

## Het meten van de radiële snelheid van M31 Andromedastelsel en M82 Sigaarstelsel

Hugo Van den Broeck, Guy Wauters & Chris De Pauw

Op 21 januari 2016 maakte Guy Wauters opnamen met de Alpy600 spectroscopie vanuit Gent, campus De Sterre S9. Het doel was het spectrum meten van 2 galaxies : M31, de Andromedastelsel en M82 het Sigaarstelsel in de Grote Beer. Hoewel de Alpy600 een lage resolutie spectroscopie is wilden we hier een poging om de rood/blauwverschuiving van deze stelsels te meten. Deze opnamen vormen ook een welkome gelegenheid om een nieuwe functionaliteit: de heliocentrische of barycentrische correctie in Bass software 1.9.1 testen.

Uitgaande van een 3de object, de referentiester Almach, eveneens in het sterrenbeeld Andromeda werd getracht een gekalibreerd spectrum aan te maken. Dit lukte niet echt goed. De reden bleek dat deze referentiester zelf een negatieve radiële snelheid, een blauwverschuiving of een beweging naar ons toe, bleek te bezitten.

Gelukkig was het mogelijk om in het spectrum van deze ster 5 gekende aardse zuurstoflijnen waar te nemen. Hiermee werd de kalibratie nauwkeurig mogelijk uitgevoerd. Er werd een niet lineaire kalibratie gebruikt met een polynoom van de 3de graad. Resultaat is een RMS nauwkeurigheid van 0,03 Ångstrom. De Alpy600 is immers een niet lineaire spectroscopie.

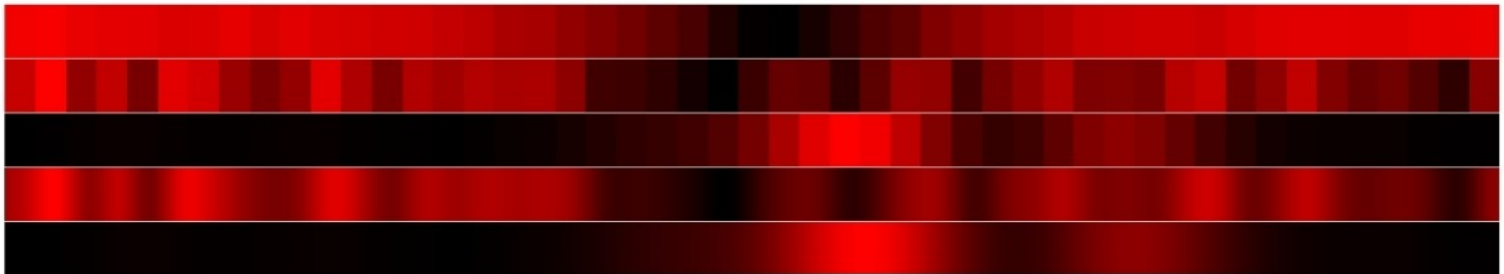
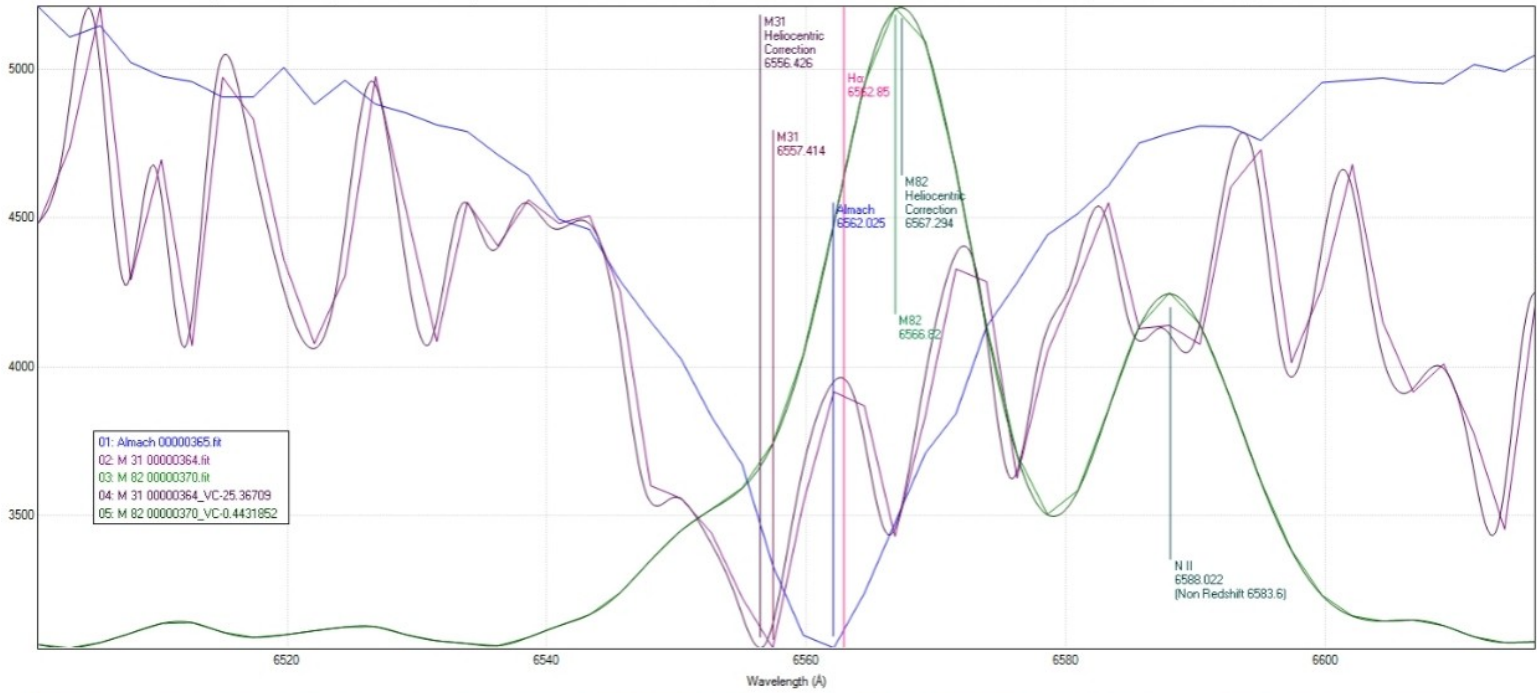
Zodoende werd de "echte-H-alpha lijn" bepaald. (licht rode verticale lijn in de bijgevoegde graph). Daarna werden de spectra van M31 (donker rode lijn) en M82 (hel groene lijn) gekalibreerd met dit basisspectrum. Er werd een crop gemaakt en het geheel uitvergroot. Het is meteen duidelijk dat de H-alpha lijn van M31 links verschoven is (naar het blauwe deel van het spectrum) en de H-alpha lijn van M82 rechts verschoven is (naar de rode kant van het spectrum).

Merkwaardig is dat M31 een absorptie vertoont bij H-alpha en M82 een emissie bij H-alpha. Het licht van M31 wordt gevormd door "normale" sterren, terwijl M82 licht uitstraalt ten gevolge van de geboorte van jonge sterren. M82 is een type voorbeeld van een "starburst galaxy".

De gemeten golflengte verschillen kunnen nu uitgedrukt worden in snelheden (km/sec), naar ons toe of van ons weg. Maar we hebben nog geen rekening gehouden met de beweging van de aarde rondom de zon en rondom haar eigen as. Hiertoe dienen deze snelheden aangepast te worden. Dit noemt *heliocentrische of barycentrische correctie*. Dit wordt voor ons uitgerekend in Bass. Hiervoor is het nodig dat we het exacte tijdstip van de opname, de geografische co-ordinaten van de waarnemingsplaats en de positie van de objecten (rechte klimming en declinatie) invoeren.

Doordat deze heliocentrische correctie relatief klein is en de dispersie met 2,36 Ångstrom per pixel vrij groot is, vragen wij aan Bass om deze sampling te doen met waarden van 1/10 van de dispersie. Wij verkrijgen dan 2 vloeiende krommen één voor elk van de galaxies. Bruin-rood voor M31 en donker groen voor M82. De piek en dalwaarden in Ångstrom voeren wij dan in, in de berekening

M31 blijkt een blauwverschuiving te hebben van 293 km / sec. Dit is 3% kleiner dan wat Wikipedia zegt. Bij M82 is het resultaat nog meer verbluffend: 203 km / sec rood verschuiving. Exact hetzelfde getal als in Wikipedia. Wij kunnen dit resultaat haast zelf niet geloven, in het besef dat de Alpy600 een lage resolutie spectroscopie is.



## Berekening van de radiële snelheden van M31 en M82

De redshiftwaarde  $Z = (\text{LambdaObserved} - \text{LambdaEmit}) / \text{LambdaEmit}$  (onbenoemd getal)

$$Z(\text{M31}) = (6556.426 - 6562.85) / 6562.85 = -0.000978843033$$

$$Z(\text{M82}) = (6567.294 - 6562.85) / 6562.85 = +0.0006771448379$$

$$V(\text{km/sec}) = C(\text{km/sec}) * Z \quad C = \text{lichtsnelheid} = 299\,792.458 \text{ km/sec}$$

$$V(\text{M31}) = 299\,792.458 \text{ km/sec} * -0.000978843033 = -293.45 \text{ km / sec (naar ons toe)}$$

$$V(\text{M82}) = 299\,792.458 \text{ km/sec} * 0.0006771448379 = 203.00 \text{ km / sec (van ons weg)}$$