

Interacademiaal College Sterrenkunde 2005

Computational Astrophysics: Dynamics of Stars and Gas

Vincent Icke & Simon Portegies Zwart

Motivering en doel.

Een bekende zwakte van het IAC is, dat er teveel stof is over teveel uiteenlopende onderwerpen, en teveel docenten. Wij willen dat in één klap te verbeteren, door er vanuit te gaan dat wij samen de hoofdmoot doen: VI een helft over **Practical hydrodynamics**, SPZ de andere over **Practical N-body dynamics**. Daarnaast zullen we, ter verlevendiging en verdieping, enkele gastdocenten voor een enkel college-uur vragen. Die bijdragen dienen dan als een soort super-colloquium, en de bijbehorende stof hoort niet tot de toets.

Deze aanpak betekent een versmalling van het onderwerp; MHD, stralingstransport, sterevolutie, en andere waar zwaar aan gerekend wordt komen op z'n hoogst zijdelings aan de orde. Maar didactisch gezien zijn de studenten beter af als ze twee onderwerpen echt in de praktijk hebben gebracht dan wanneer zij een enorm terrein doorgeraasd zijn zonder er zelf iets mee te doen. Voor de docenten betekent dit, dat we minder werk hebben, omdat we ons tot de ons goed bekende terreinen kunnen beperken.

Dat "Practical" bedoelen wij heel letterlijk: aan het eind van het college moeten de studenten de beschikking hebben over, en moeten zij kunnen werken met, een basaal hydro- en N-deeltjes programma. VI heeft het hydro-deel in 2002/2003 in Florence gedaan, met redelijk succes; SPZ heeft ook een eenvoudige code die de studenten kunnen begrijpen en gebruiken. VI is van plan om een super-eenvoudig grafisch interface toe te voegen in OpenGL, zodat de studenten kunnen zien wat ze doen. We slaan dan nog een vlieg in deze klap, namelijk dat zij zelf kunnen mee-programmeren (uiteeraard niet de hele boel van de grond af opbouwen). Daarmee ondervangen wij meteen een ander nadeel van het IAC, waarover klachten komen: te weinig praktisch, en moeilijk toetsbaar.

Het uiteindelijke doel van de cursus is, een leemte te vullen: een college computationele sterrenkunde ontbreekt in alle curricula, en stevige voorkennis in die richting zou veel helpen bij de start van andere projecten die de studenten zullen krijgen in theorie en interpretatie. Die basiskennis is ook nuttig voor studenten die weinig zullen doen met numerieke modellen, zodat ze beter in staat zullen zijn om resultaten en conclusies van dit soort modellen kritisch te beoordelen, de voor- en nadelen te begrijpen, de beperkingen te kennen.

Docenten.

Twee docenten, VI & SPZ, met drie gastdocenten voor speciale onderwerpen: Garrelt Mellema (Astron, *Astronomical Objects Explained*); Ralf Klessen (MPI, *Dynamics of Stars and Interstellar Matter*); Douglas Heggie (Univ. Edinburgh, n.o.t.k.).

Collegevorm.

Tweewekelijks college op een vaste plaats, zoals gebruikelijk bij IAC. In de weken tussendoor op elk instituut een werkbijeenkomst over een aantal door de docenten op te geven thema's en probleemstellingen, onder leiding van een medewerker van dat instituut. Deze vorm is gekozen i.v.m. de vorm van het college. Mogelijke begeleiders: UvA, Portegies Zwart en ***; UL, Icke en Ritzerveld; UU, Gielis; RUG, Spaans of Helmi; RU, Moortgat.

Inhoudsopgave.

Zie ook: <http://www.astro.rug.nl/~NOVAeduc>

Eerst de N-deeltjesfysica, daarna de gasdynamica. Op elk van de twee gebieden zijn de onderdelen:

- 1) Astronomische objecten waar N-deeltjes en hydro de hoofdrol spelen; wat zijn de onderzoeksvragen?
- 2) Basisfysica, bewegingsvergelijkingen
- 3) Basiswiskunde, specifieke eigenschappen van de vergelijkingen
- 4) Bekende analytische oplossingen, numerieke oplossingsmethoden
- 5) Programmeermethoden
- 6) Begin- en randvoorwaarden
- 7) Praktische toepassingen; betrouwbaarheidsbereik van de ontwikkelde techniek of software, aanpakken/oplossen van een bestaand probleem
- 8) Oogsten van resultaten, vergelijken met astronomische waarnemingen
- 9) Bericht van het front: wat zijn thans de onderzoeksvragen?

De colleges worden praktisch voortgezet in de weken dat er niet wordt gedoceerd, door op elk instituut één enkele werkgroep te beleggen (dus volledig groepsgewijs). Wij zouden in die weken misschien als "vliegende kiep" langs de instituten kunnen reizen om (samen uiteraard met een plaatselijke begeleidende docent) vragen te beantwoorden en mee te helpen. Een bijkomende reden is, dat gebrek aan samenhang een zwak punt van het tegenwoordige IAC is.

Voorkennis.

Klassieke mechanica, thermodynamica, gewone en partiële differentialvergelijkingen.

Literatuur.

D. Heggie & P. Hut, *The gravitational million-body problem* (2002)

P. Hut & J. Makino, *The art of computational science* (2004)

R. Laney, *Computational gas dynamics* (2000); zie ook

<http://capella.colorado.edu/~laney/home.htm>

Plaats.

Dit is een groot probleem met het IAC. Er zijn geen ideale centrale locaties. UU lijkt goed maar de Uithof is toch een eind weg. Besloten is de colleges te geven in de grote collegezaal van de afdeling Aardwetenschappen van de UU (Uithof).

Tijd.

Voorgesteld wordt om 8 colleges te geven, zoals gebruikelijk **op woensdagen van**

11:00 tot 15:30. In de tussenweken, 7 werkbijeenkomsten op plaatselijk overeen te komen tijden.

De data zijn: 9/2, 23/2, 9/3, 23/3, 6/4, 27/4, 11/5, 25/5, 8/6.

Practisch werk.

Het college werkt toe naar astronomische toepassingen, die dan in de “werkweken” kunnen worden aangepakt met behulp van de geleverde programmatuur, aan te passen en uit te breiden door de werkgroepen. Visuele presentatie daarvan is afhankelijk van locale installaties en kan plaatselijk worden opgelost. VI & SPZ zullen goed gedocumenteerde en getoetste programmatuur leveren in parallel met de gegeven colleges. Hiermee kunnen de studenten op de werkbijeenkomsten aan de slag.

Tentamen.

Er komt geen tentamen, maar een zeer solide eindverslag van de leden van elke groep (met zoveel studenten zal dat meer een boek-annex-review-paper zijn) over een astronomisch object of verschijnsel, gevolgd door een presentatie op het eigen instituut. We rekenen erop dat de groepsleden en de plaatselijke begeleider er onderling voor zorgen dat ieder zijn/haar deel doet. De resultaten van de werkbijeenkomsten vormen de basis voor de beoordeling. Studenten kunnen individueel of in koppels werkstukken schrijven over de opgedane kennis en ervaring. Beoordeling door VI & SPZ.

Taal, werving.

Voertaal is Nederlands, tenzij LOC/NOC afdoende argumenten aanvoert om het in het Engels te doen. Het is waarschijnlijk goed om de cursus buiten de sterrenkundige kringen aan te prijzen, in het bijzonder op de technische universiteiten (*computational science*, technische natuurkunde). VI & SPZ hebben een paar contacten.