

Kwantumoptica (E006500)

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

Studiepunten 6.0

Studietijd 180 u

Aanbodsessies en werkvormen in academiejaar 2026-2027

A (semester 1)	Engels	Gent	hoorcollege werkcollege
B (semester 1)	Nederlands	Gent	
C (semester 1)	Engels	Gent	

Lesgevers in academiejaar 2026-2027

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

Aangeboden in onderstaande opleidingen in 2026-2027

	stptn	aanbodsessie
Master of Science in de ingenieurswetenschappen: toegepaste natuurkunde	6	B
Master of Science in Engineering Physics	6	A
Master of Science in Physics and Astronomy	6	A
Master of Science in Silicon Photonics	4	C

Onderwijstalen

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

1. Klassieke optica (3 sessies)
 - Maxwell vergelijkingen
 - niet-lineaire optica
2. 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
3. Lasers (3 sessies)
 - Kwantum punten, kwantum put, VCSELS
 - Kwantum cascade lasers
 - Praktische aspecten
4. Foton statistiek (3 sessies)
 - Poisson, super- en sub-Poisson distributies
 - foton annihilatie en tweede orde correlatie

- enkele foton bron

5. 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
- Verstrengelde 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 na 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

(Goedgekeurd)

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