

## Galaxy formation and the structure of the Universe

1. Efficient feedback, most notably feedback from active galactic nuclei, strongly affects the distribution and thereby the clustering of matter, even down to wavenumbers  $k \sim 2\pi/(10 \text{ Mpc}/h)$ .

*Chapter 2*

2. The dissipation and feedback processes associated with galaxy formation lead to significant changes in clustering of galaxies, subhaloes and mass for  $r \lesssim r_{\text{vir}}$ , with respect to the dark matter only case.

*Chapter 3*

3. While halo alignment is of minor importance to galaxy clustering, the triaxial shapes of the galaxy distributions within haloes significantly influence the clustering on sub-Mpc scales and are therefore important to include in HOD and halo models.

*Chapter 4*

4. Clustering estimators for the galaxy correlation function in semi-analytical models can be used to break degeneracies and to improve the match to the observations without a strong increase in computational costs.

*Chapter 6*

5. The field of galaxy formation would greatly benefit from stronger interdisciplinary collaborations and communication to improve the sub-grid modelling of physical processes, both on the theoretical and on the observational side.
6. Right now and for years to come, no other field will contribute as much to the popularisation of astronomy as exoplanet science.
7. For each type of numerical method – be it hydrodynamics, semi-analytics, halo model or other – a set of problems exists for which it is the best choice, therefore no method should be dismissed out of hand.
8. Just because a method or formulation can be applied to a problem, does not mean it should, or even that it is physically meaningful to do so.
9. Both the students and the professor highly benefit from having a teaching assistant who is driven; furthermore, the assistant benefits from being driven.
10. Questions from non-astronomers are a great way to test your understanding of astronomy.
11. Having two supervisors in two different countries for at least two different projects at a time ensures a total lack of boredom.
12. Contrary to popular belief, it is possible to finish your PhD within four years without a single drop of caffeine.

*Marcel van Daalen  
Leiden, July 17th 2014*

## De vorming van sterrenstelsels en de structuur van het Universum

1. Efficiënte feedback, vooral feedback van AGN, kan de verdeling en daarmee de clustering van materie significant beïnvloeden, zelfs voor golfgetallen  $k \sim 2\pi/(10 \text{ Mpc}/h)$ .

*Hoofdstuk 2*

2. De hydrodynamica en feedbackprocessen die onderdeel zijn van de vorming van sterrenstelsels veroorzaken significante veranderingen in de clustering van sterrenstelsels, subhalo's en materie voor  $r \lesssim r_{\text{vir}}$ .

*Hoofdstuk 3*

3. Hoewel de oriëntatie van halo's weinig invloed heeft op de clustering van sterrenstelsels, hebben de vormen van de verdelingen van sterrenstelsels binnen halo's een zeer significante invloed voor schalen kleiner dan een Mpc en daarom dienen deze meegenomen te worden in de voorspellingen van HOD- en halomodellen.

*Hoofdstuk 4*

4. Door het nauwkeurig inschatten van de correlatiefunctie van alle sterrenstelsels vanuit een kleine deelverzameling, kan de parameter ruimte van semi-analytische modellen beperkt worden en kunnen waarnemingen beter gereproduceerd worden, zónder de computertijd sterk te verhogen.

*Hoofdstuk 6*

5. Onderzoek naar de vorming van sterrenstelsels zou veel baat hebben bij sterkere samenwerking en communicatie met andere subdisciplines om het modelleren van fysische processen in simulaties te verbeteren, zowel op theoretisch als op observationeel vlak.
6. Momenteel draagt geen veld zoveel bij aan de popularisatie van sterrenkunde als het onderzoek naar exoplaneten, een trend die in de komende jaren zal doorzetten.
7. Voor elke numerieke methode – zij het hydrodynamisch, semi-analytisch, halomodel of anders – bestaat een set problemen waarvoor deze de beste keus is, daarom moet geen enkele methode bij voorbaat verworpen worden.
8. Dat een methode of formulering toegepast kan worden op een bepaald probleem, betekent nog niet dat dit een goed idee is, noch dat het een fysische betekenis heeft.
9. Zowel studenten als docenten hebben veel baat bij onderwijsassistenten die gedreven zijn – bovendien hebben assistenten zelf ook voordeel bij gedreven zijn.
10. Vragen van leken zijn een uitstekende manier om je begrip van sterrenkunde te testen.
11. Het hebben van twee begeleiders in twee verschillende landen voor minstens twee verschillende projecten tegelijkertijd zorgt ervoor dat je je nooit hoeft te vervelen.
12. In tegenstelling tot wat vaak wordt gedacht, is het wel degelijk mogelijk om binnen vier jaar te promoveren zonder een druppel cafeïne.

*Marcel van Daalen  
Leiden, 17 juli 2014*