

## General Relativity (C004451)

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

**Studiepunten 6.0** **Studietijd 180 u**

**Aanbodsessies en werkvormen in academiejaar 2024-2025**

A (semester 1) Engels Gent hoorcollege  
werkcollege

**Lesgevers in academiejaar 2024-2025**

Ghosh, Archisman WE05 Verantwoordelijk lesgever

**Aangeboden in onderstaande opleidingen in 2024-2025**

	stptn	aanbodsessie
Educatieve Master of Science in de wetenschappen en technologie (afstudeerrichting fysica en sterrenkunde)	6	A
Educatieve Master of Science in de wetenschappen en technologie (afstudeerrichting wiskunde)	6	A
Master of Science in de fysica en de sterrenkunde	6	A
Master of Science in de wiskunde	6	A
Master of Science in Physics and Astronomy	6	A
Uitwisselingsprogramma fysica en sterrenkunde (niveau master)	6	A
Uitwisselingsprogramma wiskunde (niveau master)	6	A

### Onderwijstalen

Engels

### Trefwoorden

Einsteins relativiteitstheorie, zwaartekracht, zwarte gaten, gravitatiegolven, kosmologie

### Situering

Deze cursus geeft een inleiding tot de algemene relativiteit, een door Einstein voorgestelde theorie die dient als onze huidige beste beschrijving van de zwaartekracht. Inzicht in algemene relativiteit is noodzakelijk voor zowel theoretische natuurkunde als astrofysica en kosmologie. Algemene relativiteit is onze basis voor het begrip van zwarte gaten en een uitdijend heelal. De recente ontdekking van gravitatiegolven is een van de vele tests die deze theorie de afgelopen 100 jaar heeft doorstaan.

De nadruk van deze cursus ligt op inzicht in de grondslagen van de algemene relativiteit. Dit omvat de ontwikkeling van het noodzakelijke wiskundige formalisme, alsook het verband met de fysica en de beschrijving van waargenomen verschijnselen. Sommige toepassingen van de algemene relativiteit worden ook kort besproken in deze cursus; zij kunnen verder worden uitgediept in meer gespecialiseerde cursussen.

### Inhoud

- herziening van de concepten van de speciale relativiteit
- fysische en wiskundige grondslagen van de algemene relativiteit
- klassieke testen van algemene relativiteit
- de Schwarzschild-oplossing en zwarte gaten
- linearisatie en gravitatiegolven
- kosmologie: algemene relativiteit als basis voor de beschrijving van een uitdijend heelal

### Begincompetenties

Studenten worden geacht de cursus "Relativiteit en elektromagnetisme" te hebben gevolgd.

Studenten die dit vak als keuzevak willen volgen maar "Relativiteit en elektromagnetisme" niet

hebben gevolgd, moeten vóór deze cursus de stof over speciale relativiteit doornemen. Dit zou hoofdstuk 12 kunnen zijn uit het leerboek "Introduction to Electrodynamics" van David J Griffiths of gelijkwaardig.

### Eindcompetenties

- 1 Studenten krijgen inzicht in de fysische en wiskundige grondslagen van de algemene relativiteit.
- 2 Studenten kunnen de algemene relativiteit in verband brengen met onderwerpen als zwarte gaten, gravitatiegolven en kosmologie.

### 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

### Studiemateriaal

Type: Handouts

Naam: General Relativity aantekeningen van Prof. Daniel Baumann  
Richtprijs: Gratis of betaald door opleiding  
Optioneel: nee  
Taal : Engels  
Beschikbaar op Ufora : Ja  
Online beschikbaar : Ja  
Bijkomende info: Online beschikbaar: <http://cosmology.amsterdam/general-relativity/>

### Referenties

We zullen in grote mate de aantekeningen volgen die online beschikbaar zijn, zoals de aantekeningen over General Relativity van Prof. Daniel Baumann voor een gelijkwaardig vak aan de Universiteit van Amsterdam (<http://cosmology.amsterdam/general-relativity/>). Eventueel aanvullend materiaal zal als pdf beschikbaar zijn via het elektronisch leerplatform.

Er zijn een aantal leerboeken over algemene relativiteit beschikbaar, die aanzienlijk verschillen in hun inhoud, benadering en manier van presenteren. Ter aanvulling van het cursusmateriaal kunnen de volgende referenties nuttig zijn.

#### **Inleidende studieboeken:**

- **Sean M. Carroll:** *Spacetime and Geometry: An introduction to General Relativity*, Cambridge University Press -- een theoretische inleiding gebaseerd op de collegenota's van dezelfde auteur die online beschikbaar zijn (<https://www.preposterousuniverse.com/grnotes/>).
- **James B. Hartle:** *Gravity: an introduction to Einstein's General Relativity*, Cambridge University Press -- gaat veel gedetailleerder in op experimentele testen van de gravitatie.
- **Bernard F. Schutz:** *A first course in general relativity* (3rd edition), Cambridge University Press (2022) -- gaat dieper in op de fysica van compacte objecten (zoals neutronensterren) en bevat de meest actuele verwijzingen naar de recente ontdekkingen en resultaten van gravitatiegolven.

#### **Meer gevorderde studieboeken:**

- **Robert M. Wald:** *General Relativity*, University of Chicago Press -- biedt het een geometrisch perspectief op de gravitatie.
- **Steven Weinberg:** *Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity*, Wiley -- biedt het een meer veldtheoretische aanpak.

### Vakinhoudelijke studiebegeleiding

#### Evaluatiemomenten

periodegebonden en niet-periodegebonden evaluatie

#### Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de eerste examenperiode

Mondelinge evaluatie, Schriftelijke evaluatie met open vragen

#### Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de tweede examenperiode

Mondelinge evaluatie, Schriftelijke evaluatie met open vragen

#### Evaluatievormen bij niet-periodegebonden evaluatie

Presentatie, Werkstuk

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

Examen in de tweede examenperiode is enkel mogelijk in gewijzigde vorm

### **Toelichtingen bij de evaluatievormen**

Niet-periodegebonden evaluatie: Huiswerkopdrachten over basiscursusmateriaal; presentatie van een meer gevorderd onderwerp.

Eindevaluatie: Schriftelijk examen voornamelijk gericht op oefeningen (met gebruik van een formularium ten einde het zuiver geheugenwerk tot een minimum te herleiden en toe te laten om vooral naar het inzicht in de leerstof te peilen); mogelijk mondeling examen voornamelijk gericht op theorie.

### **Eindscoreberekening**

Niet-periodegebonden evaluatie -- opdrachten en presentatie (40%)

- 20% Theorie
- 20% Oefeningen

Periodegebonden evaluatie -- eindexamen, schriftelijk en mondeling (60%)

- 30% Theorie
- 30% Oefeningen