



nucleatie fenomenen)

II) **Percolatiemodel** (definitie, cluster dichtheden, gemiddelde clustergrootte, zelfsimilariteit, fractale dimensie, correlatielengte, ordeparameter, real-space renormalization, "fixed points", "coarse graining", algoritmen om clusters in netwerken te vinden, statistische technieken voor fenomenen die zich over vele schalen uitstrekken)

III) **Zelfgeorganiseerde criticaliteit and niet-evenwichtssystemen** (dynamisch evenwicht, zandhoop metafoor, Bak-Tang-Wiesenfeld (BTW) model, gemiddeld-veld theorie van het BTW Model, voorbeelden van natuurfenomenen met schaal-vrij gedrag, dynamica van fenomenen met schaal-vrij gedrag)

IV) **Dichte gassen en vloeistoffen** (Van-der Waals veldentheorie, storingstheorie, effectieve interacties, cumulant expansies, viriaal expansies, distributie- en correlatiefuncties, cluster diagrammen, fluctuatie-dissipatie theorema, snelheids-autocorrelatiefuncties)

V) **Econofysica** (crashes als kritische fenomenen, random walks in finance and physics, fysica-geïnspireerde modellen voor de analyse van tijdsreeksen, multi-schaal analyse van tijdsreeksen, early-warning indicatoren, discrete schaalinvariantie en log-periodische machtwetten)

### Begincompetenties

De instromende student heeft voldoende kennis opgedaan van Statistische Fysica en van Computervaardigheden. Dit kan bijvoorbeeld door het volgen van een vak in Statistische Fysica en een vak Programmeren (Python of vergelijkbare programmeertaal) op bachelorniveau.

### Eindcompetenties

- 1 De fundamentele statistische theorieën voor de dynamica van complexe systemen met veel interagerende entiteiten begrijpen.
- 2 Inzicht hebben in geavanceerde simulatietechnieken die gebaseerd zijn op fysisch inzicht.
- 3 Deze simulatietechnieken kunnen toepassen.
- 4 Inzicht hebben op hoe complexe systemen reageren op wijzigingen in externe omstandigheden.
- 5 Een diep inzicht hebben in de concepten van fases en faseovergangen in complexe systemen.

### Creditcontractvoorwaarde

Toelating tot dit opleidingsonderdeel via creditcontract is mogelijk mits gunstige beoordeling van de competenties

### Examencontractvoorwaarde

Dit opleidingsonderdeel kan niet via examencontract gevolgd worden

### Didactische werkvormen

Werkcollege, Hoorcollege, Zelfstandig werk

### Studiemateriaal

Type: Handboek

Naam: Hoofdstukken uit verscheidene boeken

Richtprijs: Gratis of betaald door opleiding

Optioneel: nee

Taal : Engels

Online beschikbaar : Ja

Beschikbaar in de bibliotheek : Ja

Type: Slides

Naam: Presentaties die de theorielessen begeleiden.

Richtprijs: Gratis of betaald door opleiding

Optioneel: nee

Taal : Engels

Beschikbaar op Ufora : Ja

Type: Handouts

Naam: Nota's met opdrachten en modeloplossingen die de oefeningensessies begeleiden

Richtprijs: Gratis of betaald door opleiding

Optioneel: nee

### Referenties

- 1 Kim Christensen and Nicholas R. Moloney: "Complexity and Criticality" (Imperial College Press, 2005)
- 2 Harvey Gould and Jan Tobochnik: "Statistical and Thermal Physics (Second Edition)" (Princeton University Press, 2021)
- 3 James P. Sethna, "Statistical Physics: Entropy, Order Parameters and Complexity (Second Edition)" (Oxford University Physics, 2021)
- 4 Ricard V. Solé, "Phase Transitions" (Princeton University Press, 2011)
- 5 Stefan Thurner, Rudolf Hanel, Peter Klimek, "The Theory of Complex Systems" (Oxford University Physics, 2018)
- 6 Hendrik Jeldtoft Jensen, "Complexity Science: The Study of Emergence" (Cambridge University Press, 2023)

### Vakinhoudelijke studiebegeleiding

The instructor(s) can be contacted after the lectures, or by appointment. Interactive support via Ufora. The lecturer offers the possibility to discuss the course material with individual or small groups of students. The university's electronic learning environment is employed to discuss the course material with the students and to draw their attention to current research advances in complexity science.

### Evaluatiemomenten

periodegebonden evaluatie

### Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de eerste examenperiode

Mondelinge evaluatie, Schriftelijke evaluatie open boek

### Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de tweede examenperiode

Mondelinge evaluatie, Schriftelijke evaluatie open boek

### Evaluatievormen bij niet-periodegebonden evaluatie

### Tweede examenkans in geval van niet-periodegebonden evaluatie

Niet van toepassing

### Toelichtingen bij de evaluatievormen

Mondeling examen met schriftelijke voorbereiding voor theorie. Een schriftelijk openboekexamen voor oefeningen.

### Eindscoreberekening

- Mondeling examen met schriftelijke voorbereiding voor theorie: 60%
- Een schriftelijk openboekexamen voor oefeningen: 40%