

## Kwantumoptica (E006500)

**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	werkcollege hoorcollege
B (semester 1)	Nederlands	Gent	

### Lesgevers in academiejaar 2024-2025

Kuyken, Bart	TW05	Verantwoordelijk lesgever
Van Neck, Dimitri	WE05	Medelesgever

### Aangeboden in onderstaande opleidingen in 2024-2025

	stptn	aanbodsessie
<a href="#">Master of Science in de ingenieurswetenschappen: toegepaste natuurkunde</a>	6	B
<a href="#">Master of Science in Engineering Physics</a>	6	A
<a href="#">Master of Science in Physics and Astronomy</a>	6	A

### Onderwijsstalen

Engels, Nederlands

### Trefwoorden

Elektromagnetische velden, fotonen, kwantisatie, resonante licht-materie interactie, lasers, foton statistieken, kwantuminformatie

### Situering

Het doel van de cursus is om een kwantummechanische beschrijving te geven van de interactie tussen licht en materie en om deze toe te passen op een aantal state-of-the-art toepassingen zoals lasers, single foton bronnen, koude atomen, kwantum cryptografie, kwantum computing en kwantum sensing.

### Inhoud

- Klassieke optica (3 sessies)
  - Maxwell vergelijkingen
  - niet-lineaire optica
- Kwantisatie van het elektromagnetische veld (5 sessies)
  - Kwantisatie van het vrije elektromagnetische veld
  - Coherente toestanden en samengeperst light
  - Interactie van elektromagnetische velden met materie
  - Bose-Einstein condensatie en polariton bronnen
- Lasers (3 sessies)
  - Kwantum punten, kwantum put, VCSELS
  - Kwantum cascade lasers
  - Praktische aspecten
- Foton statistiek (3 sessies)
  - Poisson, super- en sub-Poisson distributies
  - foton annihilatie en tweede orde correlatie
  - enkele foton bron
- Resonante licht-materie interactie (3 sessies)

- Twee-niveau systemen: zwakke, sterke koppeling
- Bloch bol
- Purcell effect (toepassing op LEDs and LASERS)
- Sterke koppeling en Rabi oscillaties
- Koude atomen: technieken en toepassingen

#### 6. Kwantum informatie (5 sessies)

- Kwantum cryptografie
- Kwantum computing
- Kwantum sensing
- Verstregelde toestanden en teleportatie

#### 7. Recente onderzoeksrichtingen in het veld van de kwantumoptica (2 sessies)

### Begincompetenties

Kwantummechanica I & II, Elektromagnetisme I & II, Fotonica, Vastestoffysica

### Eindcompetenties

- 1 Begrijpen hoe het elektromagnetische veld kan gekwantiseerd worden
- 2 Berekenen van de eigenschappen van fotonen en de interacties met materialen in een kwantum context
- 3 Begrijpen van het werkingsprincipe en de praktische aspecten van lasers
- 4 De fotonstatistieken begrijpen
- 5 Resonante licht-materie interacties begrijpen
- 6 De verschillende kwantuminformatieprocessen begrijpen
- 7 Een overzicht hebben van de vastestof-fotonische materiaalsystemen die fotonische kwantumtoepassingen toelaten

### 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: Slides

Naam: Leermateriaal

Richtprijs: Gratis of betaald door opleiding

Optioneel: nee

Bijkomende info: wordt ter beschikking gesteld op het elektronisch leerplatform van UGent

### Referenties

- Walter Greiner: "Quantum Mechanics Special Chapters" (Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1998)
- Mark Fox, Quantum Optics: An Introduction (Oxford University Press 2006)
- Grynberg, Gilbert, Alain Aspect, and Claude Fabre. "Introduction to quantum optics." (Cambridge University Press 2010).

### Vakinhoudelijke studiebegeleiding

De lesgevers zijn ter beschikking na de lessen of na afspraak. Interactieve ondersteuning via de elektronische leeromgeving

### Evaluatiemomenten

periodegebonden en niet-periodegebonden evaluatie

### Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de eerste examenperiode

Schriftelijke evaluatie met open vragen

### Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de tweede examenperiode

Schriftelijke evaluatie met open vragen

### Evaluatievormen bij niet-periodegebonden evaluatie

Werkstuk

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

Niet van toepassing

**Toelichtingen bij de evaluatievormen**

Zowel het theoretisch- als oefeningendeel van het examen zijn met gesloten boek. Er wordt een verslag gemaakt van het projectwerk rond recente wetenschappelijke literatuur. Het verslag telt voor 10% van het eindresultaat mee

**Eindscoreberekening**

Het verslag telt voor 10% van het eindresultaat mee