

## Kwantumelektrodynamica (C000819)

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

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

**Aanbodsessies in academiejaar 2024-2025**

**Deze cursus is 2-jaarlijks en wordt niet aangeboden**

**Lesgevers in academiejaar 2024-2025**

Van Neck, Dimitri

WE05

Verantwoordelijk lesgever

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

stptn

aanbodsessie

Deze cursus is 2-jaarlijks en wordt niet aangeboden

**Onderwijstalen**

Nederlands

**Trefwoorden**

Kwantummechanica, Elektromagnetisme, Moderne Fysica, Kwantumelektrodynamica, Diractheorie

**Situering**

Dit opleidingsonderdeel beoogt vooreerst een niet-relativistische inleiding tot de kwantumelektrodynamica te geven. Daarnaast is het eveneens de bedoeling elektromagnetische interacties in het kader van de Diracvergelijking te bestuderen.

**Inhoud**

Kwantumtheorie van het vrije e.m. veld : Maxwellvergelijkingen, globale en lokale ijsymmetrie, kwantisatie van het e.m. veld, toestandsvectoren voor het e.m. veld, coherente toestanden. Interactie tussen straling en materie, dipoolstraling, fotonverstrooiing aan elektronen, Thompson cross-sectie, natuurlijke lijnbreedte. Tweede kwantisatie : bezettingsgetallen representatie voor bosonen en fermionen, relatie tot eerste kwantisatie, veldoperatoren. Kwantumvelden in interactie : Feynmann-Goldstonediagrammen. Toepassing voor niet-relativistische remstraling : Coulombinteractie, remstralingscross-sectie. Divergenties en renormalisatie in QED : quantumfluctuaties, Casimireffect. Renormalisatie van elektronmassa : niet-relativistische benadering, Lambshift, methode van Bethe. E.M. koppeling in de Diracvergelijking : minimale koppeling, covariante vorm van de e.m. koppeling, Foldy-Wouthuysentransformatie : vrij deeltje, e.m. veld, toepassing voor H-atoom. Componeffect, Klein-Nishinaformule, ladingstoegevogde in de Diracvergelijking, deeltje-antideeltjetransformatie, gatentheorie.

**Begincompetenties**

Kennis van de niet-relativistische kwantummechanica en het klassiek elektromagnetisme. Enige voorkennis van begrippen uit moderne fysica (elementaire deeltjes, astrofysica). Grondige wiskundige basiskennis (analyse) is eveneens vereist.

**Eindcompetenties**

- 1 Elektromagnetische processen in verschillende takken van de moderne fysica zelfstandig kunnen berekenen.
- 2 Een samenhangend beeld hebben van elektromagnetische processen in astrofysica, elementaire deeltjesfysica, kernfysica, atoom- en moleculaire fysica.
- 3 De inhoud van gespecialiseerde werken hierover kunnen evalueren en toepassen.
- 4 Het eigen onderzoekswerk rond de gekozen projecttaak op heldere wijze kunnen presenteren.
- 5 Complexe problemen in QED kunnen analyseren en oplossen.

**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**

Groepswerk, Hoorcollege, Zelfstandig werk

### **Toelichtingen bij de didactische werkvormen**

Gedeelte werkcollege met bijdragen gegeven door de studenten (project per 2 tot 3 studenten, over een te kiezen onderwerp uit QED, met mondelinge presentatie).

### **Studiemateriaal**

Type: Handboek

Naam: Walter Greiner - Quantum Mechanics Special Chapters

Richtprijs: Gratis of betaald door opleiding

Optioneel: ja

Taal : Engels

Auteur : Walter Greiner

ISBN : 3-540-60073-6

### **Referenties**

F.Gross, Relativistic Quantum Mechanics and Field Theory, Wiley Science Paperback Series, 1999

W. Greiner, D. Bromley, Relativistic Quantum Mechanics (3rd ed.), Springer-Verlag, 2005

W. Greiner, J. Reinhardt, Quantum Eledrodynamics (3rd ed.), Springer-Verlag, 2005

### **Vakinhoudelijke studiebegeleiding**

Studenten krijgen tijdens de les optimaal de kans om over het aangebrachte materiaal vragen te stellen. Een hele reeks studieboeken over QED is ter beschikking van de studenten. Overzichtsartikels en artikels uit Am.J.Phys. worden eveneens ter beschikking gesteld. Interactieve ondersteuning via Ufora (e-mail).

### **Evaluatiemomenten**

periodegebonden en niet-periodegebonden evaluatie

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

Mondelinge evaluatie, Werkstuk

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

Mondelinge evaluatie, Werkstuk

### **Evaluatievormen bij niet-periodegebonden evaluatie**

Participatie, Werkstuk

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

Examen in de tweede examenperiode is mogelijk

### **Toelichtingen bij de evaluatievormen**

Voor de niet-periodegebonden evaluatie wordt vooral de projecttaak van de student in rekening gebracht: de individuele inzet, de groepsactiviteit evenals de bijdrag tot het collectief resultaat (via presentatie en wetenschappelijk verslag). Hierdoor ontstaat een vorm van continue evaluatie zodat de student kan inschatten hoe hij vordert in het zich eigen maken van de materie.

Voor de periodegebonden evaluatie: de uiteindelijke ondervraging bestaat uit het "open boek" oplossen van enkele stevige problemen uit QED. Hiervoor zijn 2-3 dagen voorzien, aangezien de oplossing opzoekingswerk omvat en aldus een onderzoeksproject van redelijk hoge moeilijkheidsgraad simuleert. Nadien komt elke student individueel zijn resultaten mondeling toelichten. Op deze manier wordt zowel het theoretisch als praktisch probleemoplossend vermogen van de studenten getoetst.

### **Eindscoreberekening**

Periodegebonden evaluatie (gewicht: 2/3) en niet-periodegebonden evaluatie (gewicht: 1/3).