

Holography (C004516)

Cursusomvang (nominale waarden; effectieve waarden kunnen verschillen per opleiding)

Studiepunten 6.0

Studietijd 180 u

Aanbodsessies in academiejaar 2026-2027

Deze cursus is 2-jaarlijks en wordt niet aangeboden

Lesgevers in academiejaar 2026-2027

Heller, Michal

WE05

Verantwoordelijk lesgever

Aangeboden in onderstaande opleidingen in 2026-2027

stptn

aanbodsessie

Deze cursus is 2-jaarlijks en wordt niet aangeboden

Onderwijstalen

Engels

Trefwoorden

Zwarte gaten, stringtheorie, holografie, gauge-zwaartekracht dualiteit, entanglement, complexiteit.

Situering

Een van de belangrijkste onopgeloste problemen in de theoretische natuurkunde is de eenwording van het standaardmodel van de deeltjesfysica met de zwaartekrachttheorie van Einstein. Een ander probleem dat hier nauw mee samenhangt, is de microscopische kwantumbeschrijving van zwarte gaten. Volgens de beroemde formule van Bekenstein is de klassieke entropie van een zwart gat gelijk aan de oppervlakte van zijn horizon in Planck-eenheden. Binnen een kwantumbeschrijving zou deze entropie evenredig moeten zijn met de logaritme van het aantal verschillende kwantumtoestanden van het zwarte gat. Omdat de entropie van het zwarte gat schaalt zoals het grensgebied, in plaats van het volume, suggereert dit een holografische beschrijving van zwarte gaten. Een belangrijke doorbraak in die richting was het AdS/CFT-vermoeden van Maldacena, dat een klassiek zwaartekrachtsysteem in D-dimensies relateert aan een sterk gekoppelde ijktheorie in D-1-dimensies. Deze holografische ijk-zwaartekrachtdualiteit leidde tot een radicaal nieuwe benadering van het unificatieprobleem en de daarmee samenhangende kwantumfysica van zwarte gaten.

Deze cursus biedt een op problemen gebaseerde introductie tot holografie door de lenzen van kwantumveellichamensystemen, kwantumveldentheorie en kwantuminformatiewetenschap. Het doel is om inzicht te verwerven in de basisprincipes van een van de belangrijkste ontwikkelingen in de theoretische natuurkunde, en om onderzoeksvaardigheden te bevorderen.

Parallel aan de holografie introduceert de cursus de software Wolfram Mathematica, zodat studenten leren hoe ze complexe symbolische en numerieke berekeningen efficiënt kunnen uitvoeren. Dit vormt een onmisbaar onderdeel van de cursus en het examen.

Inhoud

- 1 Wolfram Mathematica
- 2 Holografie: hints uit de fysica van zwarte gaten
- 3 Holografisch woordenboek
- 4 Anti de Sitter zwarte gaten
- 5 Holografie als hulpmiddel om verschijnselen in de kwantumveldentheorie te bestuderen

Begincompetenties

Eindcompetenties van Kwantumveldentheorie en Relativiteitstheorie zijn voldoende.

Eindcompetenties

- 1 Een working knowledge van de huidige staat van het onderzoek op het grensgebied van holografie.
- 2 Voorbereidend op zelfstandig onderzoek.
- 3 Werkkennis van Wolfram Mathematica

Creditcontractvoorwaarde

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

Examencontractvoorwaarde

Dit opleidingsonderdeel kan niet via examencontract gevolgd worden

Didactische werkvormen

Groepswerk, Werkcollege

Studiemateriaal

Geen

Referenties

- <https://arxiv.org/abs/0909.0518>
- <https://arxiv.org/abs/2108.09188>

Vakinhoudelijke studiebegeleiding

Ondersteuning mondeling of via email door lesgevers en medewerkers

Evaluatiemomenten

niet-periodegebonden evaluatie

Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de eerste examenperiode

Werkstuk

Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de tweede examenperiode

Werkstuk

Evaluatievormen bij niet-periodegebonden evaluatie

Werkstuk

Tweede examenkans in geval van niet-periodegebonden evaluatie

Examen in de tweede examenperiode is niet mogelijk

Eindscoreberekening

Eindproject en de presentatie ervan