

## Veeldeeltjesfysica (C001759)

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

**Studiepunten 6.0**

**Studietijd 180 u**

**Aanbodsessies en werkvormen in academiejaar 2025-2026**

A (semester 2)

Nederlands

Gent

hoorcollege

werkcollege

**Lesgevers in academiejaar 2025-2026**

Van Neck, Dimitri

WE05

Verantwoordelijk lesgever

**Aangeboden in onderstaande opleidingen in 2025-2026**

**stptn**

**aanbodssessie**

Educatieve Master of Science in de wetenschappen en technologie (afstudeerrichting  
fysica en sterrenkunde)

6

A

Master of Science in de fysica en de sterrenkunde

6

A

**Onderwijstalen**

Nederlands

**Trefwoorden**

Veeldeeltjesfysica, tweede kwantizatie, gemiddeld veld, propagator, collectieve toestanden, superfluiditeit, supergeleiding

**Situering**

In dit opleidingsonderdeel wordt de theoretische beschrijving van kwantummechanische veeldeeltjessystemen behandeld. Aan de hand van voorbeelden uit de moleculaire, atomaire, vaste stof, en nucleaire fysica wordt getracht een geunificeerd beeld te geven via het concept van Greense functie of propagator in een veeldeeltjessysteem.

**Inhoud**

Tweede kwantizatie voor fermion en boson systemen. Tweedeeltjestoestanden en interacties. Gemiddeld veld technieken. Storingsreeks voor de 1-deeltje propagator. Feynmandiagrammen. Dyson vergelijking, 2-deeltjespropagator en vertex functie. Niet-perturbatieve aspecten. Hartree-Fock in atomen en molecules. Studie van 2e orde zelfenergie: statische en dynamische contributies. Quasideeltjes in Landau-Migdal beeld. Geexciteerde toestanden. Collectieve beweging. Random phase benadering. Plasmon excitaties in elektronengas. Repulsieve korte-dracht interacties. Ladderdiagrammen. Saturatie in kernmaterie. Bosonsystemen. Bose-Einstein condensatie. Gross-Pitaevskii vergelijking voor ultrakoude atomaire gassen. Bogoliubov storingsreeks, theorema van Hugenholtz-Pines, 1e orde resultaten voor verdund Bose gas. Superfluiditeit in helium-4. Paarvorming in fermion systemen. BCS theorie en metallische supergeleiding. Niet-Fermi vloeistoffen.

**Begincompetenties**

Goede kennis kwantummechanika

**Eindcompetenties**

- 1 De samenhang onderkennen van typische veeldeeltjesaspecten en mechanismes in uiteenlopende fysische systemen.
- 2 Toepassingsgebied en limitaties van gemiddeld-veld technieken in elektronische en nucleaire systemen kunnen bespreken.
- 3 De structuur van normale fermion systemen en het concept van quasideeltjes beheersen.

- 4 Feynmandiagrammen in een veeldeeltjescontext kunnen berekenen en manipuleren.
- 5 Propagatoren als alternatief voor golffuncties, en hun verband met experimentele grootheden kunnen gebruiken in diverse problemen.
- 6 De BCS theorie voor metallische supergeleiding kunnen beredeneren.

#### **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

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

Project: de studenten kiezen uit een lijst een numerieke oefening. Ze dienen dit uit te werken met zelf te kiezen software, en een schriftelijk verslag in te dienen.

#### **Studiemateriaal**

Type: Handboek

Naam: Many-body theory exposed - Propagator description of quantum mechanics in many-body systems

Richtprijs: Gratis of betaald door opleiding

Optioneel: nee

Taal : Engels

Auteur : Wim Dickhoff - Dimitri Van Neck

ISBN : 981-256-294-X

Online beschikbaar : Ja

#### **Referenties**

"A guide to Feynman diagrams in the many-body problem", R.D. Mattuck, Dover Publications; 2nd edition (June 1, 1992)

#### **Vakinhoudelijke studiebegeleiding**

De lesgever is beschikbaar voor uitleg tijdens en na de hoorcolleges. Er is begeleiding tijdens de werkcolleges. Er is begeleiding voor de projecten. Interactieve ondersteuning via Ufora (e-mail).

#### **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**

Werkstuk

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

Examen in de tweede examenperiode is mogelijk

#### **Eindscoreberekening**

Niet-periodegebonden evaluatie (25 %) + periodegebonden evaluatie (75%)