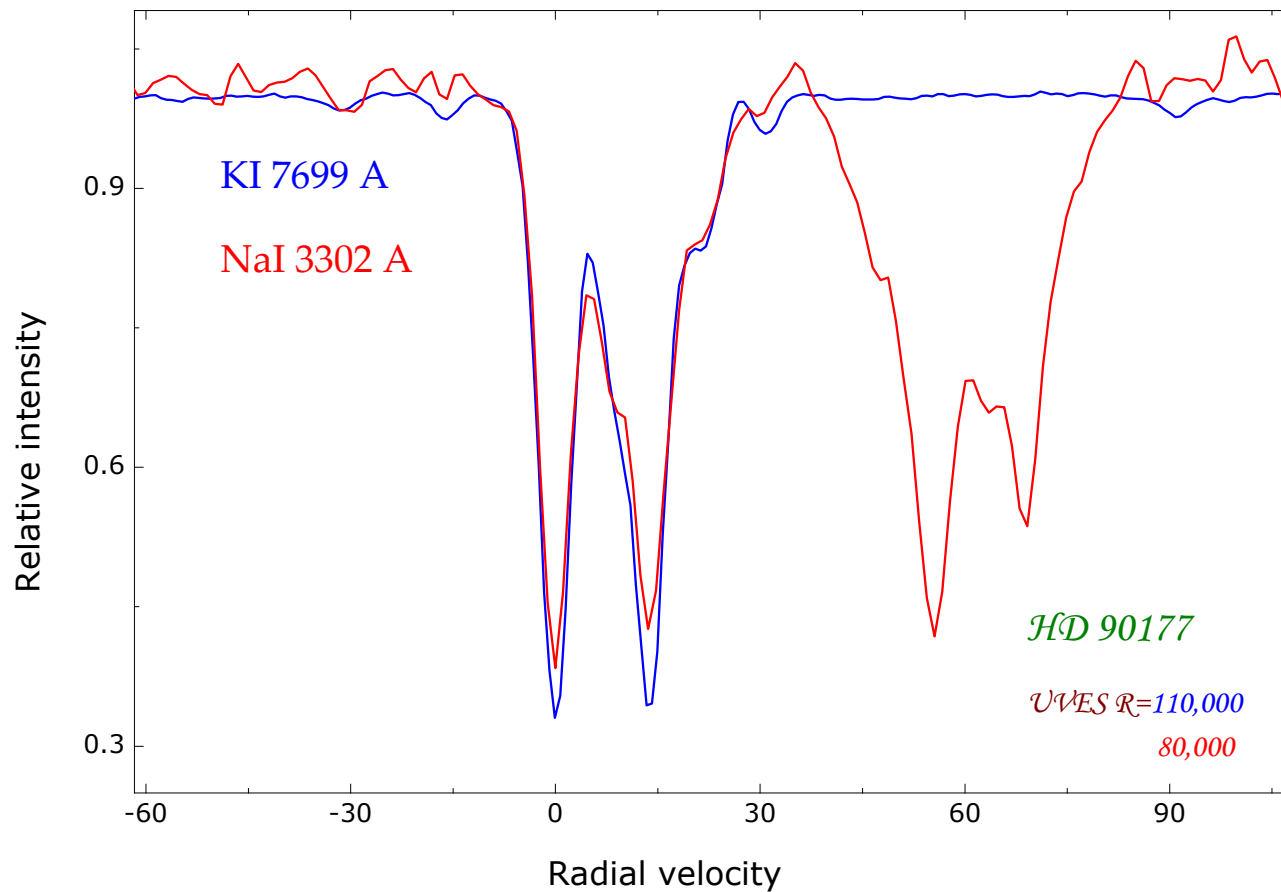
Silne linie H i K o niewielkim wysyceniu



Rzadko obserwowany, słaby dublet potasu w fiolecie (widma R=220,000 z ESO)



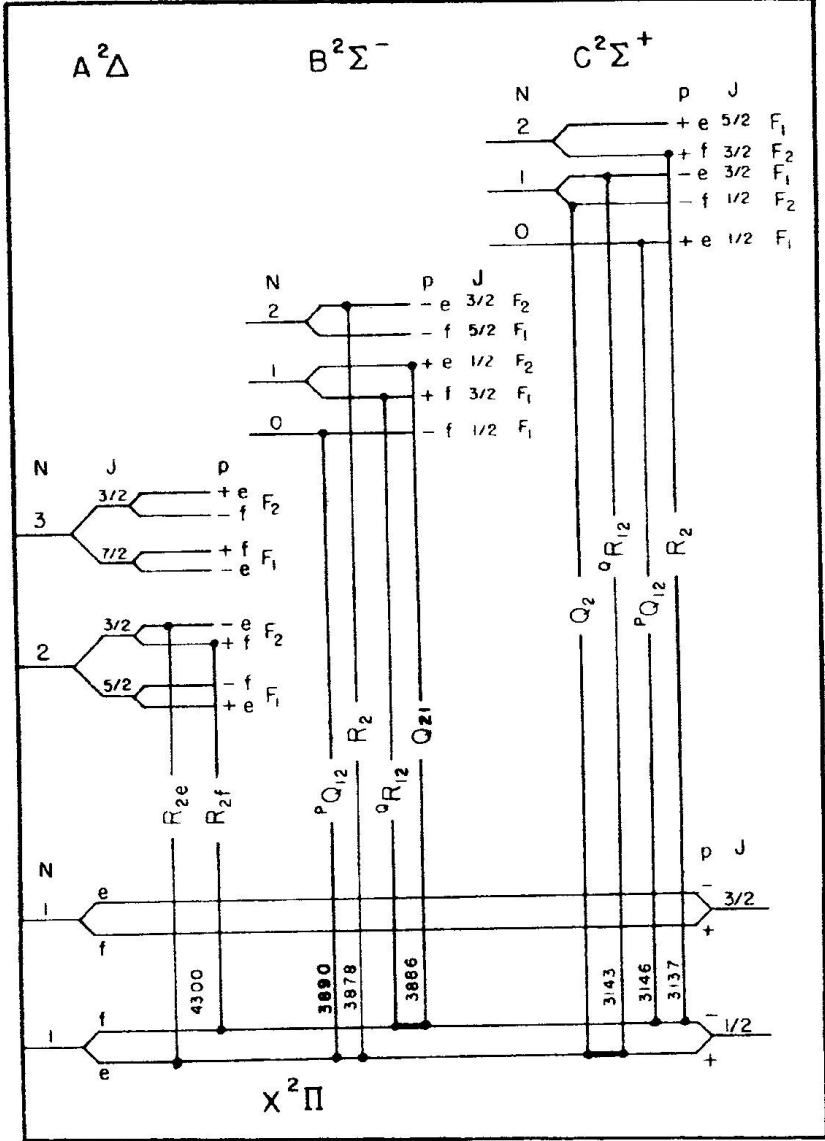
Profile: słabszej linii z czerwonego dubletu potasu i silniejszej z UV dubletu sodu są prawie identyczne



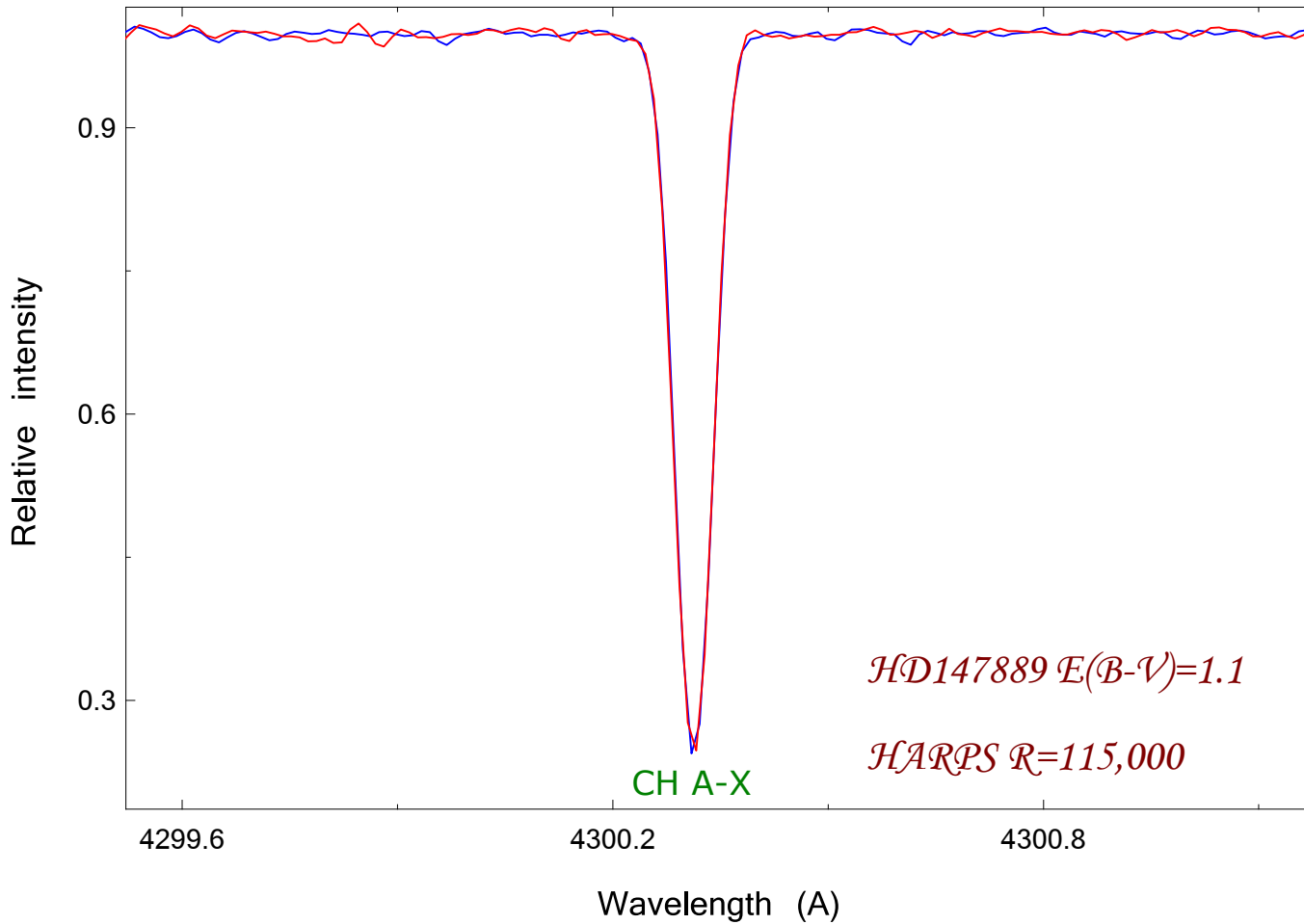
Łatwiej obserwować to, co się nasycza...

- Zakładamy ekwipartycję energii pomiędzy cząstkami gazu międzygwiazdowego
- Masa atomowa potasu to 39 przy 12 – węgla i 14 – azotu; tak więc linie potasu winny nasyczać się jeszcze prędzej niż linie molekuly CN
- Wapń (rozważany powyżej) ma masę atomową 40, a więc prawie równą potasowi
- Molekuła CH ma masę atomową 13, a ponadto najbardziej znana struktura (4300\AA) wykazuje rozdwojenie Λ , co sprawia, że struktura jest dubletem i pozostaje niewysyczona do $EW=20\text{m}\text{\AA}$ gdy CN wysycza się przy $6\text{m}\text{\AA}$

Schemat przejść molekulary CH

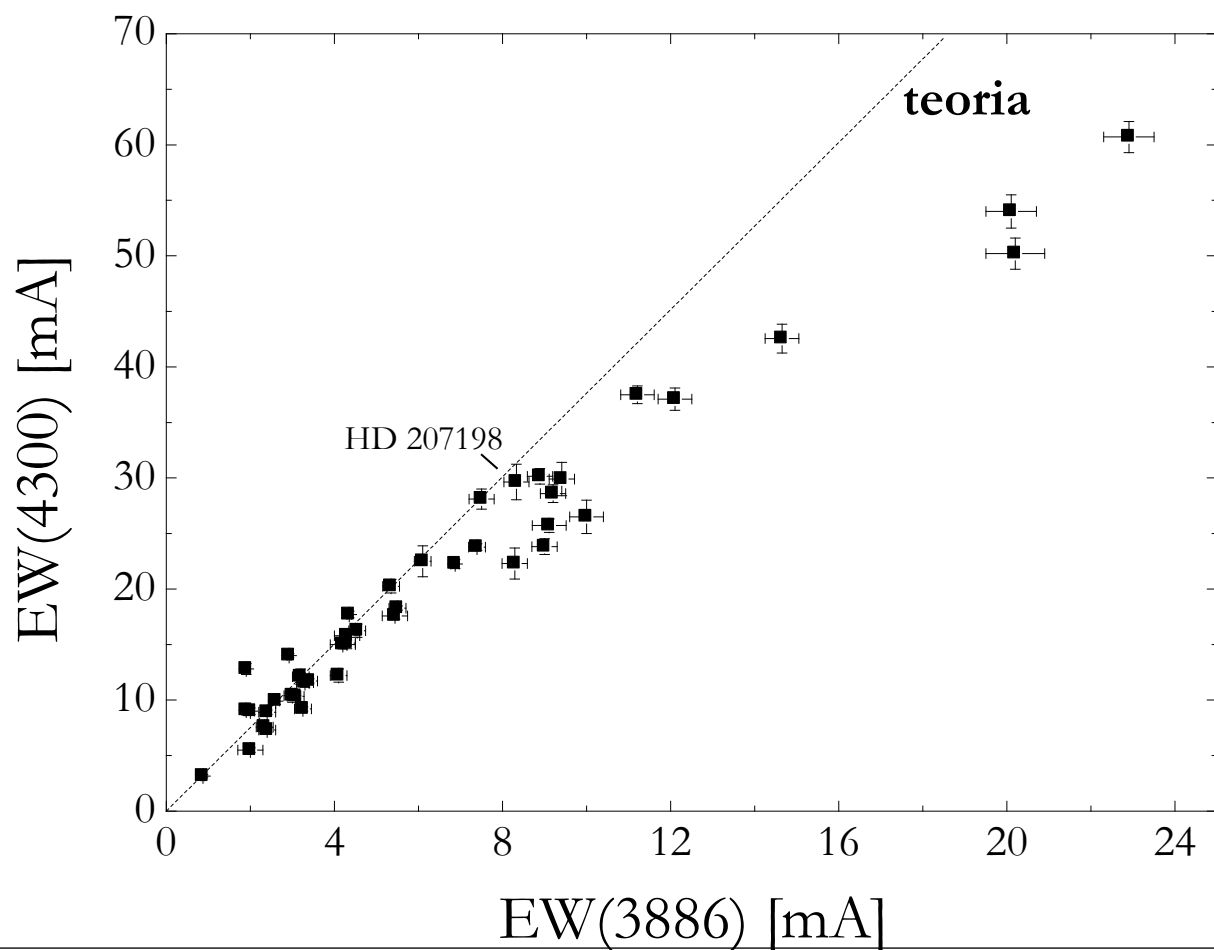


Linia CH nie wykazuje żadnych oznak
rozszczenia nawet w wysokiej rozdzielczości

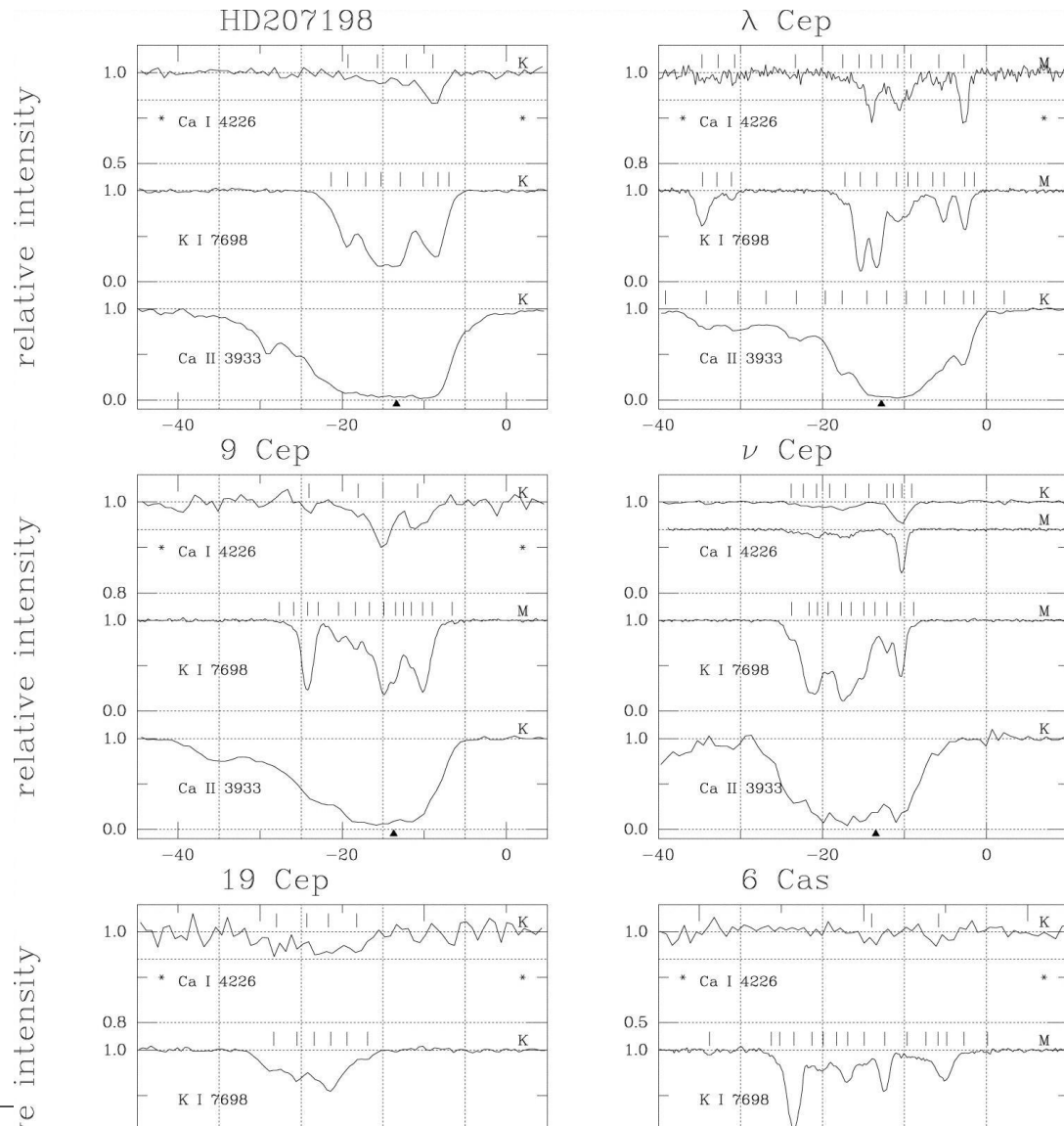


CH A-X - efekty nasycenia

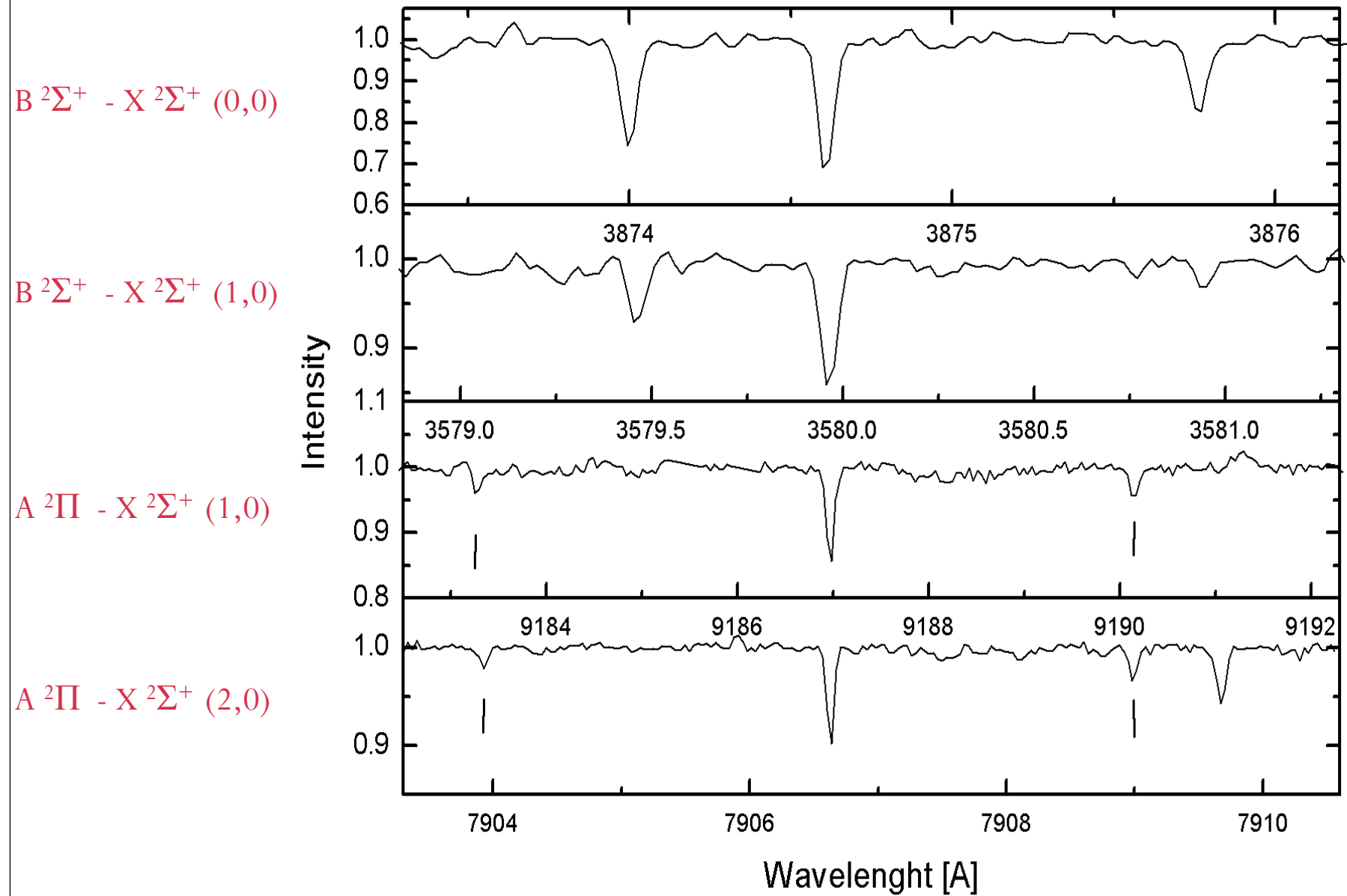
(teoretyczna wartość $EW(4300)/EW(3886) = 3.87$)



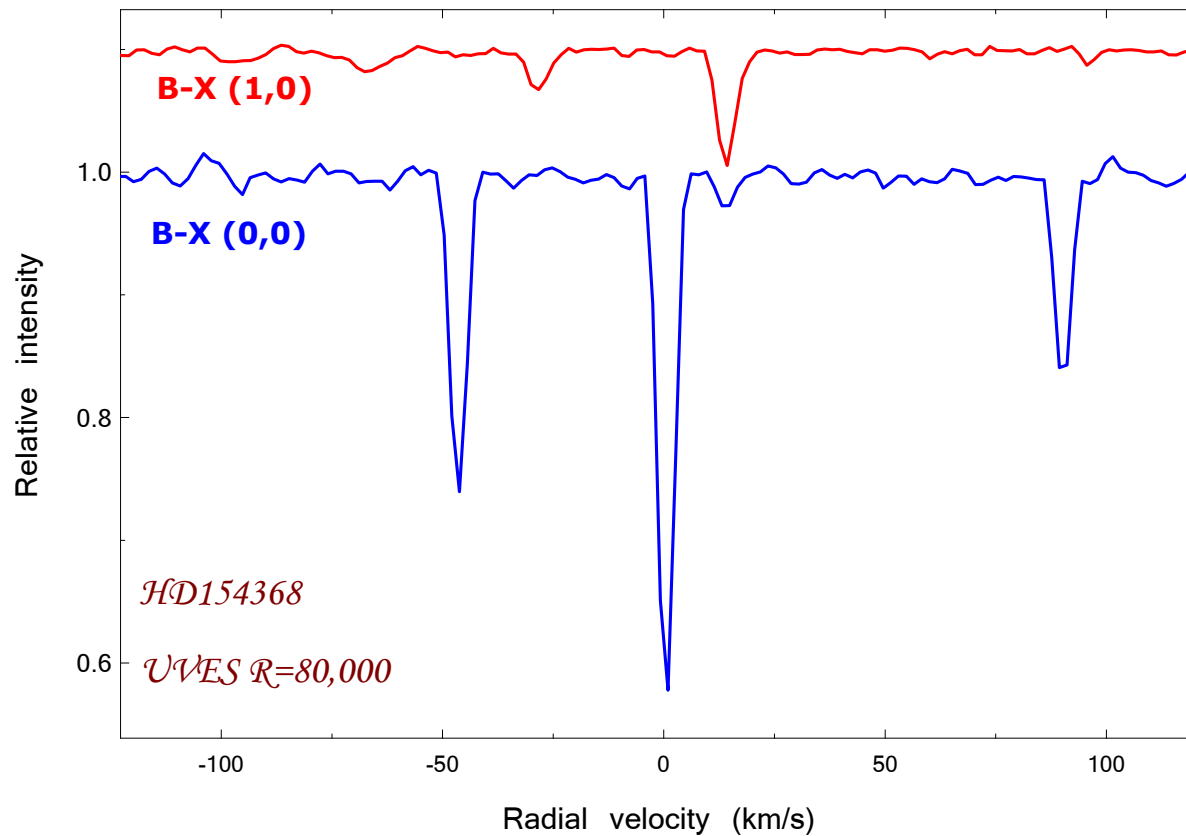
Przykład z pracy Welty, Hobbs & Morton 2003ApJ...596..350 R=600,000



HD 169454:



Możliwość dokładnego określenia stosunku $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$



Co mogą obserwacje?

- Obserwując dwa różne przejścia z tego samego poziomu możemy przyjąć identyczną gęstość kolumnową; szerokość równoważna zależy od niej:

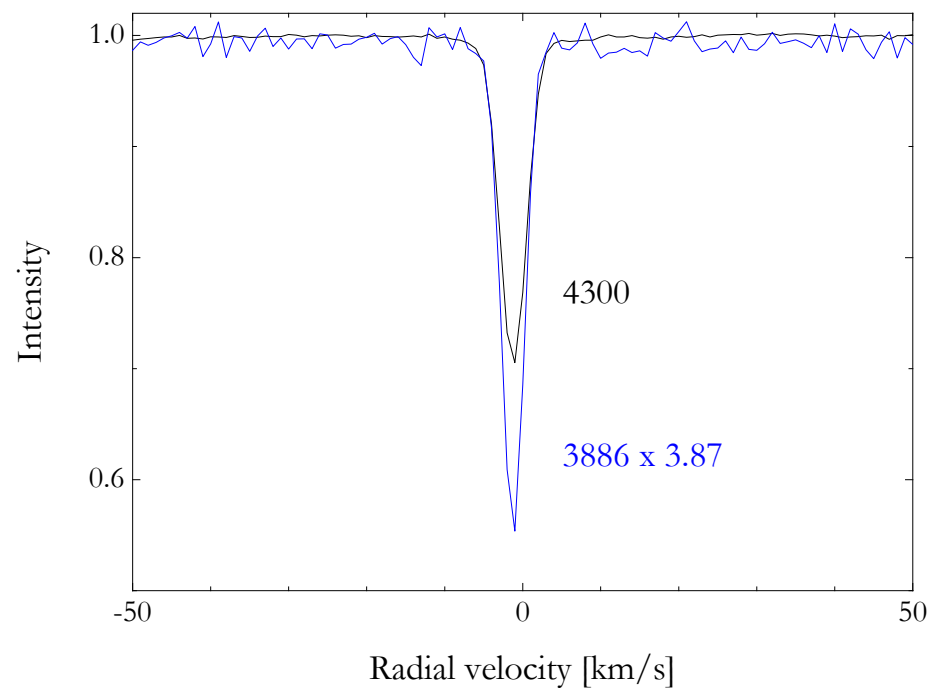
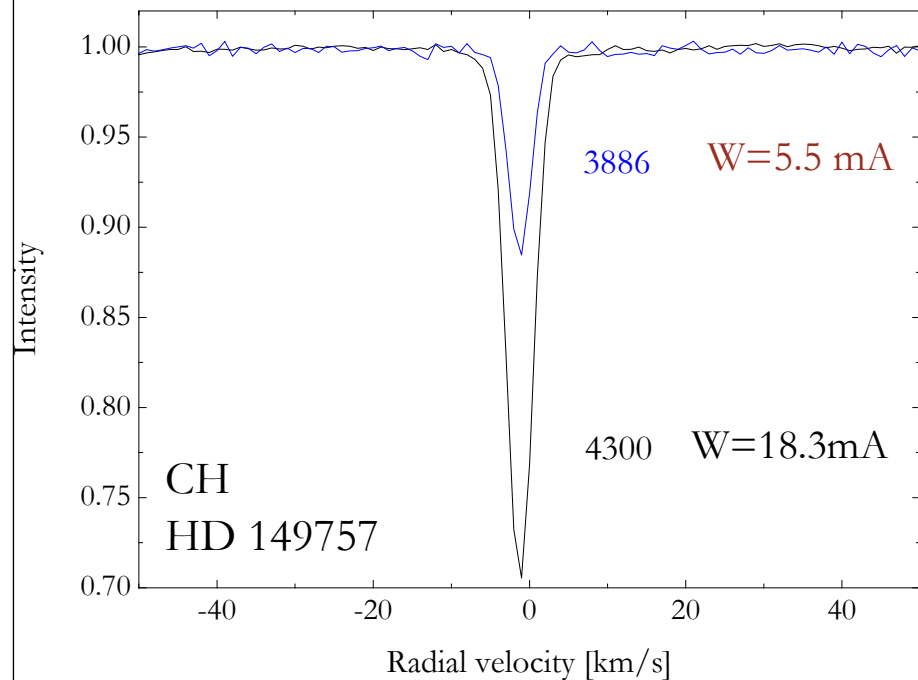
$$N_l = 1.13 \times 10^{20} \frac{W_{\lambda}^{ul}}{f_{ul} \lambda_{ul}^2} \text{ cm}^{-2}$$

W tej sytuacji stosunek natężeń dwu przejść (bez efektów nasycenia) wynosi:

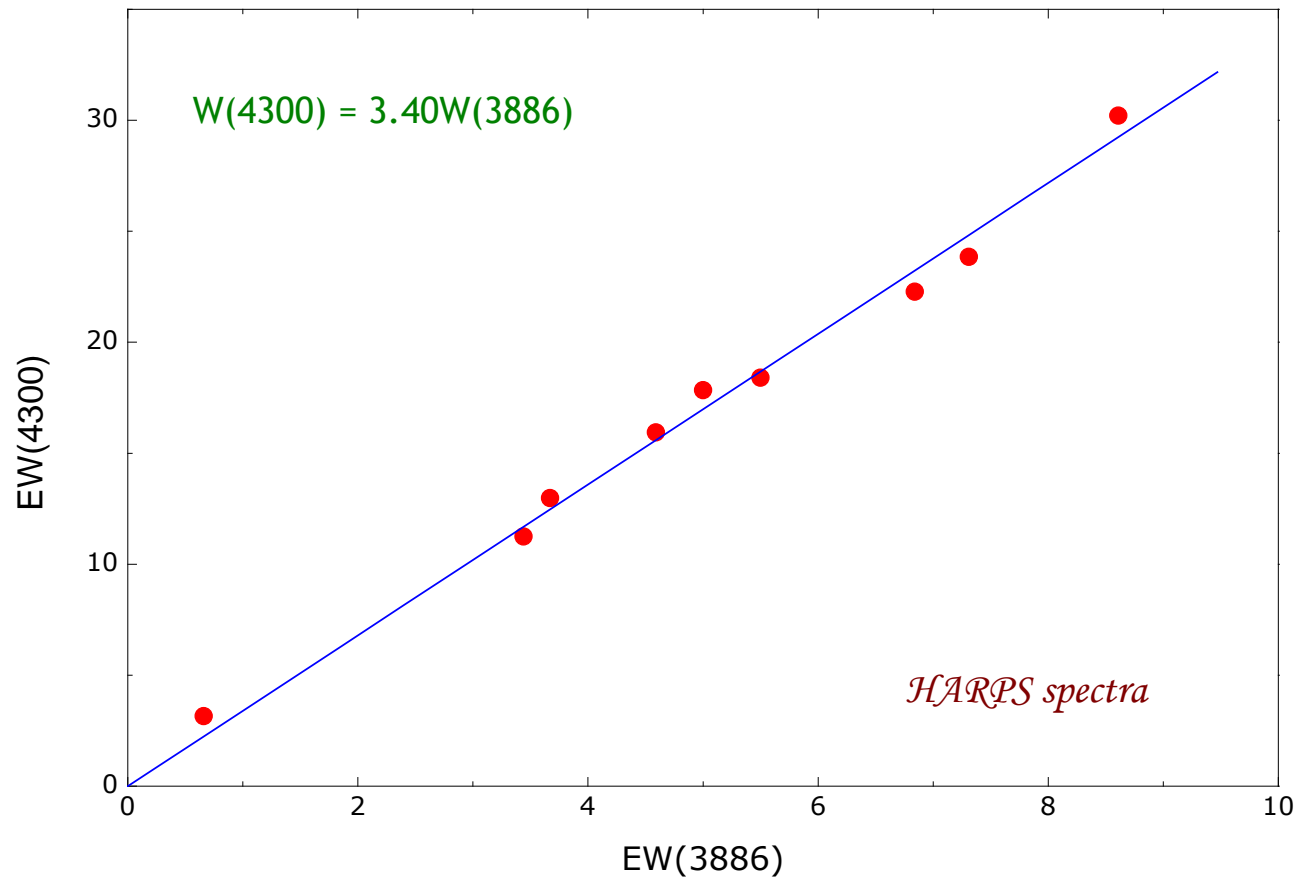
$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{f_1 \lambda_1^2}{f_2 \lambda_2^2}$$

CH A-X, B-X

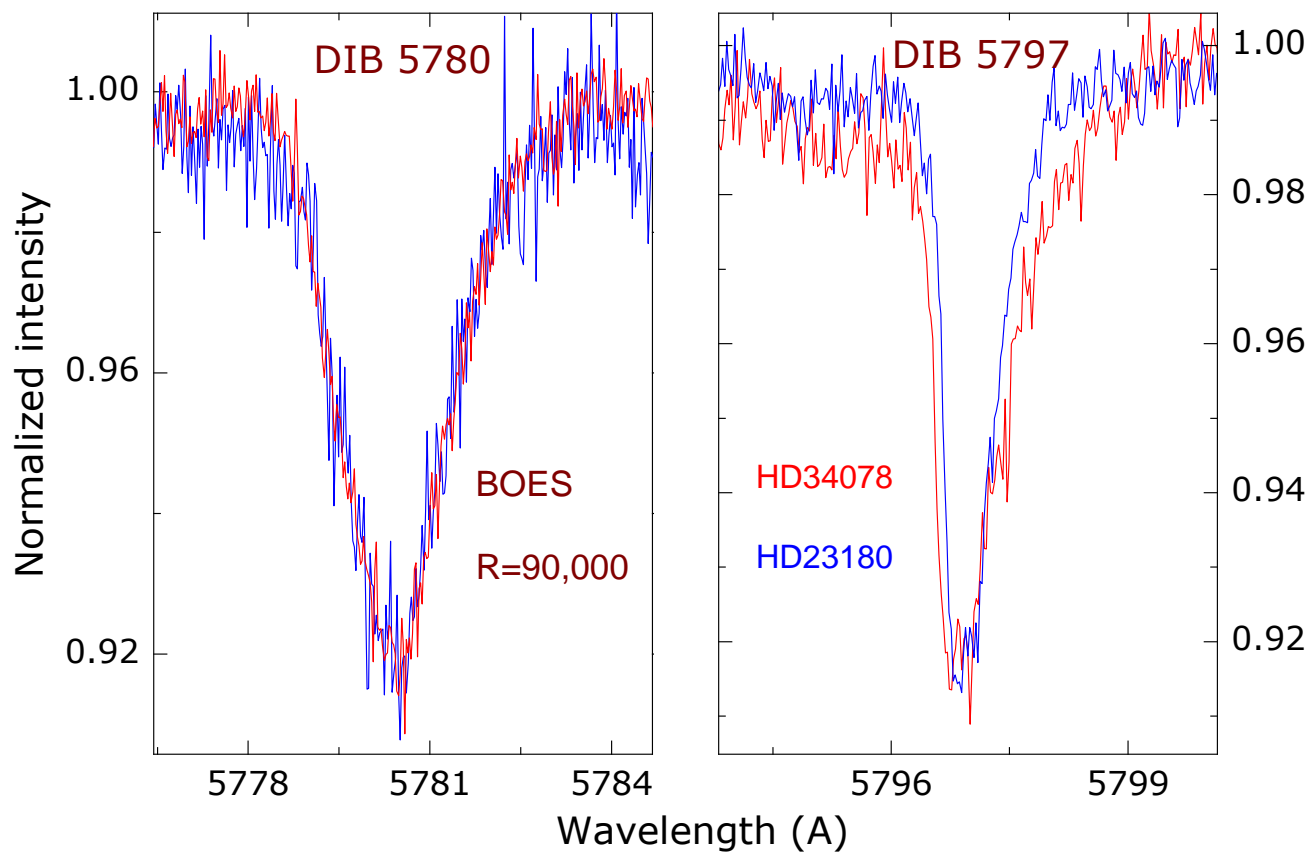
(widmo HD 149757 z HARPSa)



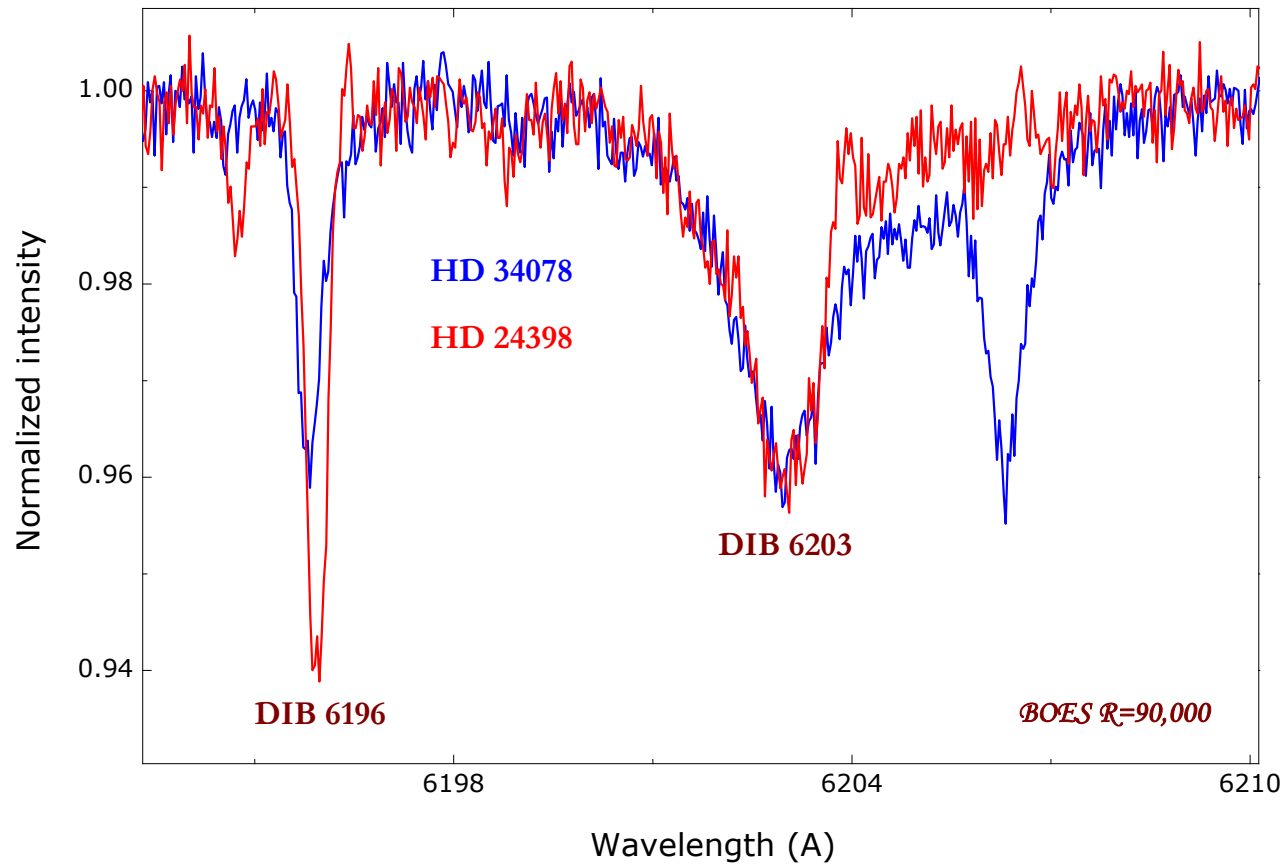
Problem: teoretyczny stosunek obu pasm powinien być 3.87



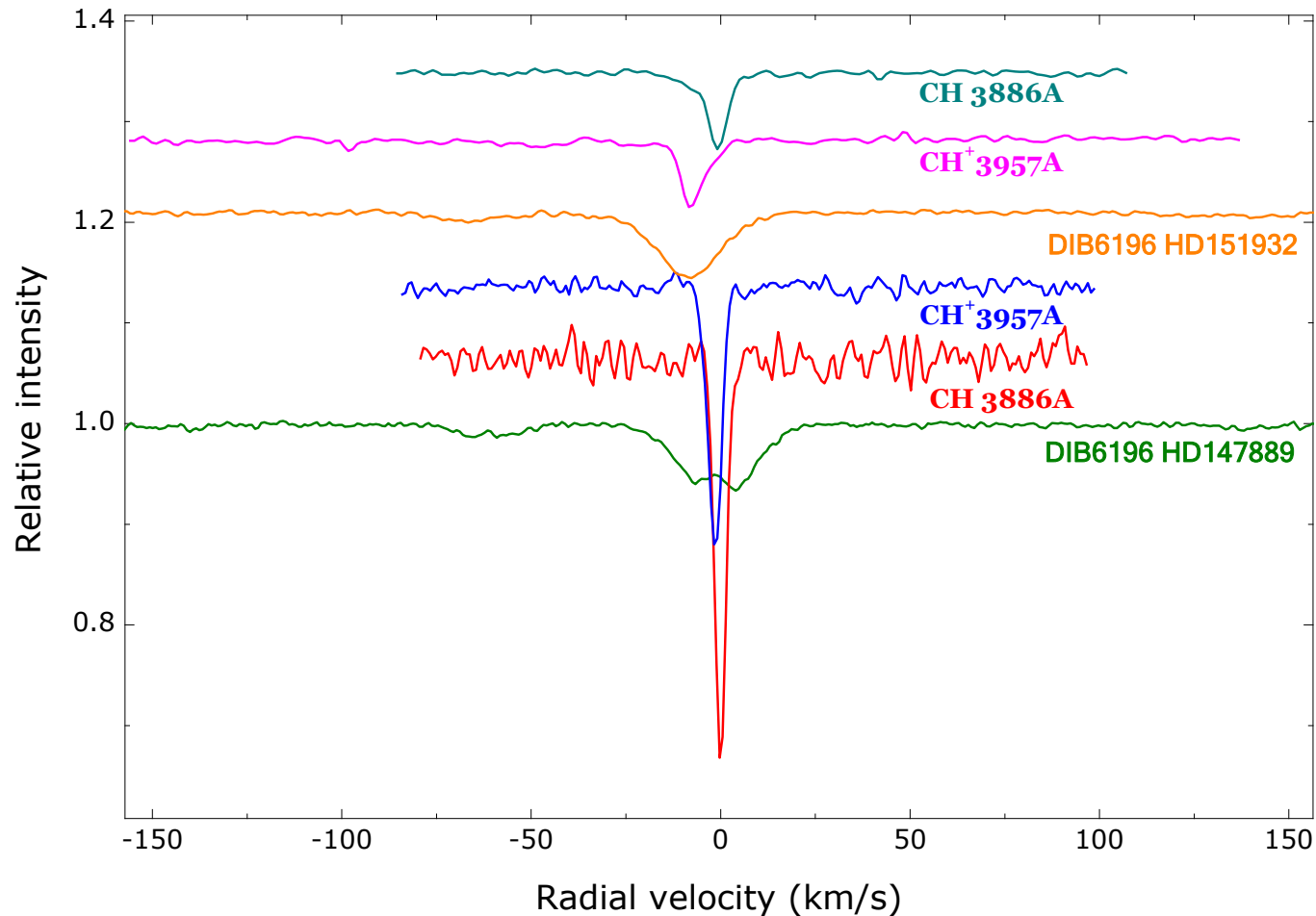
Zmienne profile niektórych linii rozmytych



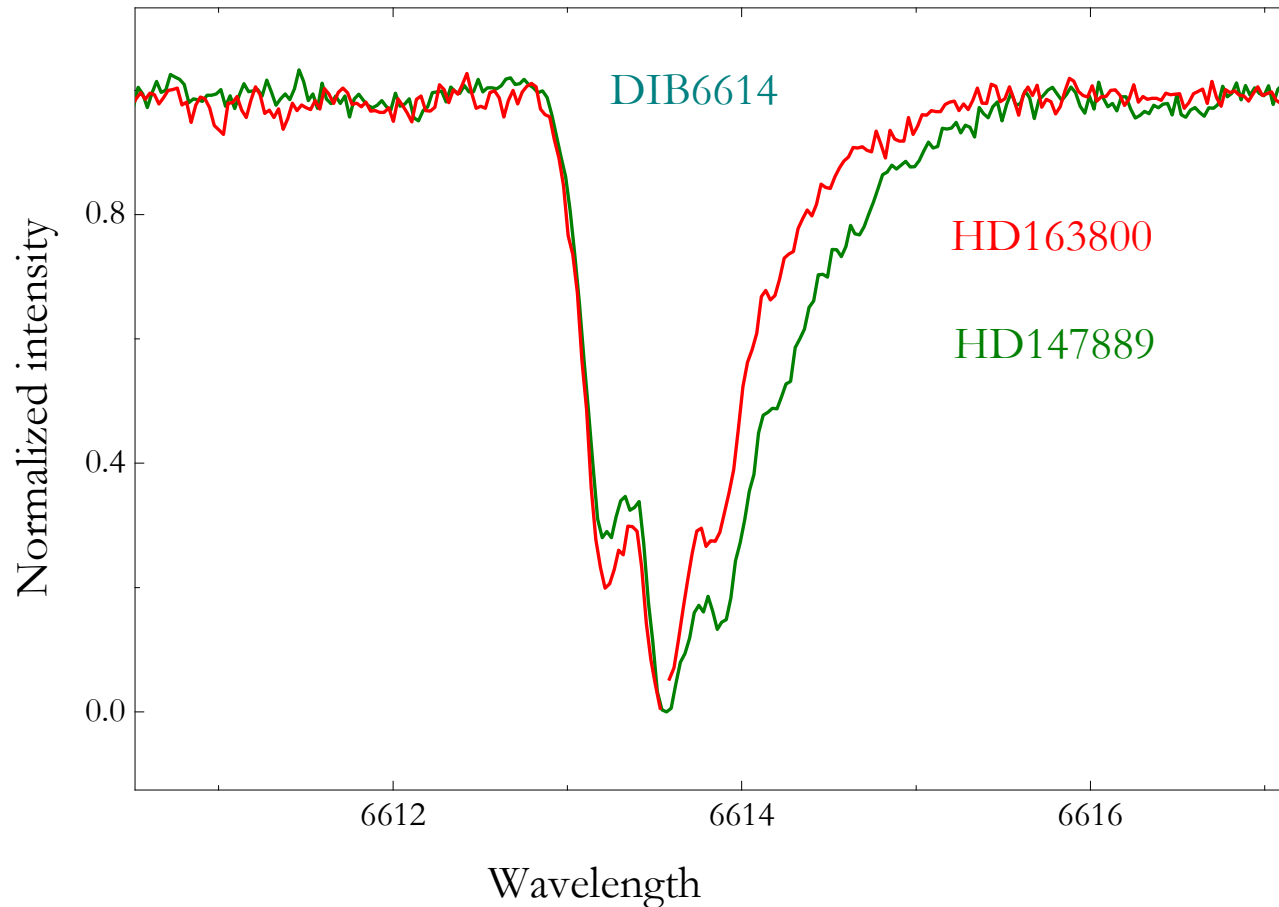
Wzajemne przesunięcie blisko położonych linii rozmytych w widmie AE Aur



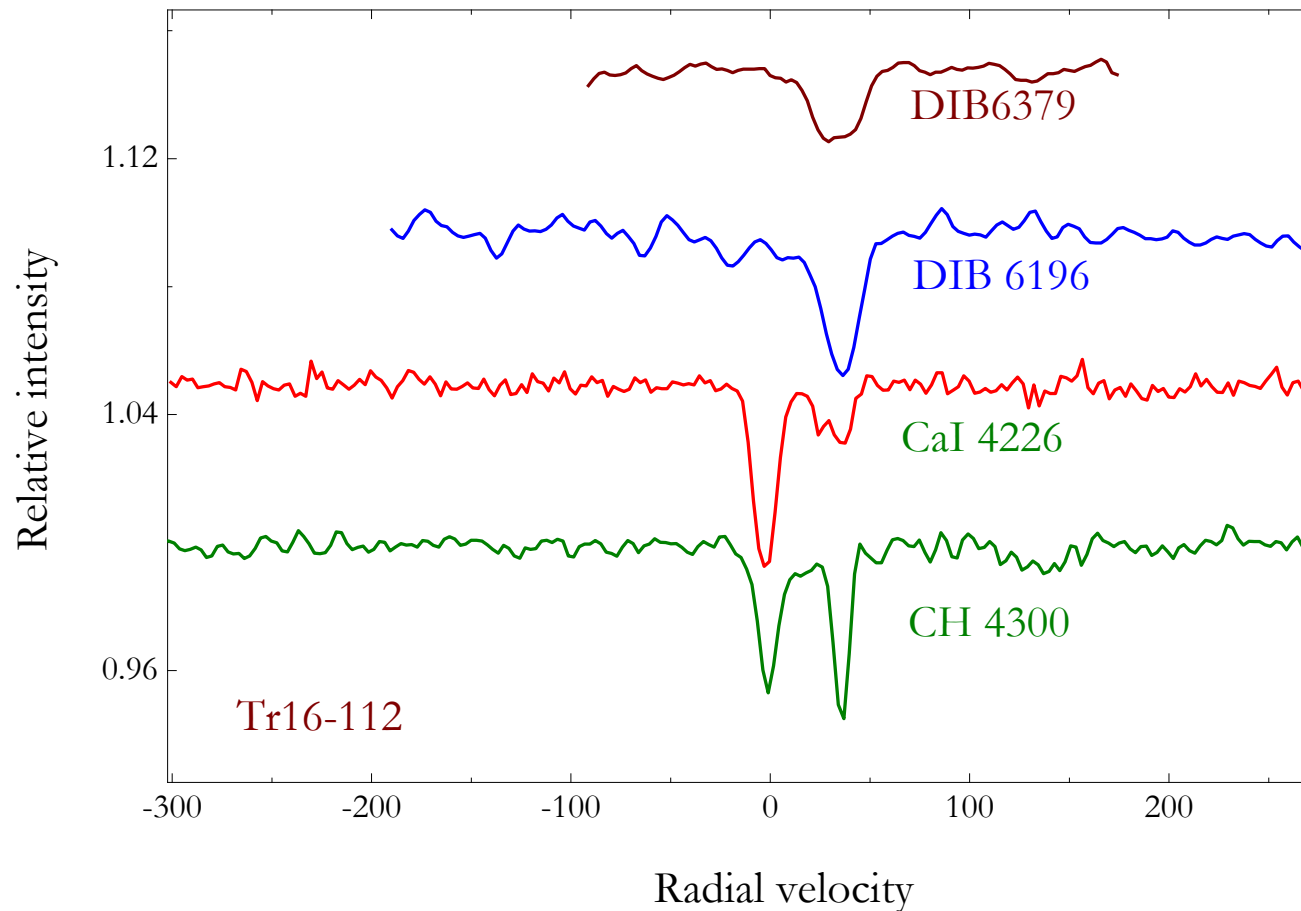
*Takie efekty bywają nader subtelne, ale
nośnik 6196 wydaje się korelować z CH⁺*



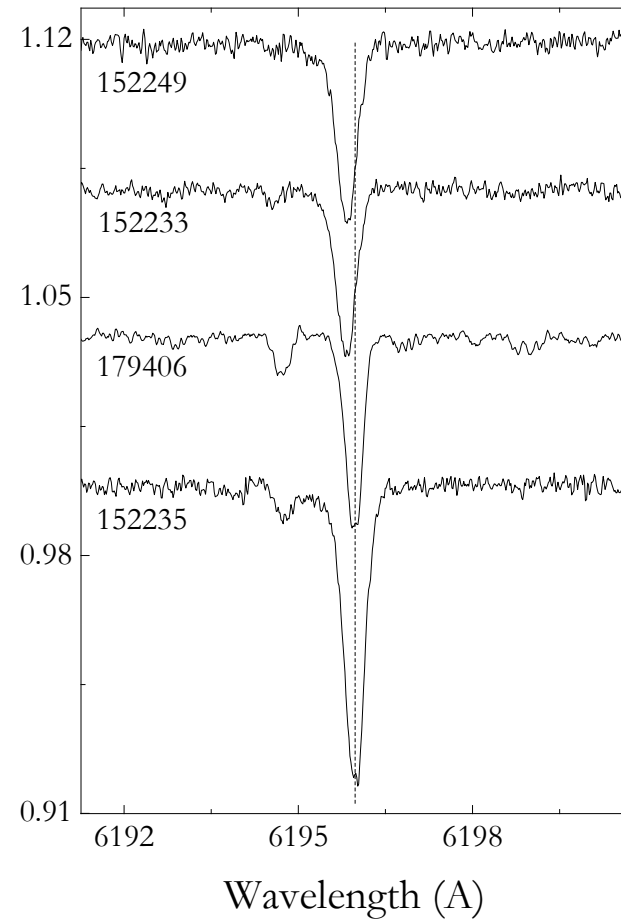
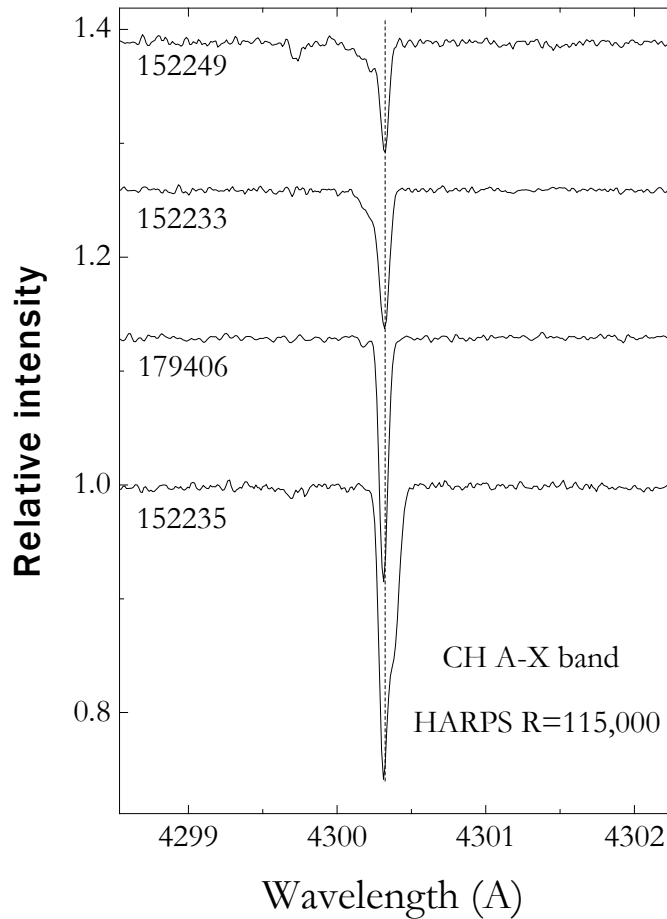
Zmienny profil silnej linii rozmytej 6614; to nie jest poszerzenie izotopowe! HARPS



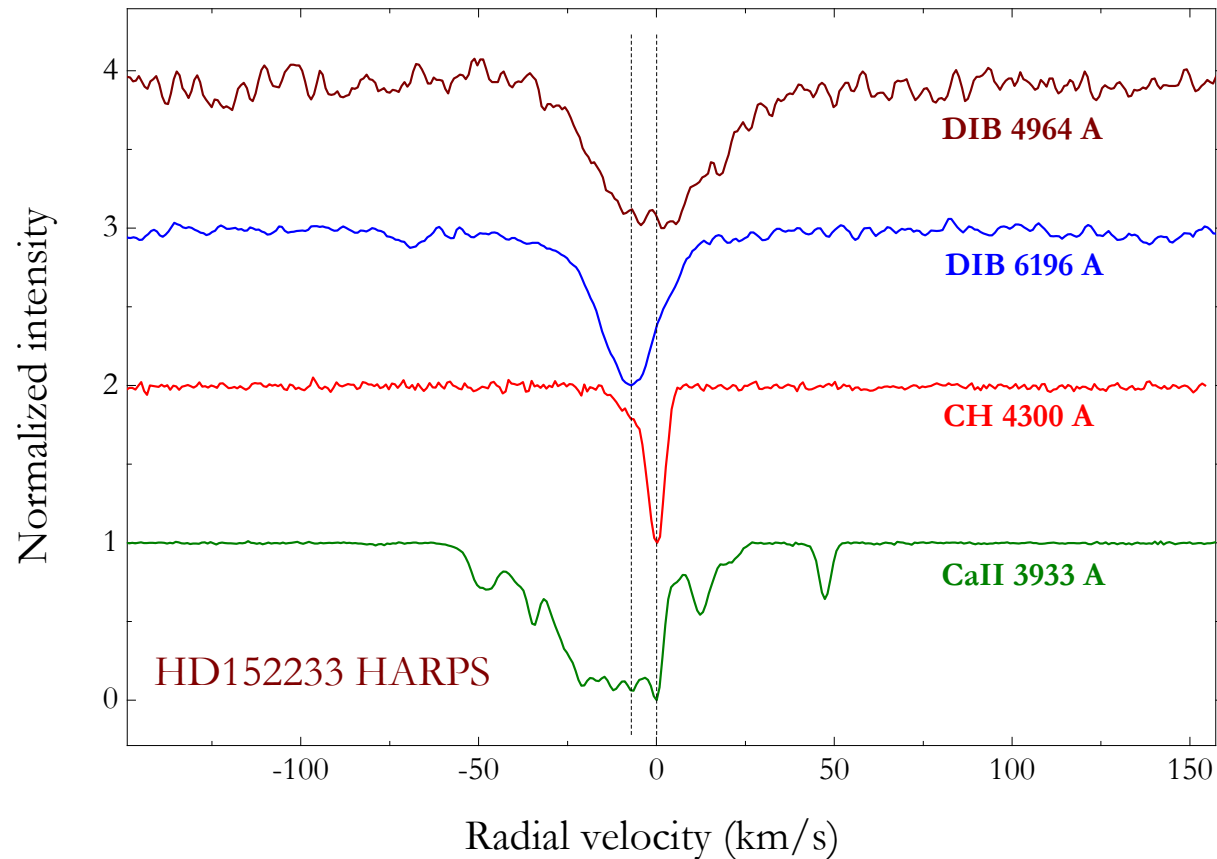
Obecność prostych molekuł nie gwarantuje obecności nośników rozmytych linii



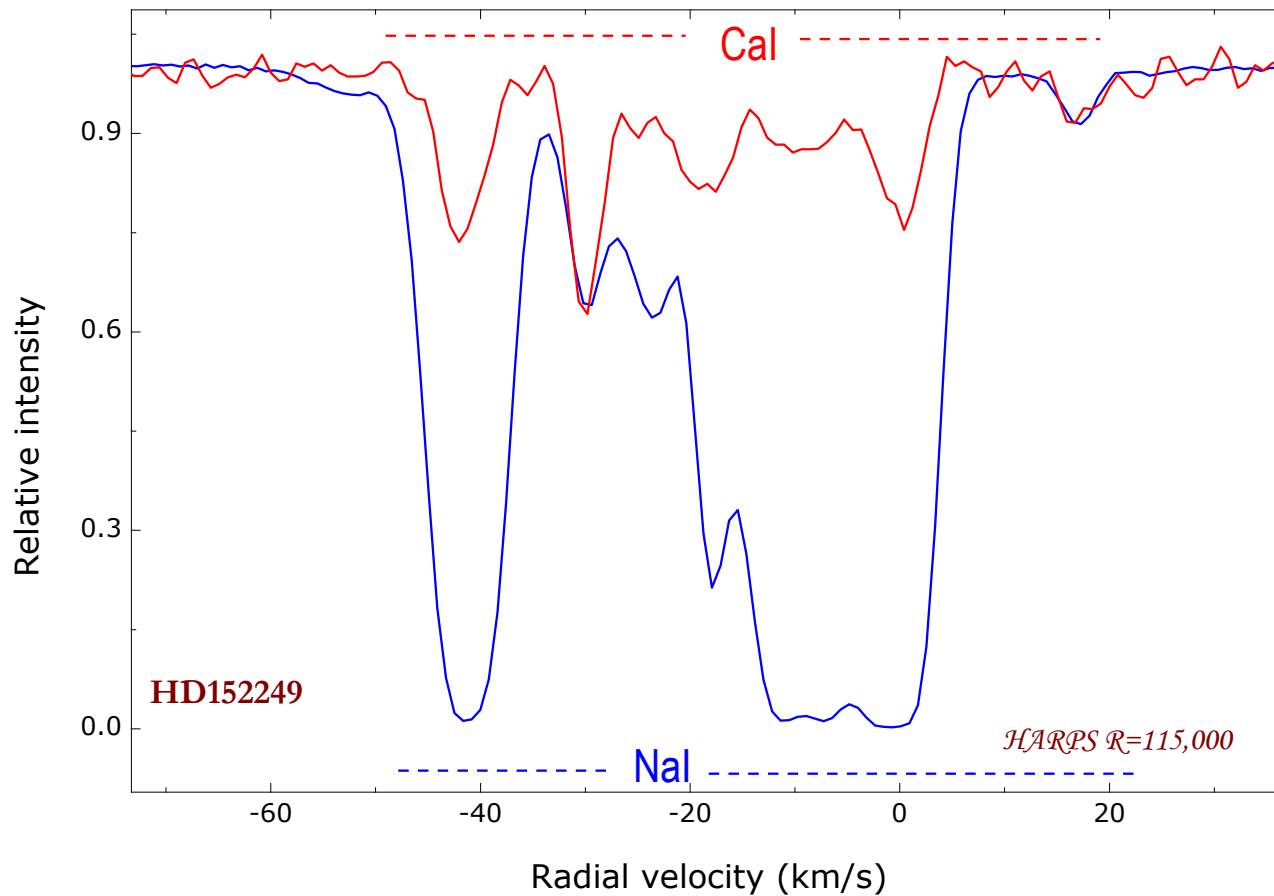
Obiekty Sco OB1 w widmach HARPS-a; linia rozmyta wykazuje blue-shift



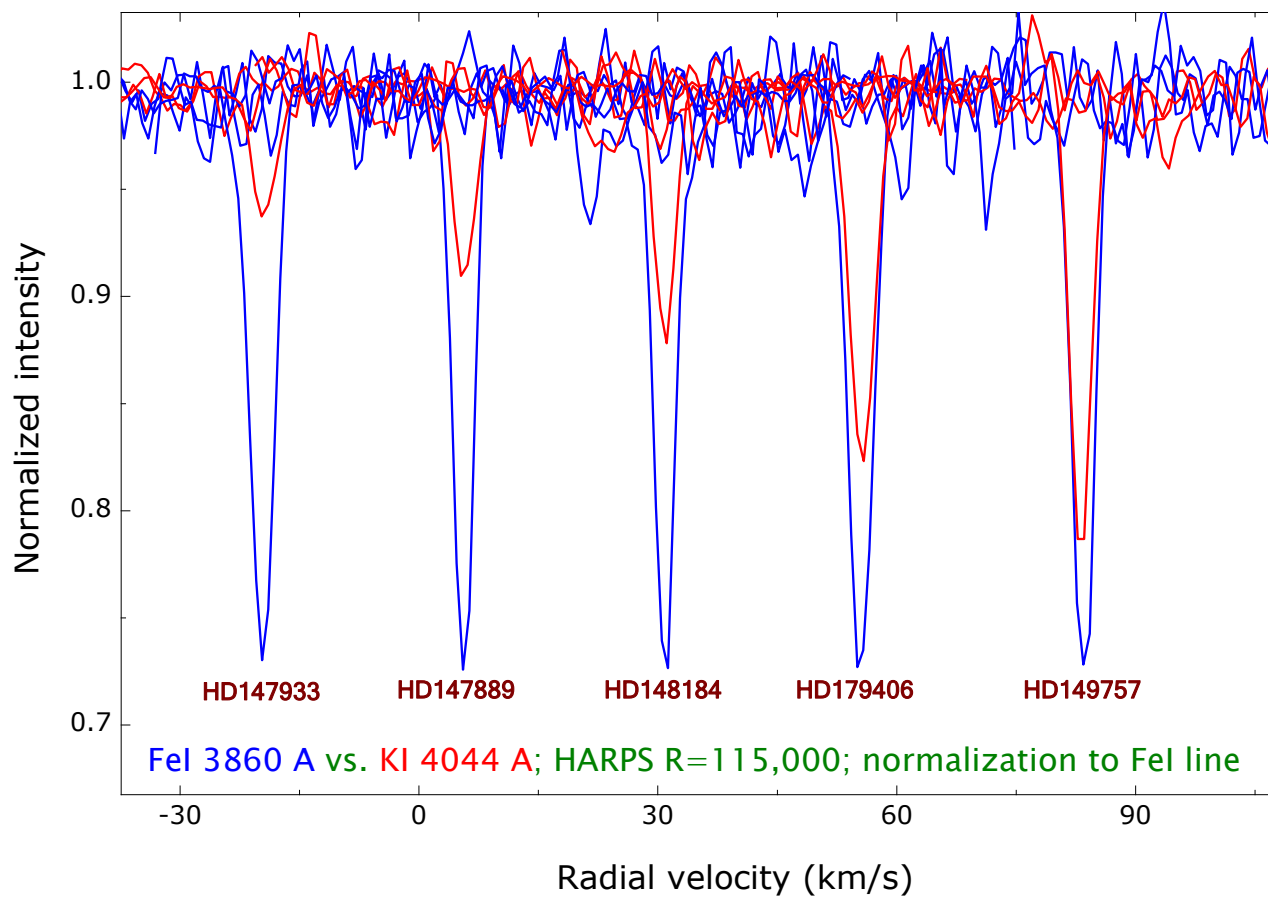
Precyzyjne widmo z HARPS-a sugeruje podział linii rozmytych na dwa zbiory



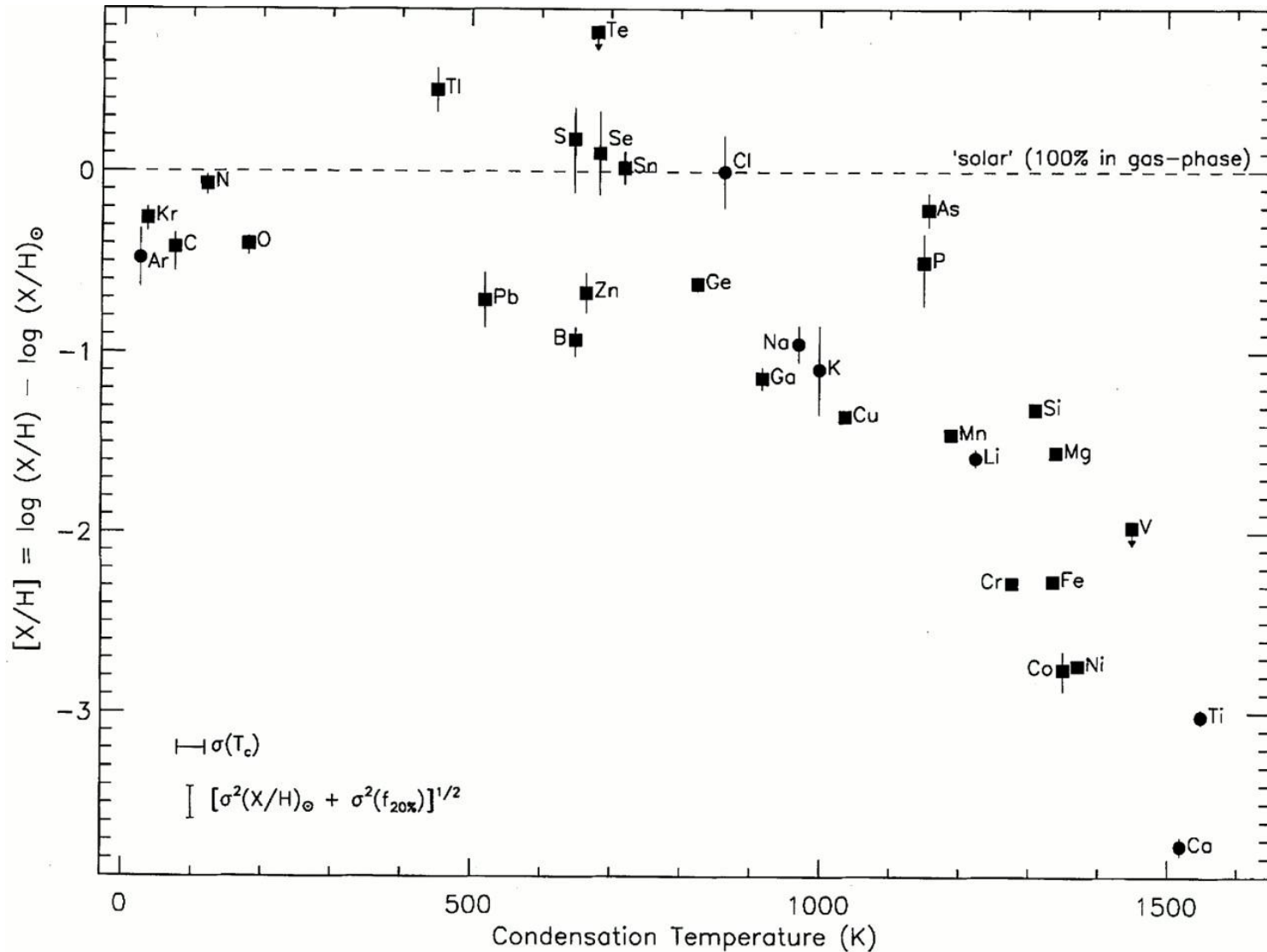
Efekt Dopplera ujawnia zmienność warunków fizycznych wzdłuż linii widzenia (CaI X 10)



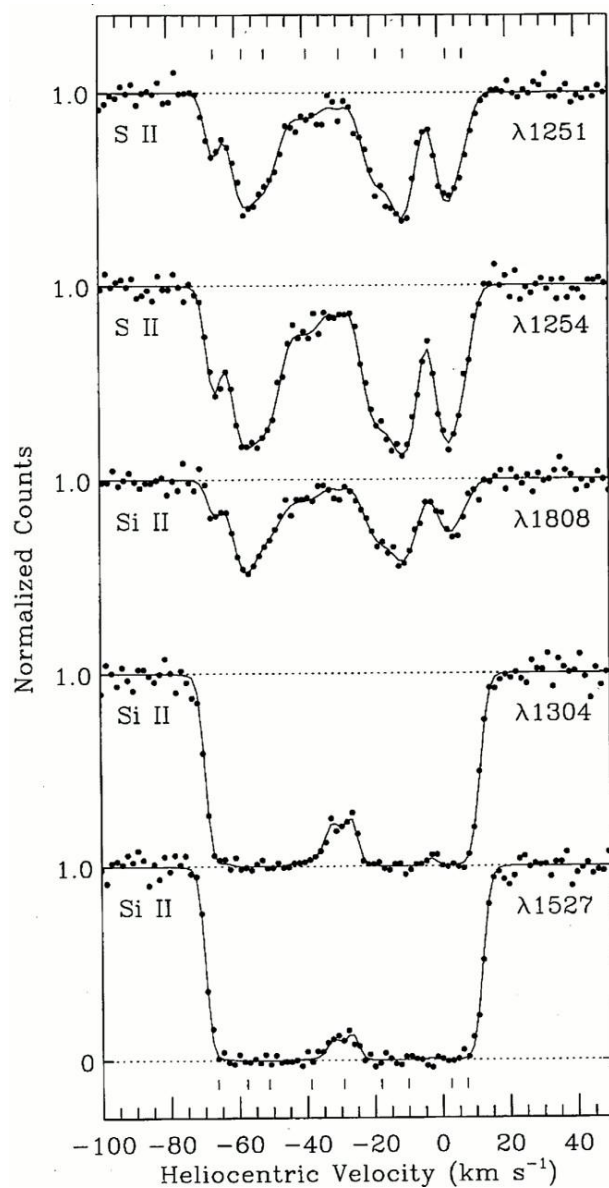
*Zmienny stosunek natężeń (o czynnik 3.4)
niewysyconych linii żelaza i potasu*



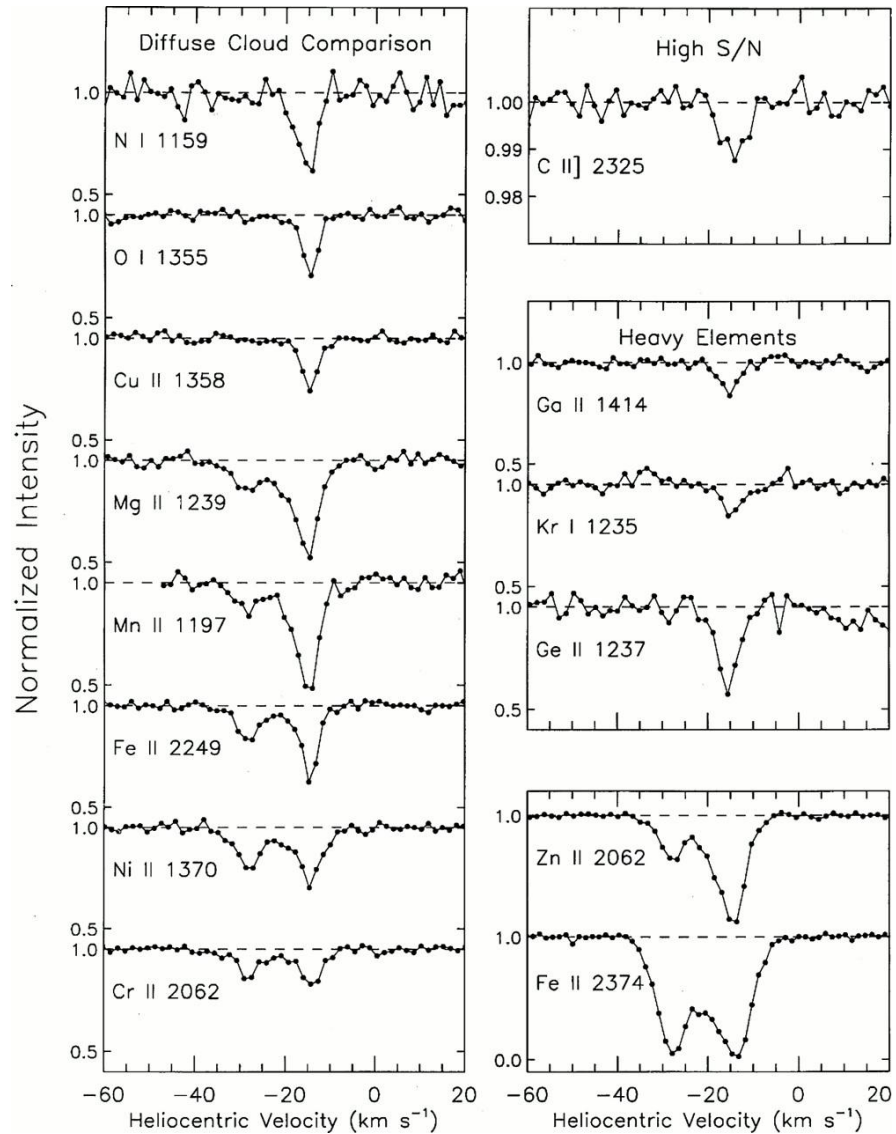
Typowy obraz zubożeń ISM w ciężkie pierwiastki



Nasycone i nienasycone linie zjonizowanego krzemu



Trudna do ustalenia struktura ISM w kierunku ζ Oph



Obłoki międzygwiazdowe

- Obłoki CaII (TiII, inne jony); mała grubość optyczna, powszechne występowanie
- Obłoki CaFe; neutralne pierwiastki, mała grubość optyczna, brak pyłu i molekuł
- Obłoki „sigma”; słabe linie molekularne, większość linii rozmytych też słaba – silne jedynie szerokie
- Obłoki typu „orion”; wszystkie struktury widmowe, oprócz linii rozmytych 5780 i 6284, słabe w porównaniu z E(B-V)
- Obłoki „zeta”; silne linie molekularne i wąskie – rozmyte; relatywnie silna ekstynkcja w dalekim ultrafiolecie