

De sterren van de Winterzeshoek: spectroscopisch bekeken.

Hugo Van den Broeck

Nadat in de vorige edities van de nieuwsbrief de sterren van de zomerdriehoek en het herfstvierkant door de spectroscopie werden bekeken, komen nu de sterren van de winterzeshoek aan de beurt. De winterzeshoek is een asterisme bestaande uit de sterren Capella, Aldebaran, Rigel, Sirius Procyon en Pollux. Dit asterisme is zeer groot en er zijn evenveel sterrenbeelden als sterren bij betrokken, namelijk zes. Capella behoort tot het sterrenbeeld De Voerman (Auriga), Aldebaran is de hoofdstel van De Stier (Taurus), Rigel behoort tot het sterrenbeeld Orion en is soms de helderste ster in dit sterrenbeeld. Betelgeuze is zoals Rigel ook veranderlijk en wordt op zijn maximum helderder dan Rigel. Daarom kreeg Betelgeuze de aanduiding alpha mee en Rigel beta. Sirius in De Grote Hond (Canis Major) is de helderste ster aan de nachtelijke sterrenhemel. Procyon op zijn beurt is dan de helderste ster in het sterrenbeeld De Kleine Hond (Canis Minor). Pollux ten slotte is de helderste ster van het sterrenbeeld De Tweelingen (Gemini). Ten onrechte kreeg Pollux de Bayer aanduiding beta mee. De andere tweelingster, Castor is zwakker maar draagt de naam Alpha Geminorum.

Aangezien de sterren van de winterzeshoek allemaal zeer heldere puntbronnen zijn konden de spectroscopische opnamen gebeuren met zeer eenvoudige middelen. Vijf van de zes spectra werden gemaakt met de Star Analyser 100, een rooster spectroscopie van de firma Patton Hawksley dat in een 1 ¼ inch vatting zit en bestaat uit een blazed transmissierooster met 100 lijnen per mm. Het zesde spectrum, dat van de ster Rigel werd opgenomen met de LISA spectrograaf van de firma Shelyak. De LISA is een slit spectrograaf met een vast reflectie rooster (300 lijnen / mm) met een resolving power $R = 1000$.

In de sterclassificatie O-B-A-F-G-K-M, een classificatie volgens oppervlaktetemperatuur van hoog naar laag, zijn de sterren van de winterzeshoek vertegenwoordigd over alle klassen, met uitzondering van O (zeer hete sterren) en M (zeer koele sterren).

Het spectrum van **Capella** vertoont de grootste gelijkenis met het spectrum van onze zon. Waar onze zon een G2 spectrum heeft, is het spectrum van Capella een G3 type, dus met een oppervlaktetemperatuur die net iets koeler is dan de oppervlaktetemperatuur van de zon. De absorptielijnen in het spectrum van Capella zijn fijner van structuur dan deze van de zon. De “uitwaaiering” van de spectraallijnen wordt weergegeven door een parameter bestaande uit een Romeins cijfer van 0 tot VII. Capella is een G3III ster en de zon een G2V ster. Deze parameter, ook lijnverbreding genoemd, is een maat voor de drukverbreding aan het oppervlak van de ster en wordt ook lichtkrachtklasse genoemd.

Aldebaran is de koelste ster van de zes. Het spectrum van de ster vertoont dan ook een maximum intensiteit in het rode gebied. De waterstof absorptie lijnen, H-alfa en H-beta zijn nog aanwezig maar heel zwak. De ster heeft, door kernfusie zijn lichtere elementen reeds omgezet in zwaardere atomen. De neutrale ijzer lijnen (Fe I) zijn dominant in het groen-blauwe deel van dit lage resolutie spectrum. Ook reeds zichtbaar (maar niet aangeduid op de grafiek) is de aanwezigheid van moleculaire absorptie banden, nl. van titanium oxide (TiO). Zie de grote en brede onbenoemde dips in het oranje rode gebied. Deze banden worden duidelijker en groter in aantal bij de nog koelere sterren van de spectraalklasse M.

Rigel is heet, Rigel is groot, Rigel is lichtkrachtig en toch staat Rigel veel verder van ons verwijderd dan de vijf andere sterren van de winterzeshoek. Rigel heeft ook de hoogste oppervlakte temperatuur, meer dan 12000 K. Dit is goed te zien in het spectrum. De maximum intensiteit ligt in het violette gebied. Rigel

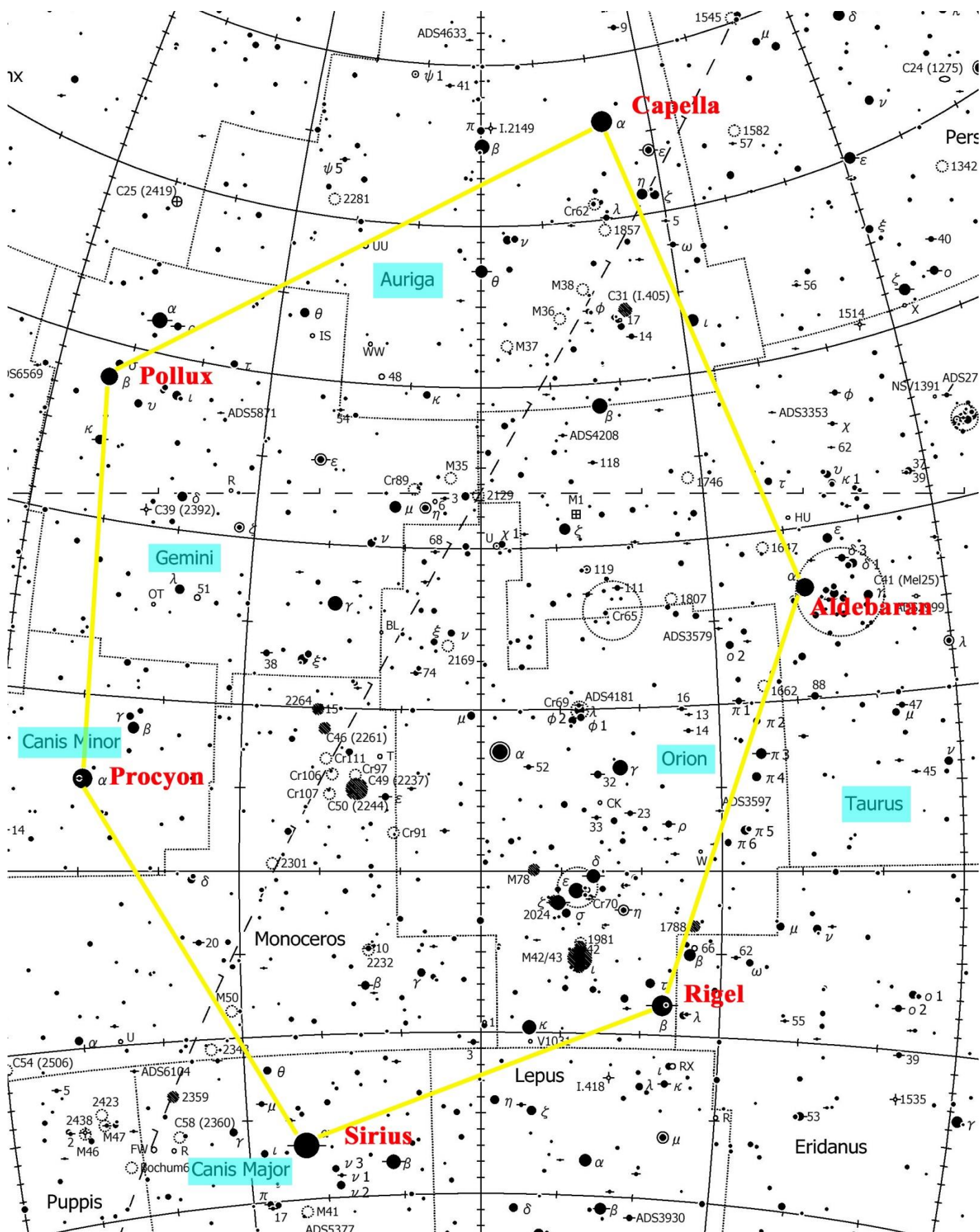
wordt dan ook geclassificeerd als een B8 ster. De zeer fijne absorptie lijntjes in het spectrum van deze super reus duiden op een kleine lichtkrachtklasse, nl. I. Naast de vele waterstof (H) absorptielijnen zijn er duidelijk een groot aantal helium (He) lijnen zichtbaar.

Het spectrum van **Sirius** is een schoolvoorbeeld van een A1V ster. De ster is nog zo heet (oppervlaktetemperatuur bijna 10 000 K) dat waterstofverbranding dominant is (Waterstofverbranding is de omzetting door kernfusie van waterstof naar zwaardere elementen, waarbij veel warmte vrij komt). De spectraal curve toont dan ook nog haar maximum in het violet-blauwe gebied. De brede spectraallijnen duiden op een lichtkrachtklasse V ster. De waterstof absorptie lijnen (De zogenaamde Balmer lijnen, genaamd naar de Zwitserse natuurkundige Johann Balmer) zijn talrijk en dominant in het spectrum. (Van H-alpha tot H-eta) .

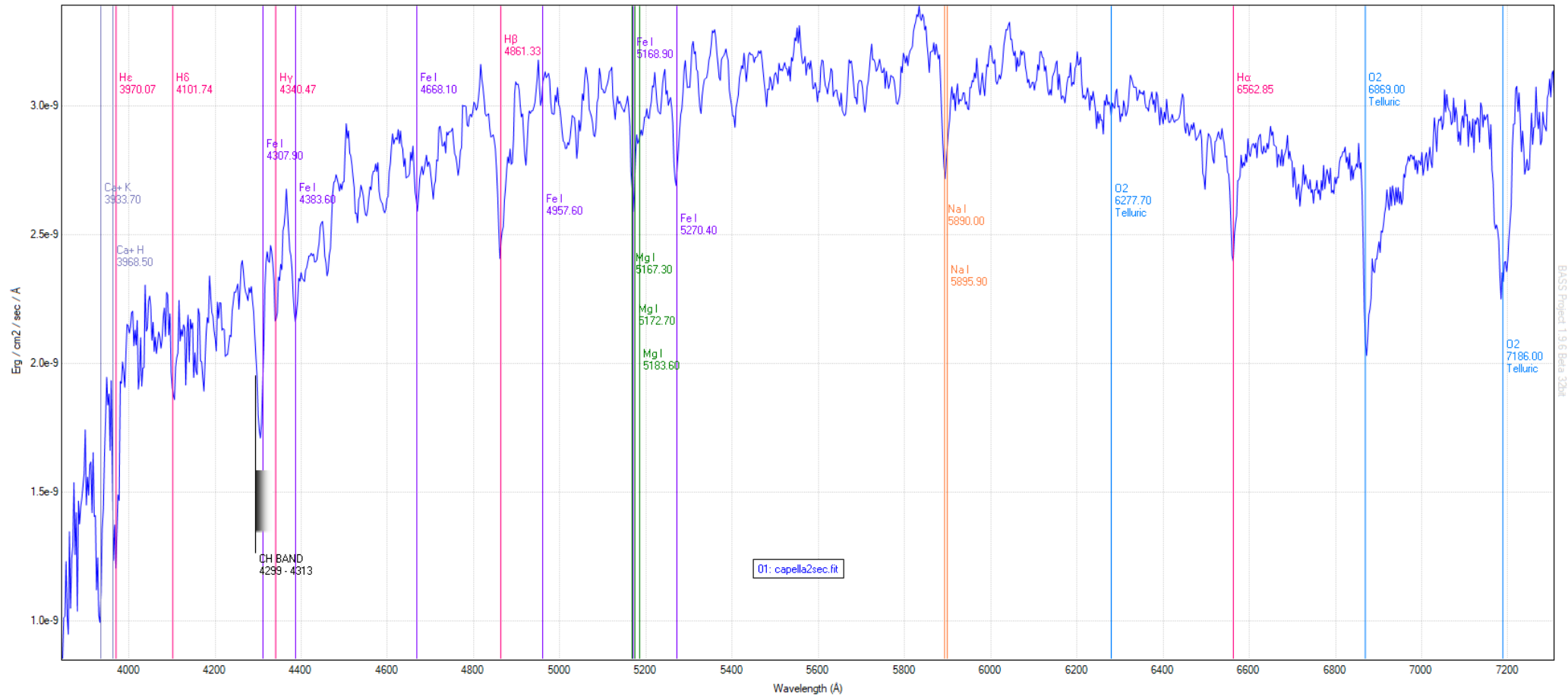
De spectraal klasse F5IV van **Procyon** duid op een oppervlaktetemperatuur van een ster die een kleine 1000 K hoger is dan de oppervlaktetemperatuur van de zon. Procyon weerspiegelt als het ware de zon in een vroeger stadium van haar levensloop. Op het temperatuurverloop na lijkt het spectrum van Procyon een beetje op dat van Capella. Toch zijn er ook duidelijke verschillen. De vorming van de moleculaire absorptieband (CH) of ook Fraunhofer G band bij 4299Å-4313Å is er niet. Simpel weg heeft Procyon een nog te hoge temperatuur om molecuulvorming toe te laten.

Pollux heeft net de spectraal klasse K bereikt en deze K0III ster heeft een oppervlaktetemperatuur die zo'n 1000 K lager is dan onze zon, nl. 4666 K. De grafiek van het spectrum van Pollux neigt nog meer naar de eerder besproken G klasse ster Capella (G3III) dan naar de K klasse ster Aldebaran (K5III). De synthetische kleurenband van het spectrum is helder omdat het maximum van het spectrum “verspreid” ligt over een groot golflengte bereik. De kleurenbanden van de zes spectra zijn synthetisch samengestelde kleurenbanden. Ze werden afgeleid uit de grafiek. De ruwe opnamen gebeurden in de zes gevallen met een monochrome (zwart/wit) CCD camera. Kwaliteitsspectra worden door zowel professionele als amateur spectroscopisten steeds in zwart/wit opgenomen. Een opname met een kleurencamera draagt zeker niet bij tot de betere resolutie van een spectrum en de kleurfilters die door de fabrikant van kleurcamera's worden gelegd op de pixels met behulp van een Bayer masker vervormen sterk de intensiteit in de betrokken gebieden. Het is trouwens zeer gemakkelijk om met spectroscopische reductie software uit de grafiek een kleurenbalk te maken. Met de spectra reductiesoftware BaSS Project waarmee deze zes weergaven gemaakt werden, wordt de bewerking herleid tot letterlijk 2 muiskliks!

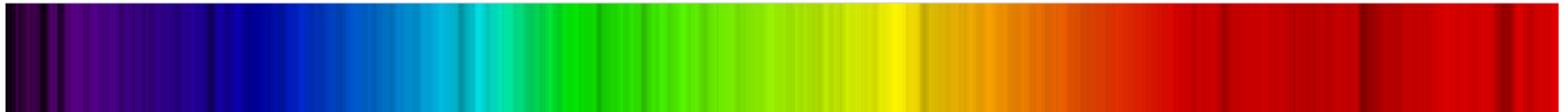
Ster	Spectraal Klasse	Oppervlaktetemperatuur	Magnitude (V)	Afstand (lichtjaar)	Lichtkracht (Zon-eenheden)	Massa
Capella	G3III	4970K	0,08	42,919 lj	78,7	2,5687 x zon
Aldebaran	K5+III	3900K	0,86	63,3 lj	439	1,16 x zon
Rigel	B8Iae	12100K	0,13	860 lj	120000	21 x zon
Sirius	A1V/DA	9940K	-1,46	8,60 lj	25,4	2,063 x zon
Procyon	F5IV-V+DQZ	6530K	0,37	11,46 lj	6,93	1,499 x zon
Pollux	K0IIIb	4666K	1,14	33,78 lj	43	1,91 x zon



Capella Alpha Aurigae Spectral Type (Simbad): G3III V Magnitude: 0.08 Telescope: Meade LXD75 Spectroscopie: Star Analyser 100 (grating-camera distance 160 mm) Camera ATIK 420 Mono (4.4 μ m pixel size (square))
 Dispersion = 2.62195107 Å / px Exposure time: 2 sec CCD temp: -20°C FWHM: 12.204Å (R = 538 @6561.8Å) 4.6545px Data/Time UT: 2018-05-01T20:01:40 SNR = 20 Location Erpe-Mere Longitude 3° 58' 32" East Latitude 50° 55' 12" North Hugo Van den Broeck

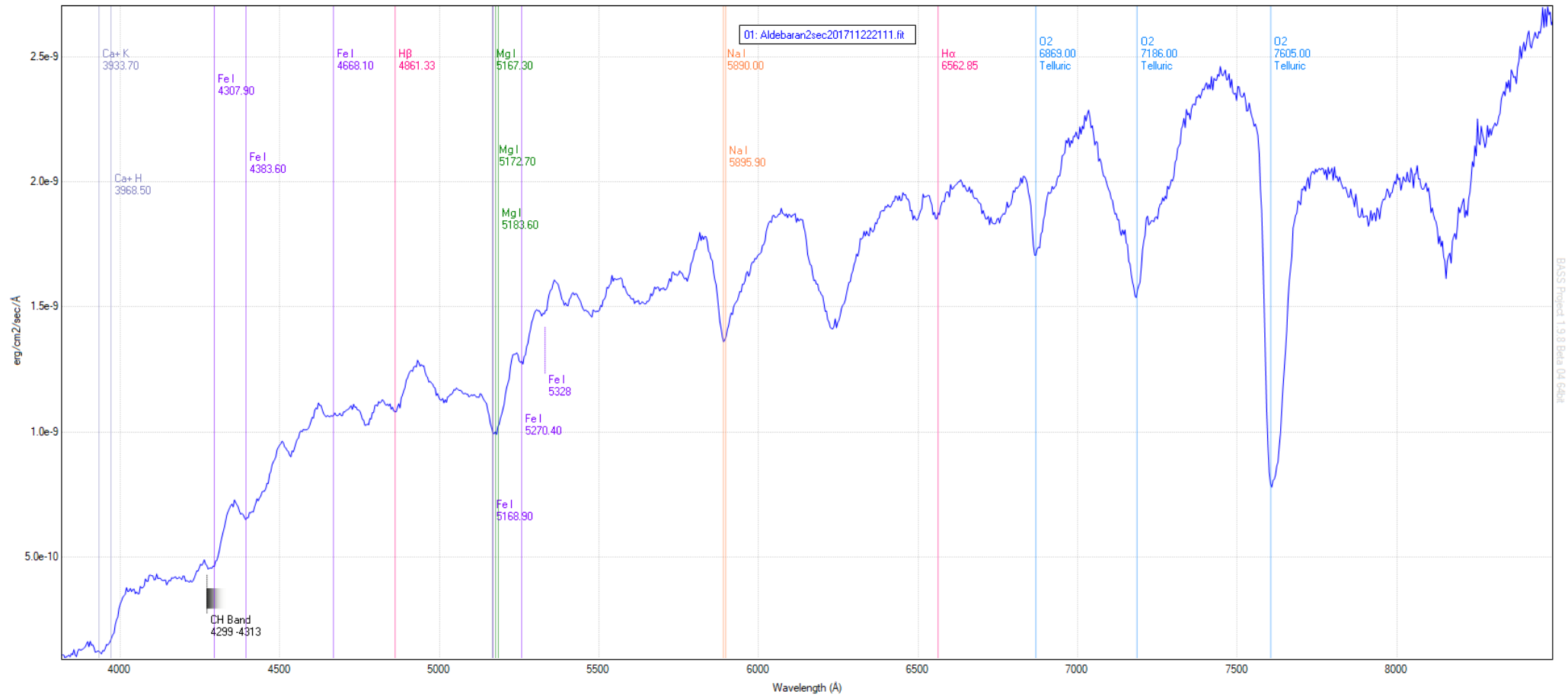


BASS Project 19.6 Beta 2004

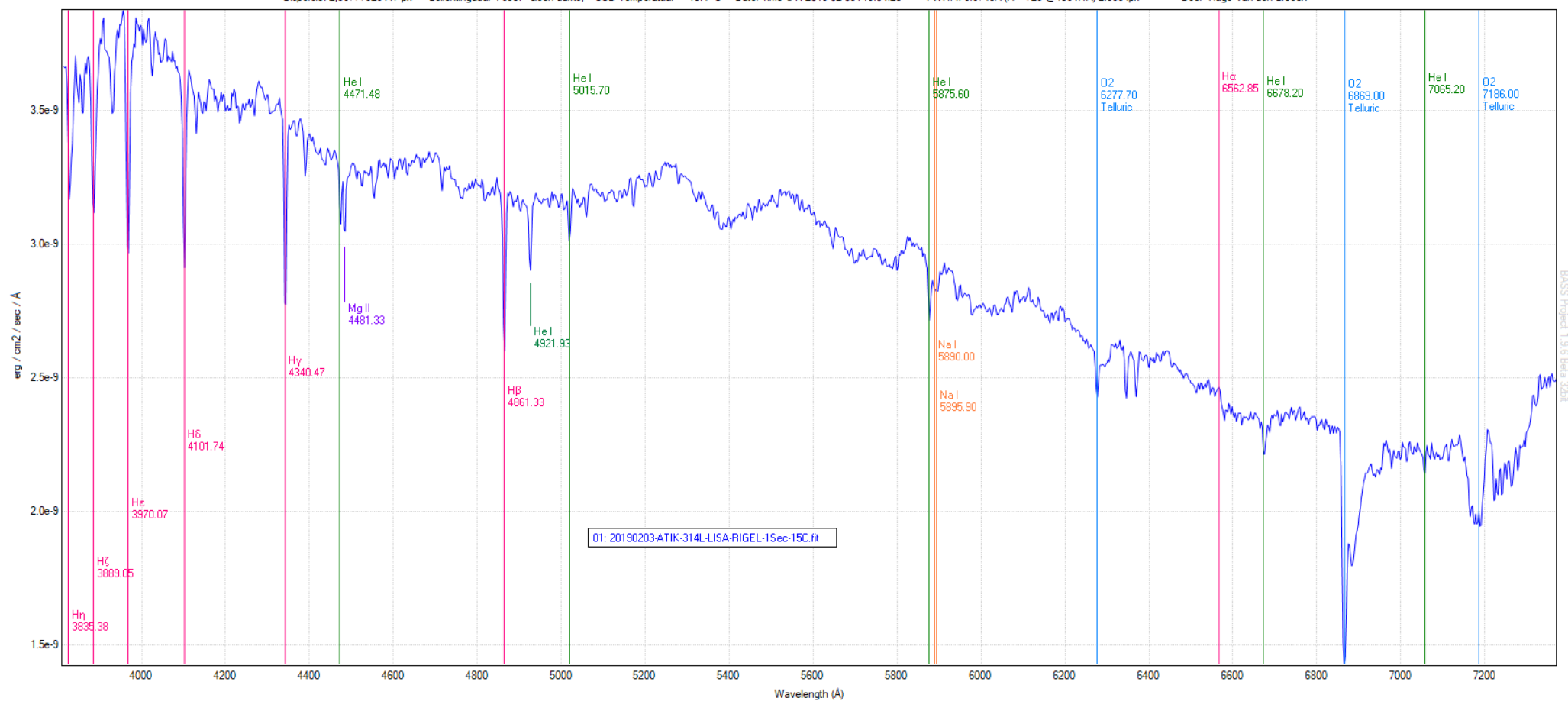


Aldebaran Alpha Tauri Spectral Type = K5III Spectroscope Star Analyser 100 Telescope Meade LXD-75 (152 mm f/5 Newton) Camera ATIK 420 mono

Dispersion = 3.92998883 Å / px Exposure time 2 sec DATE-TIME (UT): 2017-11-22T20:10:34 CCD Temperature -10°C Location: GENT UGent S9 Long. 03 43 01.20 EAST Lat. +51 03 00.00 NORTH by Hugo Van den Broeckknck



Rigel Beta Orionis Spectral Type: B 8 lae Spectroscop Shelyak LISA (Andromeda vzw) Camera ATIK 314L+ Mono Telescoop: Celestron C11 + Focal Reducer f/6.3
 Dispersie: 2.56777329 Å / px Belichtingduur 1 sec. Geen darks, CCD Temperatuur = -15.4 °C Date/Time UT: 2019-02-03T19:04:28 FWHM: 6.6748Å (R = 729 @4864.1Å) 2.5994px Door Hugo Van den Broeck

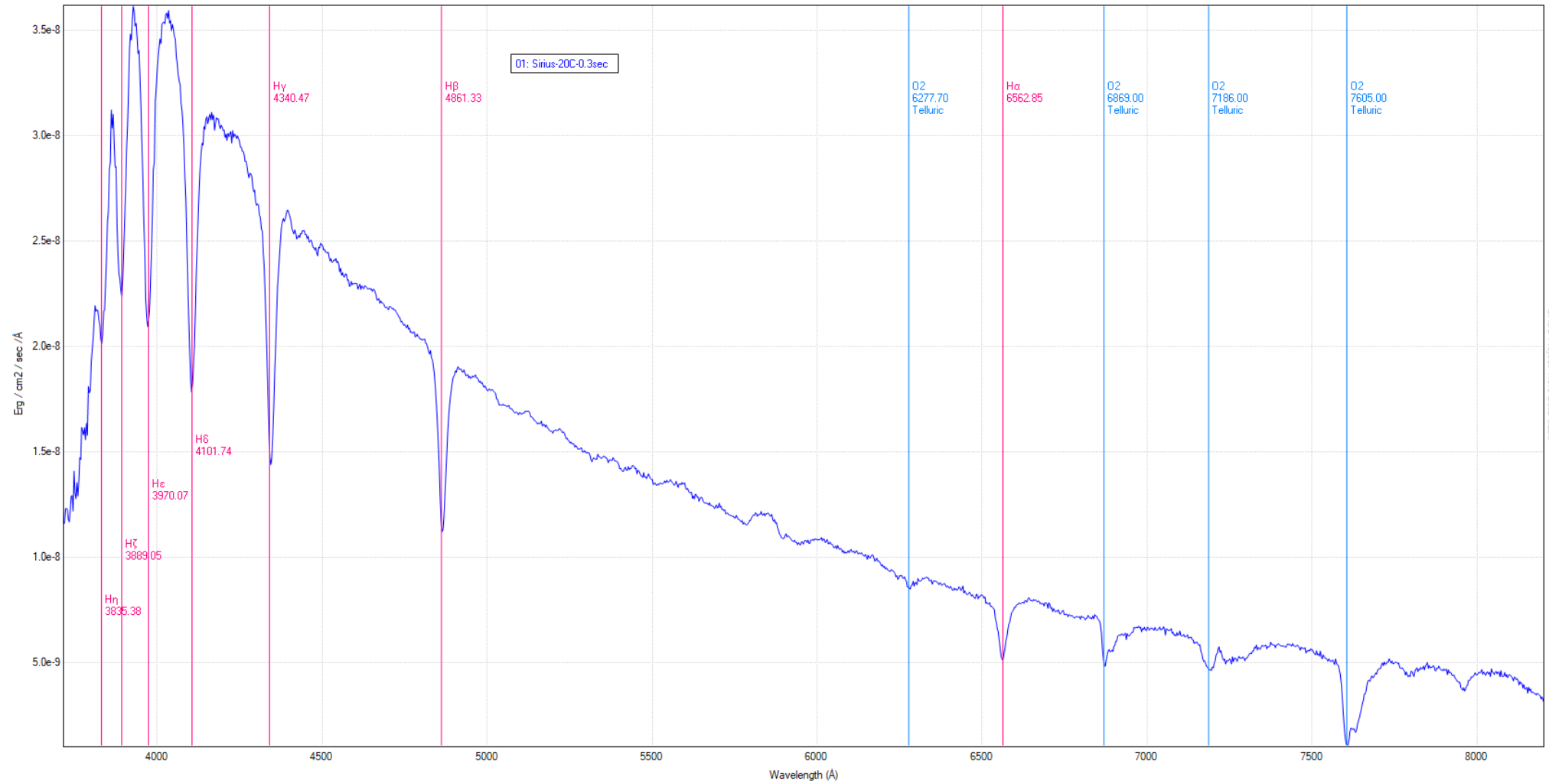


BASS Project 1.9 Beta Orion



Sirius Alf CMA Spectral Type: A1V Spectroscope: SA100 (155 mm grating-sensor-"FlipMirror") Telescope: Celestron C11 + Focal reducer f/6.3 Camera: Atik 420 Mono

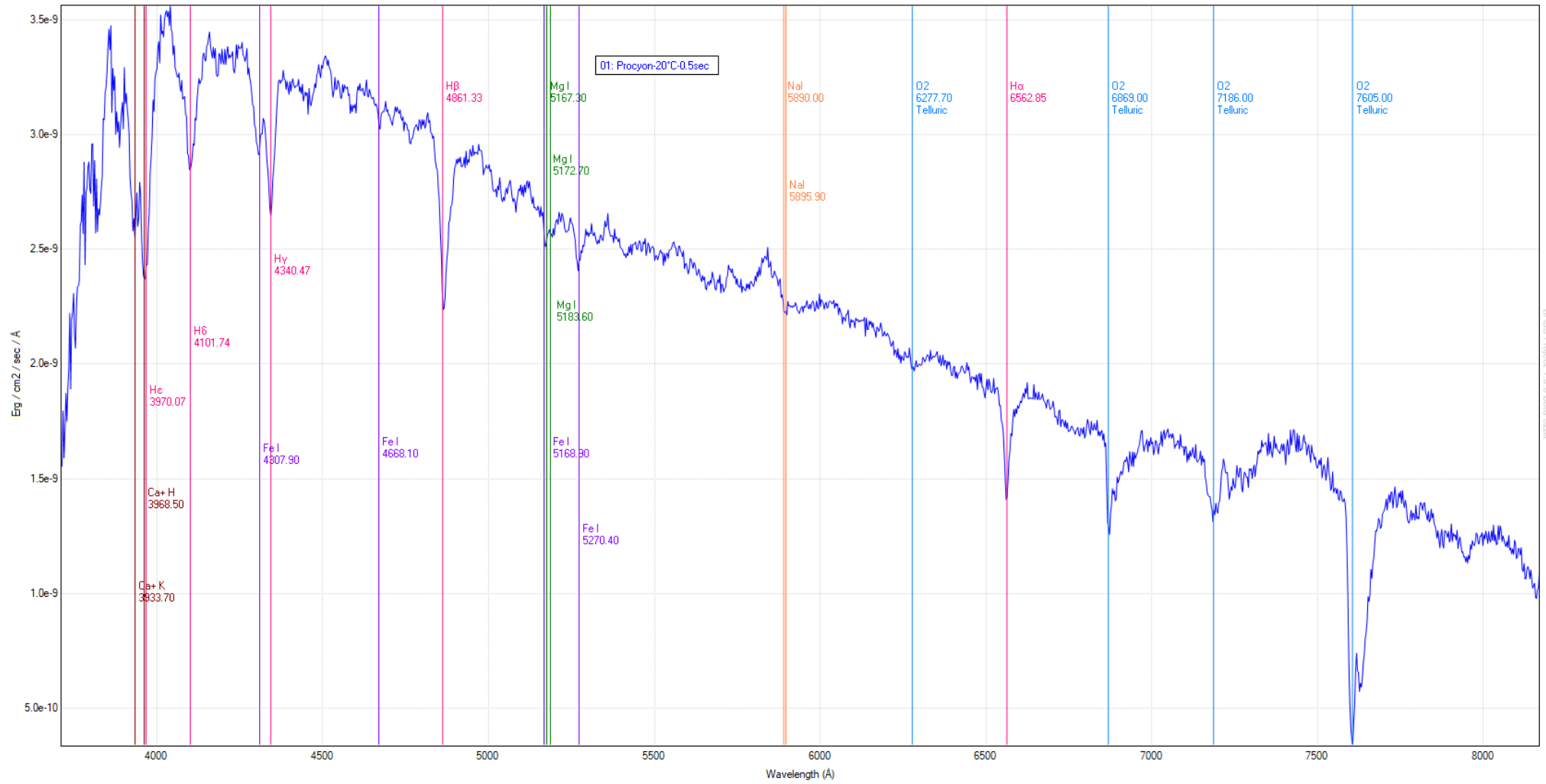
Dispersion 2.89640963 Å / px Exposure Time: 0.3 sec CCD Temperature: -20°C FWHM: 24.209Å (R = 271 @6562Å) 8.3582px Date / Time UT: 2018-02-18T19:56:41 Location Erpe-Mere Longitude 3° 58' 32" East Latitude 50° 55' 12" North Hugo Van den Broeck



BASS Project 1.9.6 Beta 32M



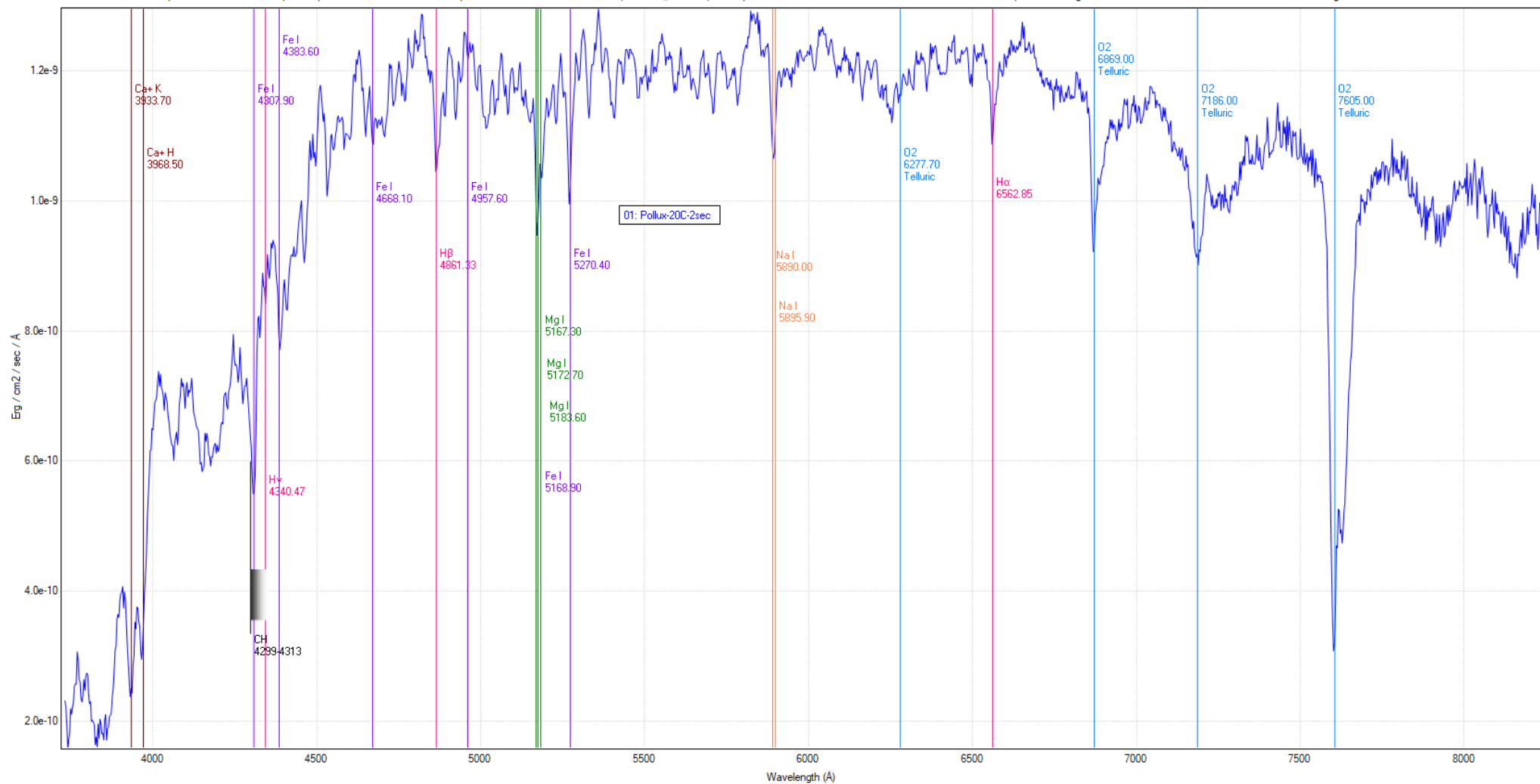
Procyon Alf CMI Spectral Type: F5IV-V Spectroscope: SA100 (155 mm grating-sensor-"FlipMirror") Telescope: Celestron C11 + Focal reducer f/6.3 Camera: Atik 420 Mono
Dispersion = 2.88705076 Å / px Exposure Time: 0.5 sec CCD Temperature: -20°C FWHM: 16.183Å (R = 405 @6561.5Å) 5.6055px Date / Time UT: 2018-02-18T19:45:30 Location Erpe-Mere Longitude 3° 58' 32" East Latitude 50° 55' 12" North Hugo Van den Broeck



BASS Project 1.9.6 Beta 3204



Pollux Bet Gem Spectral Type: K0IIb Spectroscopie: SA100 (155 mm grating-sensor-"FlipMirror") Telescope: Celestron C11 + Focal reducer f/6.3 Camera: Atik 420 Mono
 Dispersion = 2.88538169 Å / px Exposure Time: 2 sec CCD Temperature: -20°C FWHM: 13.125Å (R = 500 @6559.8Å) 4.5489px Date / Time UT: 2018-02-18T20:03:19 Location Erpe-Mere Longitude 3° 58' 32" East Latitude 50° 55' 12" North Hugo Van den Broeck



BIAS Project 1.9.6 Beta 32bit

