

**Faculteit der Natuurwetenschappen,
Wiskunde en Informatica**

Studiegids 2008 - 2009

Natuur- en Sterrenkunde

Bachelor

Radboud Universiteit Nijmegen

Voorwoord

Deze studiegids bevat zowel algemene als gedetailleerde informatie over de **bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde** van de Radboud Universiteit Nijmegen (RU) in het studiejaar 2008/2009. Doelstellingen, leerdoelen en inhoud van het studieprogramma worden uitgebreid beschreven. Verder wordt informatie gegeven over de onderzoeksafdelingen (leerstoelgroepen), examenregelingen, voorzieningen voor studenten en studentenactiviteiten. De tekst van deze studiegids is ook via internet beschikbaar: www.ru.nl/fnwi/onderwijs/studiegidsen

Behalve de studiegids is er ook het **Vademecum**. Het vademecum bevat algemene informatie over studeren aan de Radboud Universiteit Nijmegen. Onderwerpen die aan de orde komen zijn: studiefinanciering, studeren, student en geld, wonen-leven-welzijn, informatie over toegang en toelating, inschrijving, onderwijs, studiepunten-tentamens-examens, medezeggenschap, financiële ondersteuning, studentenvoorzieningen en rechtsbescherming. Het gaat hier over zaken die voor iedereen gelden en niet over opleidingsspecifieke zaken. Het vademecum is voor RU-studenten vanaf midden augustus gratis verkrijgbaar bij de balie Studentenzaken en bij het afgiftepunt op de faculteit Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica.

Naast deze bachelorgids is er een aparte gids voor het **masterprogramma Natuur- en Sterrenkunde**.

P.S.

Er is veel zorg besteed aan de inhoud van deze gids. Voor eventuele onjuistheden stellen de samenstellers zich echter niet verantwoordelijk. Indien er op- of aanmerkingen zijn dan gelieve u die aan hen door te geven.

Dr. G.W.M. Swart
Mw. J. Vos-van der Lugt

- Bezoekadres: kamer HG 01.831, Heyendaalseweg 135, Nijmegen
- Postadres: Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen
- Telefoon: 024-3652559
- E-mail: secrons@science.ru.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	1
2	Doelstellingen en eindkwalificaties.....	2
3	Het studieprogramma.....	4
	3.1 Het bachelorprogramma.....	5
	3.2 Het eerste jaar (propedeusejaar).....	5
	3.3 Het tweede jaar.....	6
	3.4 Het derde jaar.....	7
	3.5 Minoren: Wiskunde, Neurosciences.....	8
	3.6 Dubbele bachelor natuurkunde en wiskunde.....	8
	3.7 Huygenscolleges.....	10
	3.8 Vervolg mogelijkheden.....	11
	3.9 Kwaliteit en kwaliteitsbewaking.....	12
	3.10 Internationalisering.....	12
4	De propedeusevakken.....	13
	4.1 De verplichte vakken.....	14
	4.2 De keuzevakken.....	43
5	De vakken van het tweede en derde jaar.....	49
	5.1 De verplichte vakken.....	49
	5.2 De keuzevakken.....	89
6	Verkorte opleiding doorstromers.....	121
7	Lerarenopleiding.....	122
8	De afdelingen.....	123
	8.1 Onderwijsbureau Wiskunde, Natuur- en Sterrenkunde (WiNSt).....	123
	8.2 Experimentele Hoge-Energiefysica (IMAPP).....	123
	8.3 Theoretische Hoge-Energiefysica (IMAPP).....	125
	8.4 Sterrenkunde (IMAPP).....	127
	8.5 Theorie van gecondenseerde materie (IMM).....	128
	8.6 Gecondenseerde Materie en Lab. voor Hoge Magnetvelden (IMM).....	129
	8.7 Scanning Probe Microscopie (IMM).....	130
	8.8 Spectroscopy (IMM).....	132
	8.9 Toegepaste Materiaal Wetenschap (IMM).....	134
	8.10 Elektronenstructuur van Materialen (IMM).....	136
	8.11 Molecuul en Biofysica (IMM).....	136
	8.12 Molecuul- en Laserfysica (experimenteel) (IMM).....	137
	8.13 Toegepaste Molecuul Fysica (IMM).....	139
	8.14 Biofysica.....	140

9	Examenregelingen.....	142
	9.1 Tentamens.....	142
	9.2 Het propedeutisch examen.....	143
	9.3 Het bachelorexamen.....	143
	9.4 Regels en Richtlijnen van de Examencommissie.....	144
10	De bestuursstructuur.....	147
	10.1 Het Onderwijsinstituut Wis-, Natuur- en Sterrenkunde (WiNSt).....	147
11	Voorzieningen voor studenten.....	148
12	Studentenactiviteiten.....	154
	12.1 Marie Curie.....	154
	12.2 De Natuurkunde Studenten Fractie.....	155
13	Appendices.....	156
	13.1 Appendix A: Belangrijke instanties en personen.....	156
	13.2 Appendix B: Examendata 2008/2009.....	160
	13.3 Appendix C: Jaarindeling onderwijs 2008/2009.....	161
	13.4 Docentenlijst.....	162
	Vakkenindex.....	164

1 Inleiding

De bacheloropleiding **Natuur- en Sterrenkunde** is één van de ca. 60 bacheloropleidingen van de Radboud Universiteit Nijmegen (RU). Men kan worden toegelaten tot de bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde met één van de volgende diploma's:

- VWO-diploma met profiel natuur en techniek
- VWO-diploma met profiel natuur en gezondheid aangevuld met wiskunde B2
- VWO-diploma (oude stijl) met natuurkunde en wiskunde B

Het is ook mogelijk om zonder een VWO-diploma te worden toegelaten, bijv. na een propedeuse diploma van een verwante HBO-opleiding of via een zgn. colloquium doctum. Zie hiervoor het Vademecum.

In hoofdstuk 2 wordt uiteengezet wat de **doelstellingen en de eindkwalificaties** van de bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde aan de RU zijn. Gedetailleerde informatie over het **studieprogramma** is te vinden in de hoofdstukken 3, 4 en 5 van deze gids.

Voor studenten die meer dan alleen een VWO-opleiding hebben genoten (b.v. een gehele of gedeeltelijke HBO-opleiding) is een **verkorte opleiding** mogelijk. Zie hiervoor hoofdstuk 6.

Na het bachelorexamen kan men doorgaan met de masteropleiding. Voor de beschrijving hiervan wordt verwezen naar de studiegids voor de masteropleiding **Natuur- en Sterrenkunde**.

Naast het verzorgen van onderwijs hebben de meeste docenten en medewerkers nog een belangrijke taak, nl. het doen van **onderzoek**. Het onderzoek vindt plaats op de onderzoeksafdelingen. Meer informatie over het onderzoek is te vinden in hoofdstuk 8.

Verder zijn in deze gids nog hoofdstukken gewijd aan examenregelingen, aan voorzieningen voor studenten, aan de bestuursstructuur en aan studentenactiviteiten. Tenslotte zijn enkele appendices opgenomen waarin o.a. een lijst van belangrijke instanties en personen, examendata 2008/2009, de jaarindeling 2008/2009 en een lijst met alle docenten te vinden zijn. Collegeroosters en tentamenroosters zijn niet in deze gids te vinden. De collegeroosters worden voor de aanvang van het studiejaar aan de studenten verstrekt. De tentamenroosters worden voor de aanvang van het studiejaar op de prikborden bevestigd. Alle roosters zijn ook via het Internet te raadplegen: www.ru.nl/winst/

Studenten zijn verplicht om ervoor te zorgen goed geïnformeerd te zijn door kennis te nemen van de inhoud van deze gids en van aanvullende informatie die door de opleiding wordt verstrekt. Dat kan zijn via e-mail of blackboard, maar ook via het Algemene Mededelingenbord voor natuur- en sterrenkunde studenten.

2 Doelstellingen en eindkwalificaties

Met het bachelorprogramma wordt een viertal doelstellingen beoogd:

1. De afgestudeerde bachelor heeft een goed beeld van de hedendaagse natuur- en sterrenkunde en van haar plaats binnen het totaal van de wetenschappelijke disciplines en in de maatschappij
2. De afgestudeerde bachelor is in staat om onder supervisie een eenvoudig wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de natuur- en sterrenkunde met een vraagstelling op bachelorniveau naar behoren te verrichten
3. De afgestudeerde bachelor is in staat een specialisme te kiezen binnen de natuur- en sterrenkunde voor verdere bekwaliging op masterniveau
4. De afgestudeerde bachelor kan reflecteren op het eigen functioneren als bachelor in de natuur- en sterrenkunde in een maatschappelijke context

Deze doelstellingen zijn vertaald in een aantal eindkwalificaties voor de bacheloropleiding, die kunnen worden onderverdeeld in verschillende categorieën op grond van de te verwerven vaardigheden.

Algemene cognitieve vaardigheden van de bachelor

1. De bachelor is in staat tot inzichtelijk en probleemgericht denken met een kritische houding ten opzichte van natuurwetenschappelijke inzichten
2. De bachelor beschikt over het vermogen tot abstraheren en is in staat tot het analyseren van een natuur- of sterrenkundige probleemstelling door deze te herleiden tot toetsbare deelproblemen
3. De bachelor is in staat uit oplossingen van deelproblemen een synthese tot stand te brengen als oplossing van een samengesteld probleem
4. De bachelor beschikt over toereikende wiskundige kennis voorzover deze relevant is voor toepassing in de natuur- en sterrenkunde
5. De bachelor beschikt over voldoende vaardigheden op het gebied van de informatica en het computergebruik om zelf computerprogramma's te kunnen ontwerpen en implementeren, en om courante applicatie-programmatuur te kunnen gebruiken
6. De bachelor heeft inzicht in de beroepsmogelijkheden aansluitend op elk van de in de masters te kiezen varianten: onderzoek, communicatie, educatie en management

Vaardigheden gebaseerd op natuur- en sterrenkundige kennis en inzicht

7. De bachelor beschikt over globale kennis van de belangrijkste deelgebieden van de natuur- en sterrenkunde. De omvang van deze basiskennis is toereikend om met succes een masteropleiding op het gebied van de natuur- en sterrenkunde te volgen
8. De bachelor beschikt over voldoende experimentele en theoretische basisvaardigheden om onder supervisie wetenschappelijk onderzoek te leren verrichten in één van de aanwezige onderzoeksgroepen en heeft daarvan een eerste proeve van bekwaamheid afgelegd
9. De bachelor is in staat tot het begrijpend lezen van natuur- en sterrenkundige standaardboeken, in zowel Engels als Nederlands
10. De bachelor is in staat zich specialistische kennis in de natuur- en sterrenkunde eigen te maken en deze te integreren in reeds aanwezige kennis

Natuur- en sterrenkundige onderzoeksmethode

11. De bachelor kan zich effectief toegang verschaffen tot wetenschappelijke literatuur op het gebied van de natuur- en sterrenkunde
12. De bachelor is in staat tot het opzetten van een eenvoudig wetenschappelijk experiment, of een eenvoudige theoretische verhandeling, het systematisch bewerken en kritisch interpreteren van de onderzoeksresultaten en het formuleren van conclusies

Communicatieve-Educatieve (CE) vaardigheden

13. De bachelor kan in een team opereren
14. De bachelor is in staat om schriftelijk en mondeling helder te formuleren, ook voor een publiek van niet-specialisten, en met vakgenoten te discussiëren over een vakonderwerp
15. De bachelor is in staat tot reflecteren op de in praktijk gebrachte communicatieve en overdrachtsvaardigheden

Reflectie op maatschappij en maatschappelijke problemen

16. De bachelor heeft globale kennis van en inzicht in de maatschappelijke positie van natuur- en sterrenkunde
17. De bachelor heeft globale kennis van de filosofie en ethiek met betrekking tot de westerse wetenschappelijke en westerse morele denkwijze

3 Het studieprogramma

De 5-jarige bachelor-masterstudie valt uiteen in 3 jaar voor de bacheloropleiding en 2 jaar voor het masteropleiding. Zowel het bachelor- als het masterprogramma worden afgesloten met een examen. Het 1^e jaar van het bachelorprogramma wordt afgesloten met het propedeuse examen. Zie onderstaande tabel.

1 ^e jaar	Bacheloropleiding, deel-1: Propedeuse Uniform basisprogramma + enkele keuzevakken Basis, Oriëntatie en Selectie
2 ^e en 3 ^e jaar	Bacheloropleiding, deel-2 Uniform basisprogramma + keuzeruimte (b.v. minoren) Basis en Oriëntatie
4 ^e en 5 ^e jaar	Masteropleiding

In het eerste jaar wordt de basis gelegd. Via een uniform programma en enkele keuzevakken maakt de student kennis met natuurkunde en sterrenkunde. Aan het eind van dit jaar moet de student in staat zijn om te beoordelen of de studie aansluit bij zijn/haar capaciteiten en interesses. Eventueel is het mogelijk om na dit jaar over te stappen naar de verwante studies natuurwetenschappen of wiskunde. Bij een geschikte selectie van de keuzevakken kan de overstap vrij gemakkelijk geschieden.

In het tweede en derde jaar wordt het bachelorprogramma voltooid. De concepten van de klassieke en de moderne fysica worden verder uitgediept en men maakt kennis met een aantal belangrijke deelgebieden van de Nijmeegse fysica. De student kiest voor het natuurkunde of het sterrenkunde programma en voor het al dan niet volgen van minoren (b.v. wiskunde, neurosciences). In het derde jaar doorlopen de studenten tevens een oriëntatiecursus, die hen voorbereid op de keuze voor één van de afstudeervarianten. In het 3^e jaar vindt ook de bachelorstage plaats.

In het vierde en vijfde jaar wordt de masterfase doorlopen. Studenten kunnen daarbij kiezen uit vier varianten: de Onderzoeksvariant (O), de Communicatievariant (C), de Educatievariant (E) en de variant Management en Toepassing (MT). Bij iedere variant horen weer een aantal verplichte vakken. In iedere variant is ruimte voor vrije keuze.

In het bachelorprogramma wordt gewerkt volgens een kwartaalsysteem. Een kwartaal bestaat gemiddeld uit 8 weken onderwijs en 2 weken tentamens. In het masterprogramma wordt een semestersysteem gehanteerd. Een semester bestaat uit 4 maanden onderwijs en 1 maand tentamens.

Aan elke cursus die wordt gevolgd in het kader van de opleiding, is een bepaalde studielast toegekend. Deze wordt uitgedrukt in ec (volgens het 'european credit transfer system'). Eén ec staat voor 28 uur werk. Voor een vak met een omvang van 3 ec is een student dus (gemiddeld) 84 uur aan de slag met bijvoorbeeld colleges voorbereiden en volgen, opgaven maken in werkcolleges, literatuur lezen, werkstukken maken en studeren voor het tentamen. Om in 3 jaar de bacheloropleiding af te ronden, inclusief de propedeuse, moeten per jaar 60 ec worden behaald. In totaal zijn dat dus 180 ec.

3.1 Het bachelorprogramma

De opleiding bestaat uit hoorcolleges, werkcolleges, tutorcolleges, project-georiënteerd onderwijs en practica. Tijdens de hoorcolleges wordt de leerstof door de docent uiteengezet. In de werkcolleges wordt aan de hand van opgaven de collegestof toegelicht en uitgediept. De studenten worden daarin bijgestaan door een ouderejaarsstudent of een junior medewerker. In een tutorcollege worden de studenten door een ervaren VWO-docent begeleid bij problemen die met de verwerking van de collegestof te maken hebben. Op de practica leert men, door het zelf doen van een aantal experimenten, hoe men om moet gaan met apparatuur en men verkrijgt enig inzicht in de manier waarop een fysisch experiment wordt opgezet en uitgevoerd. Bij project-georiënteerd onderwijs wordt groepsgewijs de leerstof behandeld in diverse werkvormen.

De meeste curriculumonderdelen worden afgesloten met een tentamen. Bij sommige onderdelen, bijv. practica, is de beoordeling anders geregeld.

Studenten die na het eerste jaar 45 ec of meer hebben gehaald mogen doorgaan met het tweede jaar van het bachelorprogramma. Voor studenten die minder dan 45 ec hebben gehaald is het mogelijk om, in overleg met de studie-adviseur, een deel van het tweede jaar alvast te volgen.

3.2 Het eerste jaar (propedeusejaar)

Het programma van het eerste jaar is voor studenten natuurkunde en sterrenkunde gelijk. Het programma wordt gegeven in de onderstaande tabel. Per kwartaal is aangegeven welke vakken worden gegeven. Tussen de haakjes is het aantal ec van ieder vak vermeld.

1 ^e kwartaal	2 ^e kwartaal	3 ^e kwartaal	4 ^e kwartaal
Calculus 1 (3)	Calculus 2 (3)	Calculus 3 (3)	Calculus 4 (3)
Lin. Algebra 1 (2)	Lin. Algebra 2 (3)	Lin. Algebra 3 (3)	Lin. Algebra 4 (3)
Mechanica 1B (3)	Mechanica 2B (3)	Elek. & Magn. 1B (3)	Elek. & Magn. 2B (3)
Speciale Relativiteitstheorie (3)	Warmteleer (2)	Mech. Golven (2)	Inl. Kwantummechanica (3)
Practicum Natuurkunde 1a (1)		Practicum Natuurkunde 1b (2)	
Optica en Sterrenkijker 1 (2)	Optica en Sterrenkijker 2 (1)	Keuze 1 (3)	Keuze 2 (2)
	Kaleidoscoop Sterrenkunde (3)		
Inleiding Computergebruik (1)			

Het programma omvat 8 wiskundevakken, 8 natuurkundevakken, 3 sterrenkundevakken, 1 cursus m.b.t. computergebruik en 2 practica. Verder is er voor 5 ec keuzeruimte. Hiervoor komen in aanmerking: Astronomisch Practicum 1, Radioastronomie, Newtoniaanse Kosmologie, Inl. Nanowetenschap en Technologie, Elementaire Deeltjes en Analyse 1 (vak van Wiskunde-opleiding). Men kan echter ook kiezen voor vakken buiten de natuurkunde. Een beschrijving van de inhoud van de afzonderlijke vakken wordt verderop gegeven.

3.3 Het tweede jaar

Het programma van het tweede jaar is voor natuurkunde en sterrenkundestudenten verschillend. Het programma voor de natuurkundigen is als volgt:

5 ^e kwartaal	6 ^e kwartaal	7 ^e kwartaal	8 ^e kwartaal
Inleiding Filosofie en Ethiek (3)		Thermodynamica(3)	Beroepsoriëntatie (1)
Elektromagn. 1 (2)	Elektromagn. 2 (3)	Stromingsleer (3)	Complexe functies (3)
Trillingen en Golven(3)	Analytische Mechanica (3)	Kwantummechanica 1a (3)	Kwantummechanica 1b (3)
Kansrekening (3)		Programmeren (4)	
Practicum Natuurkunde 2a (6)		Practicum Natuurkunde 2b (5)	
Keuze 3 (3)	Keuze 4 (3)	Keuze 5 (3)	Keuze 6 (3)

Het programma van de sterrenkundigen ziet er als volgt uit:

5 ^e kwartaal	6 ^e kwartaal	7 ^e kwartaal	8 ^e kwartaal
Inleiding Filosofie en Ethiek (3)			Beroepsoriëntatie (1)
Elektromagn. 1 (2)	Elektromagn. 2 (3)	Sterrenstelsels (3)	Complexe functies (3)
Trillingen en Golven (3)	Analytische Mechanica (3)	Kwantummechanica 1a (3)	Kwantummechanica 1b (3)
Practicum Natuurkunde 2a (6)		Programmeren (4)	
Planetenstelsels (3)	Stereolutie (3)	Keuze 5 (6)	Keuze 6 (6)
Keuze 3 (3)	Keuze 4 (2)		

De sterrenkundigen doen een aantal sterrenkundevakken in plaats van natuurkundevakken: Stromingsleer, Kansrekening, Thermodynamica en Natuurkunde Practicum 2b worden niet gedaan. Daarvoor in de plaats komen: Planetenstelsels, Sterevolutie en Sterrenstelsels. Sommige van die vakken worden in projectvorm gedaan. Sterrenkunde studenten hebben 5 keuzevakken, de natuurkundigen 4. Als keuzevakken komen o.a. in aanmerking Inleiding Biofysica, Nanofysica, Moleculaire Biofysica, Biologische Stromingsleer, Optica, Inl. in de Chemie en Fysica van de Atmosfeer, en andere vakken van binnen en buiten de faculteit. De natuurkundigen kunnen ook de sterrenkundevakken als keuzevak doen en omgekeerd.

Voor studenten die zich willen specialiseren in de fysisch-chemische richting is de volgende combinatie van keuzevakken mogelijk:

- Structuur en Relativiteit van Moleculen 1 + 2 (SRM 1 + 2), 5 ec, 5^e kwartaal
- Chemische reacties , 4 ec, 6^e en 7^e kwartaal
- Functionaliteit van Moleculen en Materialen 4 (FMM4), 3 ec, 8^e kwartaal

Het is de bedoeling dat deze vakken in een minor worden opgenomen, die per 1 september 2009 van start zullen gaan.

3.4 Het derde jaar

Ook het derde jaar is voor natuurkundigen en sterrenkundigen verschillend. Het programma voor natuurkundigen is als volgt:

9 ^e kwartaal	10 ^e kwartaal	11 ^e kwartaal	12 ^e kwartaal
Structuur der Materie (6)		Statistische Mechanica (5)	
Oriëntatiecursus CEM (6)		Elektronica (3)	
Kwantummechanica 2 (5)		Keuze 9 (3)	Keuze 10 (5)
Inl. Groepentheorie (3)		Bachelorstage (12)	
Tensoren en Toepassingen (3)	Inl. Alg. Relativiteitstheorie (3)		
Keuze 7 (3)	Keuze 8 (3)		

De oriëntatiecursus CEM heeft als doel de studenten voor te bereiden op een keuze voor een bepaald masterprogramma. Zie de volgende paragraaf. De bachelorstage vormt de afsluiting van het bachelorprogramma. Dit onderdeel kan worden beschouwd als een Proeve van Bekwaamheid.

Ook hier wordt voor sterrenkunde een aantal natuurkundevakken vervangen. Het gaat om de vakken Elektronica, Inleiding Groepentheorie en de Bachelorstage. Daarvoor in de plaats komen: Asteroseismologie, Kosmische Magneto-hydrodynamica, Stralingsprocessen en het sterrenkundeproject. Sterrenkundigen hebben 2 keuzevakken minder. Het 3^e jaarsprogramma voor de sterrenkunde ziet er als volgt uit:

9 ^e kwartaal	10 ^e kwartaal	11 ^e kwartaal	12 ^e kwartaal
Structuur der Materie (6)		Asteroseismologie (6)	
Oriëntatiecursus CEM (6)		Stralingsprocessen (3)	Kosmische Magneto-hydrodynamica (3)
Kwantummechanica 2 (5)		Statistische Mechanica (5)	
Tensoren en Toepassingen (3)	Inl. Alg. Relativiteitstheorie(3)	Keuze 7 (3)	Keuze 8 (5)
Project Sterrenkunde (12)			

Als keuzevakken kunnen allerlei vakken, ook buiten de faculteit, worden gekozen. Vanuit natuur- en sterrenkunde worden aangeboden: Brain and Behaviour 1, Kwantummechanica 3, Neural Computation, Inl. Patroonherkenning, Nano-elektronica, Inl. Atoom en Molecuul Fysica, Inl. Subatomaire Fysica en Inl. Vaste Stoffysica. Natuurkundigen kunnen ook sterrenkundevakken als keuzevak nemen en andersom. Ook vakken uit het masterprogramma komen hiervoor in aanmerking.

3.5 Minoren: Wiskunde, Neurosciences

In de bachelor Natuur- en Sterrenkunde zijn vakkenpakketten vastgesteld die gelden als minor Wiskunde (31 ec) en minor Neurosciences (30 ec). Een minor is een samenhangend pakket van keuzevakken in een bepaald vakgebied. Binnen de faculteit Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica worden in de loop van het studiejaar 2008/2009 voor meer opleidingen vakkenpakketten vastgesteld, die zullen gelden als minor. Een student die een dergelijke minor volgt, vult daarmee de keuzeruimte in het programma op een gestructureerde manier in.

De minoren omvatten de volgende vakken:

Wiskunde		Neurosciences	
Verplichte vakken		Verplichte vakken	
kwartaal 5,6	Getallen (7 ec)	kwartaal 5,6	Toegepaste wiskunde 1 (6 ec)
kwartaal 5,6	Symmetrie (6 ec)	kwartaal 6	Voortgez. Kansrekening (3 ec)
kwartaal 7,8	Analyse 1 (6 ec)	kwartaal 7	Markovketens (3 ec)
kwartaal 9,10	Analyse 2 (6 ec)	kwartaal 8	Inl. Biofysica (3 ec)
		kwartaal 9	Inl. Magn. Resonantie (2 ec)
		kwartaal 9	Neurofysica (3 ec)
		kwartaal 10	Neural Networks ans Inf. Theory (3 ec)
		kwartaal 10	MR of Life Sciences (4 ec)
Keuze vakken		Keuze vakken	
kwartaal 11,12	Inl. Fouriertheorie (3 ec) en Analytische meetkunde (3 ec)	kwartaal 6	Mol. Biofysica (3 ec)
kwartaal 11,12	Inl. Part. Diff. Vergelijkingen (6 ec)	kwartaal 7,8	Stochastische Processen (6 ec) in plaats van Markovketens
		kwartaal 8	Biol. Stromingsleer (3 ec)
		kwartaal 9,10	Complexiteit (3 ec)

Voor sterrenkunde studenten vult de minor wiskunde de gehele keuzeruimte; voor natuurkunde studenten vervalt daar het vak Inl. Groepentheorie (3 ec) uit het kernprogramma.

3.6 Dubbele bachelor natuurkunde en wiskunde

Per 1 september 2008 gaat de opleiding voor een dubbele bachelor in de Wiskunde en de Natuur- en Sterrenkunde van start. Het curriculum heeft een omvang van 225 ec en is samengesteld uit bestaande onderdelen van de reguliere bacheloropleidingen Wiskunde en Natuur- en Sterrenkunde. De te behalen bachelordiploma's zijn gelijk aan die welke behaald worden met de afzonderlijke bacheloropleidingen. Met deze diploma's kan dan ook toegang worden verkregen tot alle masteropleidingen van Wiskunde en Natuur- en Sterrenkunde binnen Nederland.

Programma 1^e jaar

1 ^e kwartaal	2 ^e kwartaal	3 ^e kwartaal	4 ^e kwartaal
Calculus 1 (3)	Calculus 2 (3)	Calculus 3 (3)	Calculus 4 (3)
Lin. Algebra 1 (2)	Lin. Algebra 2 (3)	Lin. Algebra 3 (3)	Lin. Algebra 4 (3)
Getallen (7)		Analyse 1 (6)	
	Kaleid. Sterrenk. (3)	Highlights (3)	
Mechanica 1B (3)	Mechanica 2B (3)	Elek. & Magn. 1B (3)	Elek. & Magn. 2B (3)
Spec. Rel. Th. (3)	Warmteleer (2)	Mech. Golven (2)	Inl. Kwantummechanica (3)
Pract. Natuurk. 1a (1)		Pract. Natuurk. 1b (2)	
Optica en Sterrenkijker 1 (2)	Optica en Sterrenkijker 2 (1)		
Computergebruik (2)			
Totaal 17.5 ec	Totaal 19.5 ec	Totaal 17 ec	Totaal 18 ec

Het totaal aantal studiepunten bedraagt 72 ec. Nagenoeg alle propedeusevakken van de afzonderlijke opleidingen zijn opgenomen. Niet opgenomen zijn de wiskundevakken Euclidische meetkunde (3 ec), Problem Solving (1 ec) en Project (2 ec). Formeel worden voor deze vakken vrijstellingen gegeven op basis van andere vakken waarin dezelfde kennis en/of vaardigheden worden bijgebracht. Met dit programma kunnen dus beide propedeusediploma's worden behaald.

Programma 2^e jaar

5 ^e kwartaal	6 ^e kwartaal	7 ^e kwartaal	8 ^e kwartaal
Kansrekening (3)	Voortg. Kansrek. (3)	Ringen & Lich. 1 (3)	Inl. Statistiek (3)
Analyse 2 (6)		Inl. Fouriërth. (3)	Compl. Functies (3)
Symmetrie (6)		Discr. Wisk. 1 (3) *	Discr. Wisk. 2 (3)
Inl. Filosofie en Ethiek (3)		Thermodynamica (3)	Anal. Meetk. (3)
Trillingen & Golven (3)	Anal. Mech. (3)	Kwant. Mech. 1a (3)	Kwant. Mech. 1b (3)
Elektromagn. 1 (2)	Elektromagn. 2 (3)	Stromingsleer (3)	
		Programmeren (4) *	
Pract. Natuurk. 2a (6)		Pract. Natuurk. 2b (5)	
Keuzeruimte (3 of 4) *			

Gekozen kan worden tussen Programmeren (vak van N&S) en Discrete Wiskunde 1 (vak van Wiskunde). In het eerste geval bedraagt de keuzeruimte 3 ec, in het tweede geval 4 ec.

Afgezien van de keuzeruimte bedraagt het totaal aantal studiepunten in de achtereenvolgende kwartalen 18.5, 19.5, 19.5 of 20.5 en 19.5 of 17.5 als resp. Discr. Wisk. 1 of Programmeren wordt gevolgd, dus incl. de keuzeruimte in totaal 80 ec.

Programma 3^e jaar

9 ^e kwartaal	10 ^e kwartaal	11 ^e kwartaal	12 ^e kwartaal
Kwantummech. 2 (5)		Statistische Mech. (5)	
Toegepaste Wisk. 1 (6)		Toegepaste Wisk. 2 (6)	
Topologie (6)		Inl. Part. Diff.verg. (6)	
CEM cursus (6)		Bachelorstage (12)	
Structuur der Materie (6)			
Tensoren en Toepassingen (3)	Inl. Alg. Rel. Theorie (3)	Gesch. W & N (3)	
Keuzeruimte (6)			

Het aantal studiepunten in de achtereenvolgende kwartalen bedraagt naast de keuzevakken 17.5, 17.5, 17.5 en 14.5. Inclusief de keuzeruimte is het totaal gelijk aan 73 ec.

De bachelorstage kan bij een wis- of natuurkundeafdeling naar keuze worden gedaan. Een onderwerp op het grensvlak van beide disciplines is de meest ideale keuze, maar dit wordt niet geëist.

Studenten die het dubbele programma volgen, dienen zich voor beide studies in te schrijven.

3.7 Huygenscolleges

De Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica is een brede faculteit met disciplines die reiken van informatieopslag in het genoom tot de structuur van de kosmos. Om de student te laten profiteren van deze brede rijkdom aan kennis is de faculteit in september 2007 gestart met de Huygenscolleges.

Studeer je natuur- en sterrenkunde, maar wil je nu wel eens weten wat de rol van waterstof in de wetenschap en de natuur is? Ben je een bioloog en wil je in de ban van de (algebraïsche) ring komen? Kortom, ben je een bètastudent die kennis wil opdoen van een andere opleiding binnen FNWI? Verleg dan je grenzen met de Huygenscolleges. Deze colleges dagen je uit om over de grenzen van je eigen vakgebied heen te stappen en je door de beste docenten van de faculteit mee te laten voeren naar het front van de wetenschap.

Elk kwartaal, op de vrijdagmiddag, start een nieuwe collegereeks van 3 ec over recente ontwikkelingen op een vakgebied. Het niveau is toegespitst op de studenten van FNWI met een propedeusediploma. Een Huygenscollege bestaat uit een serie hoorcolleges, aangevuld met werkcolleges. Voorwaarden voor een succesvolle afronding zijn volledige deelname aan zowel hoor- en werkcollege én het behalen van de toets.

Aantekening bèta plus bij je diploma

Je kunt een of meer Huygenscolleges volgen in de vrije ruimte binnen je programma. Als je minstens 6 van de in totaal 8 cursussen met succes hebt afgerond, ontvang je een speciale bèta plus aantekening bij je bachelordiploma.

Programma

Voor het studiejaar 2008 - 2009 zijn de volgende Huygenscolleges ingepland. De beschrijving hiervan is te downloaden via www.ru.nl/fnwi/onderwijs/huygenscolleges

1 ^e kwartaal	dr. A.R.P. van den Essen	In de ban van de (algebraïsche) ring
2 ^e kwartaal	dr. ir. M. Strous	Life makes sense! Natuurwetten van molecuul tot planeet
3 ^e kwartaal	prof. dr. A.E. Rowan	Self-Assembly in Materials and Life
4 ^e kwartaal	prof. dr. W.J. van de Zande	De belangrijke rol van waterstof in de wetenschap en de natuur: waterstofbrug tot de opbouw van een proton

Inschrijving

Sommige colleges zijn aan een maximum gebonden, dus schrijf je ruim op tijd in!

3.8 Vervolg mogelijkheden

Na het bachelorexamen kun je instromen in de masteropleiding Physics and Astronomy. Iedere student die aan deze universiteit het bachelordiploma heeft behaald, heeft automatisch toegang tot deze masteropleiding aan de RU. Ook al ben je nog niet helemaal klaar met je bacheloropleiding, dan kun je je toch al voor de masteropleiding inschrijven. Je moet dan tenminste 162 ec van de bachelor behaald hebben; voor studenten die uiterlijk op 1 september 2002 met de studie zijn begonnen, is dit aantal 150 ec. Je dient de bachelor natuur- en sterrenkunde dan wel binnen één jaar met succes af te ronden anders word je uitgesloten van deelname aan tentamens van de master.

Na het masterexamen kun je direct een baan zoeken of kiezen voor een vervolgopleiding. In Nijmegen zijn twee vervolgopleidingen mogelijk. Eén daarvan is de opleiding tot eerstegraads leraar, zie hoofdstuk 7. Deze opleiding kan ook ingebouwd worden in de masteropleiding. De tweede mogelijkheid voor een tweede fase opleiding is de onderzoekersopleiding. Tijdens deze opleiding werkt de junioronderzoeker gedurende 4 jaar op één van de onderzoeksafdelingen. In deze periode wordt naast het onderzoek ook onderwijs gevolgd en onderwijs gegeven. Het schrijven van een proefschrift en de promotie tot doctor in de natuurwetenschappen vormt de afsluiting. Men moet solliciteren naar zo'n junioronderzoekerplaats.

Je kunt ook na het propedeuse examen van richting veranderen. Het propedeuse examen Natuur- en Sterrenkunde geeft toegang tot de volgende bachelorstudies:

- Filosofie
- Spraak- en taalpathologie

De studierichting Taal, spraak en informatica kent weliswaar een eigen propedeuse, echter toelating tot het bachelorprogramma van de studie na een propedeuse Natuur- en Sterrenkunde is met enkele aanvullingen mogelijk.

In 1999 is de studie Natuurwetenschappen van start gegaan. Deze studie voorziet in een behoefte zowel bij studenten als bij de arbeidsmarkt naar verbreding van de bestaande opleidingen in de richting van multidisciplinaire pakketten. Na een propedeuse Natuur- en Sterrenkunde kun je zonder al te veel moeite overstappen naar de studie Natuurwetenschappen.

3.9 Kwaliteit en kwaliteitsbewaking

De RU heeft de kwaliteit van het onderwijs hoog in het vaandel staan. Zij streeft deze kwaliteit na door didactisch vaardige en gemotiveerde docenten aan te trekken, door de inzet van moderne leermiddelen, door duidelijke eindtermen vast te stellen (Zie hoofdstuk 2).

Een hoge kwaliteit kan alleen bereikt worden door voortdurende kwaliteitsbewaking. Jaarlijks wordt door de Opleidingscommissie Natuur- en Sterrenkunde een Onderwijs Evaluatie Rapport opgesteld. De belangrijkste bron hierbij wordt gevormd door de uitkomsten van enquêtes die onder studenten worden gehouden. Op grond van deze enquêtes en andere gegevens wordt het onderwijs regelmatig bijgesteld. De betrokkenheid van studenten bij dit proces is groot, aangezien de Opleidingscommissie voor de helft uit studenten bestaat. Het Onderwijs Evaluatie Rapport is openbaar.

Daarnaast zijn er ook externe kwaliteitscontroles. Zo is er de landelijke visitatie van alle natuurkunde opleidingen door de Vereniging van Samenwerkende Nederlandse Universiteiten (VSNU). De laatste visitatie (2007) leverde voor de opleiding Natuur- en Sterrenkunde van de RU een zeer positief beeld op.

3.10 Internationalisering

Natuurkunde in Nijmegen is van oudsher een discipline die internationaal georiënteerd is door de vele wetenschappelijke contacten en uitwisselingen op onderzoekersniveau. De laatste jaren worden uitwisselingen op studentniveau gestimuleerd middels financiële steun (o.a. het Socratesprogramma).

Op dit moment is de opleiding Natuur- en Sterrenkunde aangesloten bij een Europees mobiliteitsprogramma voor natuur- en sterrenkundestudenten. Het netwerk telt zo'n 150 universiteiten en deelname van studenten wordt gestimuleerd door toekenning van beurzen en erkenning van in het buitenland behaalde studiepunten.

Ook is het mogelijk, onder bepaalde voorwaarden, beurzen te krijgen voor een verblijf aan een universiteit buiten Europa.

Naast het feit dat het gewoon interessant en leuk is om een tijd naar het buitenland te gaan, heeft zo'n verblijf van de student ook echt een meerwaarde:

- vergroting taalvaardigheid
- vergroting sociale vaardigheden
- verruiming van het blikveld op natuurkundig gebied
- oriëntatie op een werkkring in het buitenland na afloop van de studie

Bovendien hoeft geen vertraging in de studie op te treden, omdat de in het buitenland doorgebrachte tijd en de daar gehaalde tentamens meetellen voor de studiepunten hier.

De duur van een buitenlands verblijf varieert in de regel tussen de 3 en 6 maanden.

Bij belangstelling kan contact opgenomen worden met de coördinator internationalisering Natuurkunde, Prof. dr. D. Parker, email: parker@science.ru.nl.

4 De propedeusevakken

Inleiding

Het programma omvat in totaal 60 ec. Hiervan liggen er 55 vast en 5 zijn zelf te kiezen. De vakken zijn in deze gids alfabetisch gerangschikt. Bij ieder vak wordt vermeld wie de docent is, onder welke code het vak bekend is, hoeveel ec er voor staan, in welk kwartaal het gegeven wordt en hoe de toetsing verloopt. Tevens is aangegeven hoeveel uur hoorcollege, werkcollege, tutorcollege, applicatiecollege en studiecollege worden gegeven. Vervolgens worden de leerdoelen vermeld. Tenslotte wordt een korte inhoudsbeschrijving gegeven en de gebruikte literatuur wordt genoemd.

Het onderwijs in de propedeuse wordt wat betreft de natuurkunde vakken vrijwel geheel gegeven aan de hand van één boek:

- Raymond A. Serway, *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, International Edition (Chapters 1-46)*, Cengage Learning (Brooks/Cole), 7th edition 2008, ISBN 9780495112402, € 63,95.

Bij Calculus 1 en 2 worden twee boeken gebruikt:

- A. Weinstein en J. Marsden, *Calculus I, en Calculus II*, Springer-Verlag, € 27,95 per stuk.

Deze drie boeken moeten voor aanvang van het 1^e kwartaal besteld worden op de site: winst.boekenservice.nl

Met de bestelbevestiging, die de student per e-mail ontvangt, kunnen de bestelde boeken afgehaald worden bij het Onderwijsinstituut WiNSt, HG 01.831, mw Hanneke Vos of mw Maggie Beck. (Voor wie dat wil zijn de boeken ook tegen contante betaling af te halen op HG 01.831.)

Betaling:

De betaling loopt via een eenmalige machtiging voor automatische incasso of iDeal.

Vragen:

Mocht je nog vragen hebben over het bestellen van de boeken, dan kun je direct contact opnemen met Boekenservice: telefoonnummer 035-6982250 of e-mail info@boekenservice.nl.

4.1 De verplichte vakken

Calculus 1

Vakcode: NP003B 3 ec

eerste kwartaal

dr. A.R.P. van den Essen

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege
- 14 uur werkcollege
- 14 uur responsie-college

Vereiste voorkennis

Wiskunde B (VWO-niveau)

Leerdoelen

- De student kan berekeningen uitvoeren met differentiaal- en integraalrekening
- De student kan deze technieken toepassen op praktische situaties

Beschrijving

In dit college wordt een aantal basistechnieken uit de differentiaal en integraalrekening behandeld. Differentiaalrekening beschrijft en analyseert beweging. Dit verklaart meteen het belang ervan in een dynamische wereld.

Integraalrekening behelst het sommeren van oneindige reeksen en blijkt verbonden te zijn met differentiëren via de zogenaamde hoofdstelling van de Calculus.

Onderwerpen

- afgeleiden en limieten
- maxima en minima bepalen
- integreren
- de hoofdstelling van de Calculus
- trigonometrische functies
- exponentiële functies en logaritmen

Literatuur

Noodzakelijk:

- J. Marsden en A. Weinstein, *Calculus I*, Springer-Verlag.

Voor WiNSt-studenten geldt: Bestelwijze zie inleiding hoofdstuk 4

Tentaminering

Schriftelijk, waarbij werkcollegeresultaten meetellen.

Calculus 2

Vakcode: NP004B 3 ec

tweede kwartaal

dr. A.R.P. van den Essen

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege
- 16 uur responsie-college

Vereiste voorkennis

Calculus 1

Leerdoelen

- De student kan berekeningen uitvoeren met differentiaal- en integraalrekening
- De student kan uitleggen waarom de resultaten daarvan juist zijn

Beschrijving

In dit college wordt een aantal basistechnieken uit de differentiaal en integraalrekening behandeld. Differentiaalrekening beschrijft en analyseert beweging. Dit verklaart meteen het belang ervan in een dynamische wereld.

Integraalrekening behelst het sommeren van oneindige reeksen en blijkt verbonden te zijn met differentiëren via de zogenaamde hoofdstelling van de Calculus.

Onderwerpen

- diverse integratietechnieken en toepassingen
- differentiaal vergelijkingen
- de regel van l'Hôpital
- oneindige reeksen

Literatuur

Noodzakelijk:

- J. Marsden en A. Weinstein, *Calculus II*, Springer Verlag.

Voor WiNSt studenten geldt: bestelwijze zie inleiding hoofdstuk 4

Tentaminering

Schriftelijk, waarbij de werkcollegeresultaten meetellen.

Calculus 3

Vakcode: NP005B 3 ec

derde kwartaal

dr. F.J.B.J. Clauwens

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Calculus 1,2 en Lineaire Algebra 1,2

Leerdoelen

- De student is bekend met de structuur van de n-dimensionale Euclidische ruimte, met begrippen als inproduct, afstand en open verzameling.
- Hij kan functies van meer veranderlijken visualiseren middels niveaukrommen en grafieken.
- Hij is bekend met de begrippen limiet en continuïteit en kan eenvoudige limieten bepalen.
- Hij beheerst het differentiëren van functies van meerdere veranderlijken. Hij kan deze kennis toepassen op het bepalen van uiterste waarden van functies met constraints.
- Hij kent de relatie tussen vectorvelden en paden en de betekenis van de operaties gradiënt, rotatie en divergentie.

Onderwerpen

- Differentiëren van functies van meerdere reële veranderlijken, partiële en totale afgeleide, kettingregel
- Benadering van functies door veeltermen
- Maxima en minima van functies
- Paden en booglengte
- Vectorvelden en veldlijnen
- Gradiënt, rotatie en divergentie

Literatuur

Noodzakelijk:

- Jerrold E. Marsden and Antony J. Tromba, *Vector Calculus*, 5th edition, W.H. Freeman and Company, 2003, New York, ISBN 0-7167-4992-0

Tentaminering

- Schriftelijk tentamen
- Wekelijks worden vraagstukken ingeleverd, waarmee totaal ten hoogste één bonuspunt kan worden verdiend.

Calculus 4

Vakcode: NP006B 3 ec

vierde kwartaal

dr. F.J.B.J. Clauwens

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Calculus 1,2,3 en Lineaire Algebra 1,2

Leerdoelen

- De student kan integralen van functies van meerdere veranderlijken en vectorvelden berekenen
- Hij heeft een indruk van de onderliggende theorie
- Hij kan deze kennis toepassen op het bepalen van oppervlaktes van oppervlakken en van inhoud
- Hij kan eenvoudige parametrizeringen van krommen en oppervlakken bepalen
- Hij kent de integraalstellingen van Gauss, Stokes en Green en kan deze toepassen
- Hij kent de fysische betekenis van oppervlak- en lijnintegralen als flux en arbeid
- Hij is op de hoogte van enkele toepassingen van deze theorie

Onderwerpen

- Integratie van functies van meerdere veranderlijken, elementaire gebieden, herhaalde integralen, verandering van variabelen
- Padintegralen en lijnintegralen, de Stelling van Green
- Integratie van functies en vectorvelden over oppervlakken
- Conservatieve velden, de Stellingen van Gauss en Stokes

Literatuur

Noodzakelijk:

- Jerrold E. Marsden en Anthony J. Tromba, *Vector Calculus*, 5th editon, W.H. Freeman and Company, 2003, New York, ISBN 0-7167-4992-0

Tentaminering

- Schriftelijk tentamen
- Wekelijks worden vraagstukken ingeleverd, waarmee totaal ten hoogste één bonuspunt kan worden verdiend.

Computergebruik

Vakcode: **WP011D** 2 ec

eerste semester

dr. W. Bosma

Werkvormen

- 30 uur computerpracticum

Leerdoelen

- De student is in staat zelfstandig van het computersysteem van de universiteit gebruik te maken
- De student kan eenvoudige LaTeX documenten produceren

Beschrijving

Doel van het vak is studenten vaardigheid in het gebruik van aanwezige computers en software in de wiskunde bij te brengen. Daarbij ligt de nadruk op zelfredzaamheid. In de eerste bijeenkomsten zal het gebruik van logins, editors, e-mail, window managers enz. onder het UNIX besturingssysteem aan de orde komen. Daarna zullen bijeenkomsten volgen over het gebruik van LaTeX, een tekstverwerkersprogramma dat in het bijzonder geschikt is voor het zetten van wiskundige teksten.

Literatuur

Dictaten via website van docent

Tentaminering

Inleveren van opdrachten

Bijzonderheden

De inhoud van deze cursus valt voor een groot deel samen met het onderdeel Wiskunde en Computers (WP011C) van 3 ec.

Elektriciteit en Magnetisme 1B

Vakcode: NP019B 3 ec

derde kwartaal

prof. dr. J.J. ter Meulen

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege
- 16 uur tutorcollege

Leerdoelen

- De student kan het elektrische veld en de elektrische potentiaal van een eenvoudige ladingsverdeling¹ berekenen, zonodig met behulp van cilindrische of sferische coördinaten
- De student beheerst het concept van polarisatie van een diëlektrisch medium en kan de polarisatielading en het elektrische veld in een dergelijk medium afleiden
- De student kan de capaciteit en weerstand van een eenvoudig systeem¹ bestaande uit twee geleiders met daartussen al dan niet een diëlektrisch materiaal berekenen
- De student kan de wetten van Kirchhoff toepassen op een gelijkstroom RC circuit en kan het op- en ontladen van condensatoren in een dergelijk circuit berekenen
- De student beheerst het concept van elektrostatische energie en kan deze berekenen voor een eenvoudige ladingsverdeling met al dan niet een diëlektrisch medium

¹ Onder 'eenvoudig' wordt verstaan de ladingsverdelingen en systemen zoals behandeld in het gehanteerde studieboek, met aanvulling van een hoek- en/of radiusafhankelijkheid.

Onderwerpen

- **Elektrische velden**
Lading, geleiders en isolatoren, wet van Coulomb, elektrisch veld, continue ladingsverdeling, veldlijnen, beweging van ladingen
- **De wet van Gauss**
Flux, wet van Gauss, toepassing op geleiders en isolatoren
- **Elektrische potentiaal**
Potentiaalverschil, potentiële energie, toepassing op puntladingen en continue ladingsverdelingen
- **Condensatoren**
Capaciteit, vlakke plaat condensator, coaxiale en sferische condensator, opgeslagen energie
- **Diëlektrica**
Elektrische dipool, polarisatie, diëlektrische constante, diëlektricum in condensator
- **Stroom en weerstand**
Elektrische stroom, weerstand, wet van Ohm, elektrische energie en vermogen, supergeleiding
- **Gelijkstroomcircuits**
Serie- en parallelweerstand, regels van Kirchhoff, RC circuits, elektrische instrumenten

Literatuur

Noodzakelijk:

- R.A. Serway en J.W. Jewett, *Physics for Scientists and Engineers, with Modern Physics*, Cengage Learning (Brooks/Cole), 7th edition, 2008.

Voor WiNSt studenten geldt: bestelwijze zie inleiding hoofdstuk 4

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Elektriciteit en Magnetisme 2B

Vakcode: NP020B 3 ec

vierde kwartaal

prof. dr. J.J. ter Meulen

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege
- 16 uur tutorcollege

Vereiste voorkennis

Elektriciteit en Magnetisme 1B

Leerdoelen

- De student kan het magnetische veld van een eenvoudige stroomverdeling¹ berekenen, zo nodig met behulp van cilindrische of sferische coördinaten
- De student kan de beweging van een lading in een gecombineerd elektrisch en magnetisch veld berekenen
- De student beheerst het concept van magnetisatie van een para-, dia- en ferromagnetisch materiaal en kan de magnetisatiestroom en het magnetische veld in dat materiaal afleiden
- De student beheerst het concept van magnetische inductie en kan inductiestromen in eenvoudige gesloten circuits¹ berekenen
- De student kan de zelfinductie van een eenvoudig systeem¹ bestaande uit één of twee stroomgeleiders in aanwezigheid van een magnetisch materiaal berekenen
- De student kan de wetten van Kirchhoff toepassen op een wisselstroom RLC circuit en kan de stromen en spanningen in een dergelijk circuit berekenen
- De student kan de vergelijkingen van Maxwell in integraalvorm afleiden evenals de vlakke elektromagnetische golf als een van de oplossingen
- De student beheerst het concept van elektromagnetische energie en de Poynting vector van een vlakke e.m. golf.

¹ Onder 'eenvoudig' wordt verstaan de stroomverdelingen en systemen zoals behandeld in het gehanteerde studieboek, met aanvulling van een hoek- en/of radiusafhankelijkheid.

Onderwerpen

- **Magnetisch veld**
Magnetisch veld, Lorentzkracht, kracht op stroomdraad en op spoel, beweging van lading in magneetveld en toepassingen hiervan, Hall effect
- **Bronnen van het magnetisch veld**
Wet van Biot-Savart, wet van Ampère, solenoïde, magnetische flux, verplaatsingsstroomdichtheid, magnetisatie, magnetische susceptibiliteit, H-veld, para-, dia- en ferromagnetisme, hysteresis
- **Wet van Faraday**
Wet van Faraday, elektromotorische kracht als gevolg van beweging en inductie, wet van Lenz, spanningsgenerator, Eddy stromen, vergelijkingen van Maxwell
- **Inductie**
Zelfinductie, energie van magnetisch veld, wederzijdse inductie, RLC circuits en resonantie
- **Wisselstroomcircuits**
Fasediagram, RLC parallel- en serieschakeling, resonantie, kwaliteitsfactor, filters, transformator

- **Elektromagnetische golven**

Vlakke golven als oplossing van de Maxwell vergelijkingen, Poyntingvector, stralingsdruk

Literatuur

Noodzakelijk:

- R.A. Serway en J.W. Jewett, *Physics for Scientists and Engineers, with Modern Physics*, Cengage Learning (BrooksCole), 7th edition, 2008.

Voor WiNSt studenten geldt: bestelwijze zie inleiding hoofdstuk 4

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Inleiding Computergebruik

Vakcode: **NP018B** *1 ec*

gehele jaar

drs. P.F. Klok

Website

www.hef.ru.nl/~pfk/teaching/ic

Werkvormen

- 10 uur hoorcollege
- 15 uur practicum

Vereiste voorkennis

Geen specifieke voorkennis vereist.

Leerdoelen

- De student kan overweg met de computerapparatuur die op de FNWI gebruikt wordt.
- De student is voorbereid op eenvoudig computergebruik bij toekomstig te volgen practica en werkcolleges.

Beschrijving

- Omdat het kennisniveau van de studenten op dit gebied nogal uiteen kan lopen (van 'ik weet niets van computers' tot 'ik weet alles van computers'), is gekozen voor 'begeleide zelfwerkzaamheid' met behulp van een website.
- Met behulp van de website kunnen een aantal voor dit vak **verplichte opdrachten** van de modules Basis en LabVIEW gemaakt worden. Bij onvoldoende kennis wordt verwezen naar **relevante webpagina's** om de benodigde kennis te vergaren. Bij problemen kan de **docent** altijd om raad gevraagd worden.
- Mensen met veel kennis kunnen op deze manier de opdrachten snel maken en mensen met weinig of geen kennis kunnen in eigen tempo die kennis opdoen en daarna de opdrachten maken. In het curriculum is daarom geen vaste tijd gereserveerd voor college of practicum.
- Voor module LabVIEW worden aan het eind van het studiejaar twee halve dagen gereserveerd voor uitleg door de docent waarbij tevens de gevraagde opdrachten gemaakt kunnen worden
- De stof is in **modules** verdeeld. Voor een bepaald practicum kan geëist worden dat een bepaalde module gehaald is

Onderwerpen

De voor Inleiding Computergebruik verplichte modules zijn:

- **Basis**
De basis voor computergebruik: e-mail, tekstverwerken, het Web, elektronische leeromgeving Blackboard, enz.
- **LabVIEW**
Grafisch software systeem voor het uitlezen, verwerken en presenteren van meetgegevens

Literatuur

Noodzakelijk: Website www.hef.ru.nl/~pfk/education/ic

Tentaminering

Oprachten.

Inleiding Kwantummechanica

Vakcode: NP022B 3 ec

vierde kwartaal

dr. P.C.M. Christianen

Website

Blackboard

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege
- 16 uur tutorcollege

Vereiste voorkennis

Mechanische golven

Leerdoelen

- De student kent de beperkingen van de klassieke fysica om bepaalde verschijnselen zoals de straling van een zwart lichaam, het foto-elektrische effect en discrete atoomspectra te verklaren en onderkent de noodzaak voor een kwantummechanische theorie
- De student is in staat om m.b.v. de tijdsafhankelijke Schrödingervergelijking één-dimensionale kwantummechanische problemen ((on)eindige potentiaal put, potentiaal stap, tunnelbarrière) door te rekenen
- De student is in staat om te gaan met golf functies en kwantumgetallen van een oneindige potentiaalput en een harmonische oscillator in 1, 2 en 3 dimensies
- De student is in staat om te gaan met de golf functies en kwantumgetallen van het waterstofatoom
- De student is in staat om m.b.v. het aufbau principe, het uitsluitingsprincipe en de regels van Hund, de opbouw van het periodiek systeem te interpreteren
- De student is in staat verschillende typen chemische bindingen te onderscheiden van moleculen en vaste stoffen

Beschrijving

Dit vak maakt deel uit van de kwantummechanica-cyclus bestaande uit Inleiding Kwantummechanica en Kwantummechanica 1a+b, 2 en 3. In dit eerste deel van de cyclus wordt kennis gemaakt met de grondslagen en concepten van de Kwantummechanica. Uitgaande van de problemen binnen de klassieke fysica om bepaalde verschijnselen, zoals de straling van een zwart lichaam en het foto-elektrisch effect te verklaren, wordt de noodzaak voor een nieuwe theorie beargumenteerd. Vervolgens wordt de tijdsafhankelijke, één-dimensionale Schrödingervergelijking geïntroduceerd en gebruikt om enige één-dimensionale kwantumsystemen door te rekenen. Tenslotte worden de golf functies van het waterstofatoom besproken welke de basis vormen voor de beschrijving van het periodiek systeem en de eigenschappen van moleculen en vaste stoffen.

Onderwerpen

- **De limieten van de klassieke fysica**
Straling van een zwart lichaam, foto-elektrisch effect, atoomspectra, het Bohr-atoom; golf-deeltje dualiteit
- **Beginselen kwantummechanica**
Het twee-spleten experiment, het onzekerheidsprincipe, de Schrödinger-vergelijking; een deeltje in een (on)eindige diepe potentiaalput, de tunnelbarrière, de harmonische oscillator, Schrödinger-vergelijking in 2 en 3 dimensies
- **Atoomfysica**
Het waterstofatoom, golf functies en kwantumgetallen van het waterstofatoom, het spin kwantumgetal; het uitsluitingsprincipe, het periodiek systeem, atomaire overgangen en spectra
- **Moleculen en vaste stoffen**
Moleculaire bindingen, energieniveau's en spectra van moleculen, kristalbindingen

Literatuur

Noodzakelijk:

- R.A. Serway en J.W. Jewett, *Physics for Scientists and Engineers, with Modern Physics*, Cengage Learning (BrooksCole), 7th edition, 2008.
Voor WiNSt studenten geldt: bestelwijze zie inleiding hoofdstuk 4

Tentaminering

- Schriftelijk tentamen
- Bonuspunt op grond van werkcollege

Kaleidoscoop Sterrenkunde

Vakcode: NP015B 3 ec

tweede kwartaal

prof. dr. H.D.E. Falcke

Website

www.astro.ru.nl

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

1^e kwartaal natuur- en sterrenkunde

Leerdoelen

- De student is in staat kennis uit verschillende colleges natuur- en wiskunde te integreren
- De student leert natuurkundige kennis uit eerdere natuur- en wiskundecolleges toepassen op een aantal actuele onderwerpen uit de sterrenkunde
- De student leert inleidende artikelen bij deze sterrenkundige onderwerpen te lezen, d.w.z. de onbekende begrippen te achterhalen en de natuurkundige processen te begrijpen
- De student leert hoe hierbij het web gebruikt wordt en hoe literatuur achterhaald kan worden zowel elektronisch als via de bibliotheek

Beschrijving

Het heelal is fascinerend. Niet alleen vanwege zijn grandeur en schoonheid, maar ook vanwege de grote verscheidenheid aan objecten en de enorme bereik aan fysische processen die we er kunnen waarnemen en bestuderen.

Dat gaat van planeten tot clusters van melkwegstelsels, van stervorming en ster-explosies tot de uitdijning van het heelal, van het ijlste interstellaire gas tot de enorme dichtheid van neutronensterren.

In dit kaleidoscoop college proberen we de kosmos vanuit de fysica te begrijpen.

De werkcolleges dienen ter verdieping van de stof en om vaardigheid en begrip te krijgen in de methoden van astronomisch onderzoek. De opgaven worden nagekeken, besproken en beoordeeld.

Onderwerpen

- hoe bestuderen we de kosmos; afstanden en afmetingen in het heelal
- interstellaire wolken en het ontstaan van sterren
- de levenscyclus van sterren; dwergen, reuzen en explosies
- compacte restanten van sterren: witte dwergen, neutronensterren, pulsars, zwarte gaten
- de bouw en samenstelling van ons melkwegstelsel; donkere materie
- soorten melkwegstelsels en hun evolutie; botsingen
- het heelal op grote schaal: leegtes, slierten, clusters en uitdijning
- de oerknal
- het planetenstelsel, leven in het heelal?

Literatuur

Noodzakelijk:

- K.F.Kuhn en T. Koupelis, *In quest of the Universe*, Jones & Bartlett Publishers, 2004, ISBN 0763708100

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

(De mogelijkheid om het college af te sluiten met voordrachten door de studenten wordt nog onderzocht.)

Lineaire Algebra 1

Vakcode: NP009B 2 ec

eerste kwartaal

dr. B.D. Souvignier

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege
- 14 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

VWO

Leerdoelen

- De student is vertrouwd met de theorie der *vectorruimten* over reële en complexe getallen.
- De student is bekend met het concept *dimensie* en weet dit in het kader van vectorruimten toe te passen.

Beschrijving

Na een korte inleiding over verzamelingen en afbeeldingen wordt in Lineaire Algebra 1 de theorie der vectorruimten behandeld. In het bijzonder zullen we vectorruimten over de reële en complexe getallen bespreken.

Een centrale eigenschap van vectorruimten is hun dimensie, die een maat voor de grootte van een vectorruimte vormt. Bijvoorbeeld is een rechte lijn 1-dimensionaal, het platte vlak is 2-dimensionaal en de ons omringende wereld is 3-dimensionaal. We zullen nagaan hoe de dimensie algemeen voor een vectorruimte gedefinieerd wordt en welke eigenschappen ze heeft.

Literatuur

- Klaus Jaenich: *Linear Algebra*, 2^e ed., Springer-Verlag, 2007, ISBN 978-3540780564

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Lineaire Algebra 2

Vakcode: NP010B 3 ec

tweede kwartaal

dr. B.D. Souvignier

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Lineaire Algebra 1

Leerdoelen

- De student is vertrouwd met *lineaire afbeeldingen*.
- Ook is hij vertrouwd met *matrices* en matrix calculus.
- In het bijzonder kent hij het concept der *determinanten*.
- De student weet *stelsels lineaire vergelijkingen* met behulp van matrices op te lossen.

Beschrijving

De afbeeldingen die bij vectorruimten 'passen' zijn de lineaire afbeeldingen. Voorbeelden zijn rotaties en spiegelingen in het vlak of in de ruimte. We zullen zien hoe zich lineaire afbeeldingen met behulp van matrices laten beschrijven. In het bijzonder komt het samenstellen van lineaire afbeeldingen neer op het vermenigvuldigen van matrices.

Een belangrijk hulpmiddel in het kader van matrix calculus is de determinant, die bijvoorbeeld rechtstreeks aangeeft of een matrix inverteerbaar is. We zullen zien hoe determinanten kunnen worden berekend en verschillende eigenschappen van de determinant leren kennen.

Ten slotte zullen we nagaan hoe zich matrices en determinanten op het oplossen van stelsels lineaire vergelijkingen laten toepassen.

Literatuur

- Klaus Jaenich: *Linear Algebra*, 2^e ed., Springer-Verlag, 2007, ISBN 978-3540780564

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Lineaire Algebra 3

Vakcode: NP011B 3 ec

derde kwartaal

S.J. Maubach

Website

www.math.ru.nl/~stefanm

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Lineaire Algebra 1 + 2

Leerdoelen

- De student is in staat het effect van basisverandering op de matrix van een lineaire afbeelding te bepalen, en een matrix te normaliseren
- De student kan het karakteristieke polynoom van een matrix uitrekenen en weet welke eigenschappen van de matrix verborgen zitten in het karakteristieke polynoom
- De student weet hoe eigenwaarden en eigenvectoren uit te rekenen

Beschrijving

Lineaire algebra 3 behandelt de latere hoofdstukken uit "*Linear Algebra*" van Jänich. Je leert een aantal krachtige concepten zoals eigenwaarden, eigenvectoren, en de karakteristieke veelterm van een matrix of lineaire afbeelding. Je leert hoe een matrix op normaal vorm te brengen (i.e. Jordan Normal Form).

Literatuur

Noodzakelijk:

Klaus Jänich, *Lineair Algebra* Springer Verlag ISBN 3-540-94128-2 of 0-387-94128-2

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Lineaire Algebra 4

Vakcode: NP012B 3 ec

vierde kwartaal

S.J. Maubach

Website

www.math.ru.nl/~stefanm

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Lineaire Algebra 1 + 2 + 3

Leerdoelen

- De student kent verschillende matrixgroepen zoals SO_n , SL_n en kan met deze groepen rekenen
- De student kan inproducten normaliseren en begrijpt de samenhang met lengte- en hoekbehoudende afbeeldingen

Beschrijving

In dit vak leer je toepassingen van lineaire algebra binnen de wiskunde. Je krijgt voorbeelden van verzamelingen matrices die een groep vormen, zoals SO_n , SL_n . Daarnaast leer je abstracte concepten als tensorproduct van vectorruimten en duale ruimtes kennen. Er wordt eventueel wat ingegaan op lineaire algebra over andere lichamen, zoals eindige lichamen.

Literatuur

Noodzakelijk:

- Klaus Jänich, *Lineair Algebra* Springer Verlag ISBN 3-540-94128-2 of 0-387-94128-2
- Aanvullend materiaal wordt beschikbaar gesteld

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Mechanica 1B

Vakcode: NP001B 3 ec

eerste kwartaal

prof. dr. N. de Groot

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege
- 14 uur werkcollege
- 14 uur tutorcollege

Vereiste voorkennis

Het eerste kwartaal zal de middelbare schoolstof over mechanica worden herhaald, aangevuld en veralgemeniseerd.

In het tweede kwartaal komen voornamelijk nieuwe onderwerpen uit de klassieke mechanica aan bod.

Leerdoelen

- De student kan de wetten van Newton en Energiebehoud toepassen
- De student kan Galilei-transformaties toepassen
- De student kan bewegingsvergelijkingen in 1 en 2 dimensies opstellen.

Onderwerpen

- Wetten van Newton; kracht; arbeid; behoud van energie
- Inertiaalstelsels; Galilei-transformatie
- Beweging in 1 en 2 dimensies
- Behoud van impuls; botsingen
- Cirkelbeweging; hoeksnelheidsvector; draai-impulsmoment; kracht-moment

Literatuur

Noodzakelijk:

- R.A. Serway en J.W. Jewett, *Physics for Scientists and Engineers, with Modern Physics*, Cengage Learning (BrooksCole), 7th edition, 2008.

Voor WiNSt studenten geldt: bestelwijze zie inleiding hoofdstuk 4

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Mechanica 2B

Vakcode: NP002B 3 ec

tweede kwartaal

prof. dr. N. de Groot

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege
- 8 uur tutorcollege

Vereiste voorkennis

Mechanica 1B

Leerdoelen

- De student kan de beweging van eenvoudige starre lichamen om een vaste as uitrekenen
- De student kan het gedrag van een harmonische oscillator (gedempt en/of aangedreven) afleiden
- De student kan gravitatie problemen oplossen o.a. met gebruik van de wetten van Kepler
- De student kan de basisprincipes van de vloeistofmechanica toepassen.

Onderwerpen

- Rotatie van starre lichamen om een vaste as
- Harmonische oscillator; gedempt en/of aangedreven
- Gravitatie en wetten van Kepler
- 'Schijn'-krachten; slinger van Foucault
- Vloeistof-dynamica

Literatuur

Noodzakelijk:

- R.A. Serway en J.W. Jewett, *Physics for Scientists and Engineers, with Modern Physics*, Cengage Learning (BrooksCole), 7th edition, 2008.

Voor WiNSt studenten geldt: bestelwijze zie inleiding hoofdstuk 4

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Mechanische Golven

Vakcode: NP021B 2 ec

derde kwartaal

dr. J.A.A.J. Perenboom

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Lineaire Algebra 1 en 2, Calculus 1 en 2

Leerdoelen

- De student is in staat om bij gegeven randvoorwaarden de superpositie van staande transversale en longitudinale golven te analyseren in niet-dispersieve media in één, twee, of drie dimensies
- De student kan de inhomogene golfvergelijking afleiden en deze voor enkele speciale gevallen oplossen en analyseren
- De student kan van een eenvoudige functie de bijbehorende Fourierreeks berekenen. De student kan deze berekening vereenvoudigen door de functie even of oneven periodiek voort te zetten
- De student kan aan de hand van de gegeven begin- en randvoorwaarden door middel van Fourieranalyse een exacte oplossing voor de homogene snaar bepalen
- De student kan de energiemodes van de homogene snaar bepalen
- De student kan het energietransport door lopende transversale of longitudinale golven berekenen
- De student kan de reflectie- en transmissiecoëfficiënten voor invallende golven aan een grensmedium berekenen, en dit toepassen op het 'kwart-lambda probleem'
- De student kan de impedantie van verschillende media berekenen (snaar, lucht, water)
- De student kan het ontstaan van watergolven uit fysische principes afleiden, en kan de verschillende scenario's (diep-water vs ondiep water, dispersief vs niet dispersief) analyseren

Beschrijving

In dit college worden mechanische golven behandeld, met een inhoudelijke verdieping door Fourierreeksen toe te passen op de beginvoorwaarden en randcondities in de gespannen uniforme snaar.

Aan de hand van twee korte experimenten en enkele extra opgaven worden de studenten uitgedaagd om na te denken over interferentie en over het superpositie principe. Uitwerking van deze problemen kan een extra bonuspunt opleveren.

Bij dit vak zal een grote zelfwerkzaamheid en actieve voorbereiding van de studenten worden verwacht, zodat de verschillende onderwerpen via andere werkvormen dan het klassieke hoorcollege kunnen worden behandeld.

Onderwerpen

- de golfvergelijking in één, twee en drie dimensies
- transmissie en reflectie (o.a. het kwart-lambda probleem)
- geluidsgolven
- de golfvergelijking voor inhomogene media
- watergolven en tsunamis; dispersierelatie

Literatuur

Noodzakelijk:

- R.A. Serway en J.W. Jewett, *Physics for Scientists and Engineers, with Modern Physics*, Cengage Learning (BrooksCole), 7th edition, 2008.

Voor WiNSt studenten geldt: bestelwijze zie inleiding hoofdstuk 4

- Er wordt gebruik gemaakt van Blackboard
- Syllabus met werkcollege opgaven, pdf file te downloaden van Blackboard (of in overleg met docent en tegen betaling als hardcopy te verkrijgen)

Tentaminering

- Schriftelijk tentamen (3 uur)
- Extra bonus voor de werkcolleges (1 punt max.)

Optica en Sterrenkijker 1

Vakcode: NP013B 2 ec

eerste kwartaal

dr. A.I. Kiriliouk
 prof. dr. P.J. Groot
 dr. A.V. Kimmel

Werkvormen

- 10 uur hoorcollege
- 10 uur werkcollege
- 8 uur projectwerk

Leerdoelen

- De student kan, uitgaande van geometrische optica, de stralengang berekenen voor een systeem van lenzen/spiegels.
- De student is in staat een simpele astronomische kijker te ontwerpen.
- De student is in staat gebruik te maken van de optische kijkers van de faculteit.

Beschrijving

De studenten werken in groepjes van 4-6 personen. Elk groepje bespreekt en bestudeert gezamenlijk de stof van de het boek. Zij maken gezamenlijk de opgaven uit het boek, maar leveren individueel de opgaven in. Daarnaast zijn er eigen donkere kamers beschikbaar voor het uitvoeren van de optische proeven. Elke groep krijgt gedurende een aantal avonden training op het gebruik van de telescoop en het gebruik hiervan voor hemelobservatie. Elke groep kiest een eigen project om uit te werken. Van het project wordt een verslag gemaakt en de resultaten worden gepresenteerd op de laatste bijeenkomst. De studenten bepalen zelf wanneer zij hulp van de tutor inroepen.

Onderwerpen

- geometrische optica
- ontwerpen en toepassen van optische constructies
- gebruik van de optische telescopen bij de Faculteit

Literatuur

Noodzakelijk:

- R.A. Serway en J.W. Jewett, *Physics for Scientists and Engineers, with Modern Physics*, Cengage Learning (BrooksCole), 7th edition, 2008.
Voor WiNSt studenten geldt: bestelwijze zie inleiding hoofdstuk 4
- Blokboek: Optica en Sterrenkijker 1

Tentaminering

Het eindcijfer wordt bepaald door de ingeleverde opgaven, het verslag van het project en de presentatie.

Optica en Sterrenkijker 2

Vakcode: NP014B *I ec*

tweede kwartaal

dr. A.I. Kiriliouk
dr. A.V. Kimel

Werkvormen

- 6 uur werkcollege
- 26 uur projectwerk

Vereiste voorkennis

Optica en Sterrenkijker 1

Leerdoelen

- Het begrijpen en kunnen toepassen van de principes van de golfoptica.
- Het beheersen en toepassen van de CCD camera op de optische telescoop voor kwantitatieve opnames van het hemelobjecten.

Beschrijving

De studenten werken in groepjes van 4-6 personen. Elk groepje bespreekt en bestudeert gezamenlijk de stof van de het boek. Zij maken gezamenlijk de opgaven uit het boek, maar leveren individueel de opgaven in. Daarnaast zijn er eigen donkere kamers beschikbaar voor het uitvoeren van de optische proeven. Elke groep kiest een eigen project om uit te werken. Van het project wordt een verslag gemaakt en de resultaten worden gepresenteerd op de laatste bijeenkomst. De studenten bepalen zelf wanneer zij hulp van de tutor inroepen.

Onderwerpen

- Golfoptica
- Gebruik van de CCD camera voor opnames van hemelobjecten

Literatuur

Noodzakelijk:

- R.A. Serway en J.W. Jewett, *Physics for Scientists and Engineers, with Modern Physics*, Cengage Learning (BrooksCole), 7th edition, 2008
Voor WiNSt studenten geldt: bestelwijze zie inleiding hoofdstuk 4
- Blokboek: Optica en Sterrenkijker 2

Tentaminering

Als bij het onderdeel Optica en Sterrenkijker 1 met dit verschil dat nu van de studenten een grotere zelfstandigheid wordt verwacht.

Practicum Natuurkunde 1a

Vakcode: NP016B *lec*

eerste semester

dr. T.J.M. Smits

Werkvormen

- 30 uur practicum

Leerdoelen

- De student kan mechanica-experimenten uitvoeren
- De student kan het verband aangeven tussen de experimenten en de bijbehorende mechanica-concepten
- De student kan bij het uitvoeren van de experimenten met medestudenten samenwerken

Beschrijving

Bij de mechanica colleges zijn experimenten ontwikkeld met een omvang van 2 uur. Deze tijd kan worden onderverdeeld in: 15 minuten voorbereiden, 75 minuten uitvoeren en 30 minuten nabespreken. Het voorbereiden en nabespreken gebeurt onder leiding van een tutor, die de studenten ook bij de uitvoering begeleidt. De studenten doen de proeven in groepjes van 2 à 3 aan de hand van een globale instructie, en vullen een werkblad in. Dit werkblad vormt de basis voor de evaluatie na afloop van het experiment.

Het practicum bestaat uit de volgende experimenten: krachtvectoren in de ruimte; het lanceren van een kogel; luchtweerstand; bungee jumping; het impuls-stoottheorema; elastische botsingen; het traagheidsmoment; behoud van impulsmoment; de gyroscoop; de glijdingsmodulus; het toestel van Cavendish.

Wat wordt er van de studenten verwacht?

- Presentieplicht
- Het uitvoeren van de experimenten
- Het actief deelnemen aan de voorbereiding en nabespreking

Literatuur

- Instructieformulieren (liggen bij de opstelling)
- Werkbladen (worden geleverd door de afdeling)

Tentaminering

De student krijgt de beoordeling 'voldaan' als hij de practica heeft uitgevoerd.

Practicum Natuurkunde 1b

Vakcode: NP017B 2 ec

tweede semester

dr. T.J.M. Smits

Website

www.ru.nl/fnwi/ons

Werkvormen

- 56 uur practicum

Vereiste voorkennis

Practicum 1a afgerond hebben

Leerdoelen

- De student kan natuurkunde-experimenten voorbereiden en uitvoeren
- De student kan van elk experiment een verslag schrijven
- De student kan bij de gegeven experimenten een adequate foutenanalyse uitvoeren
- De student kan bij het voorbereiden, uitvoeren en verslag doen van experimenten met collega-studenten samenwerken

Beschrijving

Het practicum 1b bestaat uit:

- 4 experimenten (omvang 40 uur), te weten: de specifieke lading van het electron (A3), weerstandsmetingen (E11), viscositeit (M3) en elasticiteit (M5)
- 1 instructie over het maken van een verslag (omvang 4 uur)
- 1 instructie + practicum foutenanalyse (omvang 8 uur)
- Deelname aan het symposium van het practicum 2b (4 uur)

Literatuur

- Practicumhandleiding Algemeen (noodzakelijk)
- Practicumhandleiding deel 1b (noodzakelijk)

Tentaminering

Per experiment wordt een cijfer vastgesteld door het gewogen gemiddelde te nemen van de cijfers, verkregen tijdens de bespreking van de verslaglegging van het experiment voor vorm, inhoud en onderlinge samenwerking. Het eindcijfer is het gemiddelde van de cijfers van de 4 experimenten.

Speciale Relativiteitstheorie

Vakcode: NP007B 3 ec

eerste kwartaal

prof. dr. S.J. de Jong

Website

blackboard

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege
- 14 uur werkcollege
- 14 uur tutorcollege

Vereiste voorkennis

- natuurkunde op N1+2 VWO eindexamenniveau, met name: arbeid, energie
- wiskunde op B1+2 VWO eindexamenniveau, met name: differentieren en integreren

Leerdoelen

De student kent de definitie van:

- plaats, snelheid en versnelling
- de postulaten van Einstein voor de speciale relativiteitstheorie

De student kent en kan toepassen:

- de Galileitransformatie
- ruimte-tijd diagrammen
- het relativistische Dopplereffect
- relativistische impuls en energie
- de Lorentztransformatie voor tijd-ruimte en impuls-energie
- viervectoren voor tijd-plaats en energie-impuls
- Minkowski metriek
- co- en contra-variante tensoren
- Lorentztransformatie op viervectoren
- het foto-elektrisch effect
- relativistische kinematica voor twee-deeltjes verstrooiing, in het bijzonder Compton verstrooiing

De student kent, kan afleiden en toepassen:

- de Lorentztransformatie
- lengtecontractie en tijddilatatie
- de klassieke limiet van de Lorentztransformatie
- de relativistische optelformule voor snelheden
- relativistische versnelling
- relativistische kracht

Beschrijving

De Speciale Relativiteitstheorie die Einstein in 1905 introduceerde zal in dit college worden besproken. Centraal staan de afleiding van de Lorentztransformatie en de (verregerende) consequenties daarvan. Na een afleiding uitgaande van de noties in de klassieke mechanica zal naar een meer abstracte beschrijving met behulp van tensoren worden gekeken. Een aantal toepassingen worden besproken zoals de dynamische generatie van massa, deeltjesproductie in botsingsexperimenten en de tweelingparadox.

Als er tijd rest zal in het laatste college als toegift een zeer korte inleiding worden gegeven op de Algemene Relativiteitstheorie. Deze stof over de Algemene Relativiteitstheorie is geen onderdeel van het doel van dit college en zal niet worden getentamineerd. Dit college zal een vervolg krijgen in de derdejaars colleges Tensoren en Toepassingen en Inleiding Algemene Relativiteitstheorie. Ook zal in het college Kwantummechanica 2 de Speciale Relativiteitstheorie zoals in dit college behandeld worden gebruikt in de afleiding van de relativistische kwantumtheorie van Klein-Gordon en Dirac.

Literatuur

Noodzakelijk:

- Sijbrand de Jong, *Collegedictaat Speciale Relativiteitstheorie*, hoofdstuk 1 t/m 7. (Beschikbaar via blackboard)
- R.A. Serway en J.W. Jewett, *Physics for Scientists and Engineers, with Modern Physics*, Cengage Learning (Brooks/Cole), 7th edition, 2008.

Voor WiNSt-studenten geldt: Bestelwijze zie inleiding hoofdstuk 4

Aanbevolen:

- Sijbrand de Jong, *Collegedictaat Speciale Relativiteitstheorie*, hoofdstuk 8 (Beschikbaar via blackboard)

Tentaminering

Schriftelijk met open vragen, in een drie uur durend tentamen, met twee herkansingen per jaar. Voor elke -tijdig ingeleverde- werkcollege-opgave wordt een cijfer van 2 t/m 10 gegeven, ter beoordeling van de werkcollege-assistent. Het totaal van de cijfers van alle ingeleverde werkcollege-opgaven gedeeld door het totaal aantal werkcollege opgaven en vervolgens gedeeld door 10 (zodat een cijfer tussen 0 en 1 ontstaat) wordt opgeteld als bonus bij het cijfer van het schriftelijk tentamen. De bonus vervalt na afloop van het collegejaar waarin deze is verkregen.

Warmteleer

Vakcode: NP008B 2 ec

tweede kwartaal

prof. dr. R.A. de Groot

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 8 uur werkcollege
- 8 uur tutorcollege

Vereiste voorkennis

- natuurkunde op N1+2 VWO eindexamenniveau, met name: arbeid, energie
- wiskunde op B1+2 VWO eindexamenniveau, met name: differentiëren en integreren

Leerdoelen

De student kent de definitie van:

- isotherm, isobaar, isochoor, adiabatisch, enthalpie, warmtecapaciteit, soortelijke warmte, reversibel en irreversibel proces
- de Gibbs paradox

De student kent en kan toepassen:

- de nulde, eerste en tweede hoofdwet van de thermodynamica
- de begrippen totale differentiaal en diminitief
- kringproces en Carnot-proces
- het begrip entropie
- het begrip equipartitie van energie
- de begrippen faseovergang, latente energie, smeltwarmte en verdampingswarmte

De student kent en kan toepassen:

- de Maxwell-Boltzmann-verdeling
- de entropie uitgedrukt in microtoestanden
- de toestandsvergelijking van Van der Waals
- de stralingswet van Stefan-Boltzmann
- de stralingswet van Planck

Beschrijving

De warmteleer kan zowel vanuit het macroscopische standpunt van de thermodynamica worden beschouwd als vanuit het microscopisch standpunt van de statistische fysica. In dit college zullen op een schetsmatige wijze beide standpunten worden beschouwd en de verbinding tussen de twee standpunten zal worden geschetst.

De thermodynamica heeft met zijn axiomatische opbouw als kenmerk dat de substantie van het onderliggende systeem nauwelijks een rol speelt en de microscopische structuur van de beschouwde materie dus ook niet hoeft te worden gekend. Dit maakt de thermodynamica een zeer algemeen toepasbare theorie. Dit is de kracht waar de thermodynamica zijn schoonheid als theorie ontleent.

Het nadeel is dat een thermodynamische beschrijving dus ook geen inzicht geeft in de microscopische eigenschappen van de materie die wordt beschouwd. In de statistische fysica wordt het gedrag van materie afgeleid uit het gedrag van de deeltjes (moleculen) die het systeem samenstellen.

De verbinding tussen de statistische fysica en de thermodynamica wordt gegeven door de toestandsvergelijking, die het beschouwde systeem beschrijft in termen van vrije macroscopische variabelen. In een aantal gevallen kan de toestandsvergelijking worden afgeleid uit de statistische fysica. De thermodynamica doet voorspellingen over het gedrag van het systeem op basis van de toestandsvergelijking. Dit college is een eerste in een serie colleges in de bacheloropleiding. Op deze inleiding zal met name verder worden geborduurd in het tweedejaars college Thermodynamica en in het derdejaars college Statistische Fysica.

Literatuur

Noodzakelijk:

- R.A. Serway en J.W. Jewett, *Physics for Scientists and Engineers, with Modern Physics*, Cengage Learning (BrooksCole), 7th edition, 2008.
Voor WiNSt-studenten geldt: bestelwijze zie inleiding hoofdstuk 4
- Sijbrand de Jong, *Collegedictaat Warmteleer*, (Beschikbaar via blackboard)

Tentaminering

Schriftelijk met open vragen, in een drie uur durend tentamen, met twee herkansingen per jaar. Voor elke -tijdig ingeleverde- werkcollege-opgave wordt een cijfer van 2 t/m 10 gegeven, ter beoordeling van de werkcollege-assistent. Het totaal van de cijfers van alle ingeleverde werkcollege-opgaven gedeeld door het totaal aantal werkcollege opgaven en vervolgens gedeeld door 10 (zodat een cijfer tussen 0 en 1 ontstaat) wordt opgeteld als bonus bij het cijfer van het schriftelijk tentamen. De bonus vervalt na afloop van het collegejaar waarin deze is verkregen.

4.2 De keuzevakken

Analyse 1

Vakcode: **WP001B** *6 ec*

tweede semester

prof.dr. H.T. Koelink

Website

www.math.ru.nl/~koelink

Werkvormen

- 32 uur hoorcollege,
- 32 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Calculus 1 en 2, Getallen

Leerdoelen

De student is vertrouwd met de logische opbouw van de analyse vanuit de verzamelingenleer, en heeft zowel een goed theoretisch begrip van limieten, continue functies, differentiaalrekening, en integratie, alles in 1 variabele, als een praktische rekenvaardigheid op deze gebieden. Hij/zij kan goed schriftelijk over deze onderwerpen communiceren en is in staat netjes en correct opgaven uit te werken.

Beschrijving

Onderwerpen: het doel van het college is om de 'klassieke' analyse vanuit modern perspectief te behandelen. Dit betekent dat de analyse rigoureus wordt opgebouwd, maar, even belangrijk, in samenhang wordt gezien met zowel andere takken van de wiskunde zelf als haar toepassingen. Veel onderwerpen van het college, met name de theorie van functies van een enkele veranderlijke zullen bekend voorkomen uit Calculus, maar in een nieuw licht worden gezien. Aanschaf van het boek van de Fieldsmedaillewinnaar Tao (via de studievereniging Desda) is noodzakelijk, maar zal de rechtgeaarde student een leven lang plezier bezorgen. De nadruk ligt op Hoofdstukken 5-11 van het boek van Tao: De reële getallen, Limieten, Reeksen, Continue functies, Differentiaalrekening, Integratie.

Literatuur

T. Tao, *Analysis I, Texts and Readings in Mathematics 37*, Hindustan Book Agency, 2006.

Tentaminering

Regelmatig inleveren opgaven; presentatie van een deelresultaat, en mondeling tentamen op het eind.

Astronomisch Practicum 1

Vakcode: NP031B 3 ec

tweede semester

dr. J.R. Hörandel

Werkvormen

- 32 uur practicum

Vereiste voorkennis

- 1^e en 2^e kwartaal natuur- en sterrenkunde
- Radioastronomie (wordt simultaan gegeven)

Leerdoelen

- De student kan zelfstandig omgaan met de optische telescopen en de radio-interferometer
- De student kan een meetplan opstellen voor beide telescopen
- De student beheerst de waarneem- en analyse technieken voor beide soorten telescopen
- De student kan zelfstandig een klein onderzoek uitvoeren, er verslaglegging van doen en presenteren

Beschrijving

Het astronomische practicum maakt gebruik van zowel de radio-interferometer, de optische telescopen, als de deeltjesdetectoren en laag-frevente radiodetectoren waar de faculteit over beschikt. Bekendheid met de optische telescopen wordt bekend veronderstelt vanuit het Optica en Sterrenkijker practicum. De student zal bekend gemaakt worden met het werken en meten met de radio-interferometer, als mede met de deeltjesdetectoren. Een aantal concrete opdrachten zullen in de praktijk uitgevoerd worden. Als afsluiting zal de student zelf een project opzetten en uitvoeren, alsmede dit schriftelijk vastleggen en mondeling presenteren.

Literatuur

Noodzakelijk:

- Dr. U. Schwarz, *Radio-astronomie, dictaat*, www.astro.ru.nl/materiaal_best/radioastronomie_schwarz.pdf
- Bradt H., *Astronomy Methods: A Physical Approach to Astronomical Observations*, Cambridge Univ. Press, 2004, ISBN 0-521-53551-4

Tentaminering

Projectverslag en mondelinge presentatie

Bijzonderheden

Aanbevolen voor sterrenkunde studenten

Elementaire Deeltjes

Vakcode: NP029B 3 ec

derde kwartaal

prof. dr. R.H.P. Kleiss

Website

www.theorphys.science.ru.nl/people/kleiss

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Leerdoelen

- De student is in staat zich de fundamentele begrippen in de fysica van elementaire deeltjes toe te eigenen.

Beschrijving

In dit college wordt een eerste aanzet gegeven in de beschrijving van de sub-nucleaire fysica. De nadruk ligt meer op conceptvorming dan op de kwantitatieve aspecten. Het college kan gezien worden als een eerste inleiding op het derdejaars vak 'Inleiding Subatomaire Fysica'.

Onderwerpen

- de hiërarchische opbouw van het waarneembare universum
- de fundamentele natuurconstanten (lichtsnelheid, constanten van Planck en Newton)
- het concept van deeltjes als dragers van fundamentele krachten
- de structuur van het Standaard Model
- de fenomenologie van het Standaard Model, in het bijzonder van het Higgs deeltje
- fundamentele open vragen omtrent het Standaard Model en andere theorieën

Literatuur

- Wordt op het college besproken

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Inleiding Nanowetenschap en Technologie

Vakcode: NP027B 3 ec

vierde kwartaal

prof. dr. ir. J.C. Maan
dr. H. Engelkamp

Werkvormen

- 12 uur hoorcollege
- 12 uur werkcollege
- 8 uur presentatie door studenten

Leerdoelen

- De student is in staat een mondelinge presentatie over een onderwerp uit de nanowetenschap en technologie te geven
- De student heeft kwantitatief inzicht in moderne lithografiemethodes
- De student kan de klassieke wetten uit de mechanica, optica en elektriciteitsleer op nano-objecten toepassen
- De student kan uit de bandstructuur van halfgeleiders optische eigenschappen afleiden
- De student kan met de concepten van kwantisatie en ladingsdiscretisatie in metalen en halfgeleider nanostructuren omgaan en op een enkel-elektronen transistor toepassen.

Beschrijving

Wetenschap en technologie zullen zich in de toekomst meer en meer toespitsen op steeds kleinere dimensies, d.w.z. op nanometer schaal. In dit college worden de grondslagen gelegd, om de volledig nieuwe effecten op nanometer schaal te kunnen begrijpen en toepassen. Het college heeft een inleidend karakter, er wordt ingegaan op de fysische begrippen van Nanowetenschap en de consequenties voor de toekomstige Nanotechnologie.

Het college wordt afgesloten door korte studenten-presentaties over actuele onderwerpen uit de nanowetenschap & technologie.

Onderwerpen

- de opbouw van materie uit atomen en moleculen, kristalstructuur, atomaire lengte- en energieschalen, fysische wetten op nano-schaal
- ladingsdiscretisatie en energiekwantisatie in kleine structuren
- elektronen in een vaste stof: concept van metaal, halfgeleider en isolator
- bandstructuur in halfgeleiders, optische toepassingen
- elektrische eigenschappen van micro- en nano-devices: van een klassiek veld-effect transistor naar een *single-electron* device
- hedendaagse technieken in micro- en nano-technologie (*top-down* concept): (optische) lithografie met haar fundamentele beperkingen (diffractie limiet)
- toekomstige technieken: diep UV lithografie, lithografie met elektronen en atomen, *scanning-probe* technieken

Literatuur

- online dictaat

Tentaminering

Mondelinge presentatie (50%) en schriftelijk tentamen (50%)

Newtoniaanse Kosmologie

Vakcode: NP024B 3 ec

vierde kwartaal

dr. G.A. Nelemans

Website

www.astro.ru.nl

Werkvormen

- 16 uur werkcollege
- 16 uur hoorcollege

Vereiste voorkennis

1^e t/m 3^e kwartaal natuurkunde

Leerdoelen

- De student is in staat de rol van de zwaartekracht op de structuur en evolutie van het heelal te formuleren en op Newtoniaans niveau ook kwantitatief toe te passen
- De student begrijpt de invloed van de waarnemingen op het tot stand komen van het huidige begrip van het ontstaan en de evolutie van het heelal
- De student kent de verschillende fasen in het vroege heelal en begrijpt hun belang voor de ontwikkeling ervan
- De student kan fysische verbanden leggen tussen waarnemingen in de kosmologie en de natuurkunde uit het eerste jaar.

Beschrijving

Aan de hand van bekende natuurkunde wordt het ontstaan en de ontwikkeling van het heelal besproken. Ook worden de moderne ideeën over Kosmologie behandeld aan de hand van waarnemingen.

Onderwerpen

- Newtoniaanse kosmologie
- de drie-kelvin straling
- de constante van Hubble
- de ontwikkeling van het vroege heelal
- de donkere materie en de vorming van sterrenstelsels
- de grote problemen
- de donkere energie en de kosmologische constante
- de toekomst

Literatuur

Noodzakelijk:

- Achterberg A., *Kosmologie*, Epsilon uitgaven 2002, Utrecht, ISBN 90-5041-070-7

Tentaminering

Schriftelijk tentamen; max. 1 bonuspunt voor werkcollege.

Radioastronomie

Vakcode: NP030B 3 ec

derde kwartaal

dr. J.R. Hörandel

Website

www.astro.ru.nl/materiaal_best/radioastronomie_schwarz.pdf

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

1^e en 2^e kwartaal natuur- en sterrenkunde

Leerdoelen

- De student begrijpt de fysische principes van radioastronomie
- De student begrijpt de fysische principes van interferometrie en coherentie
- De student begrijpt de principes van scintillaties
- De student kent de belangrijkste vormen van radiostraling (thermische, synchrotron, cyclotron, lijn-emissie)
- De student kent de belangrijkste bronnen van radiostraling (HI wolken, radio-straalstromen, versnelde elektronen/ladingen)

Beschrijving

Radio-astronomie is van oudsher een van de sterkste kanten van de Nederlandse sterrenkunde, en levert een volkomen nieuwe kijk op het Heelal. De emissie van de 21-centimeter lijn door neutraal waterstof is een van de belangrijkste instrumenten in het waarnemen van materie in het Heelal en wordt o.a. gebruikt voor het 'wegen' van sterrenstelsels en de indirecte detectie van donkere materie. Daarnaast leveren niet-thermische bronnen van radiostraling (met name synchrotron emissie) een schat van informatie op over hoog-energetische processen in ons Heelal zoals de versnelling van deeltjes in supernova restanten, over pulsar magnetosferen en over de samenstelling van kosmische straling.

Het college zal de basisbegrippen van de radio-astronomie en interferometrie behandelen, en in het begeleidend college 'Astronomisch practicum 1' zullen deze direct in de praktijk worden gebracht in de Nijmeegse Radio-interferometer. In het college zal een overzicht gegeven worden van de sterkste bronnen van radiostraling in het Heelal en zal dieper worden ingegaan op de waarnemingen die mogelijk zijn door de emissie van 21-centimeter straling door het neutrale waterstof atoom (hyperfijn overgang).

Literatuur

- Dictaat, *Radioastronomie* van Dr. U. Schwarz, zal op het college worden uitgedeeld
- Is ook te vinden op: www.astro.ru.nl/materiaal_best/radioastronomie_schwarz.pdf

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Bijzonderheden

Aanbevolen voor sterrenkunde studenten

5 De vakken van het tweede en derde jaar

Het programma van het 2^e en 3^e jaar omvat een aantal vaste onderdelen en een aantal keuze-onderdelen. Kiest men vakken van andere disciplines dan moet schriftelijk toestemming worden gevraagd aan de examencommissie.

5.1 De verplichte vakken

Analytische Mechanica

Vakcode: **NB001B** 3 ec

tweede kwartaal

prof. dr. A. Fasolino

Website

blackboard.ru.nl

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Lineaire Algebra, Mechanica 1B+2B

Leerdoelen

- De student kan de bewegingsvergelijkingen van simpele systemen afleiden aan de hand van zowel de Lagrangiaanmethode als de Hamiltoniaanmethode
- De student is in staat behouden grootheden te identificeren
- De student kent de essentiële eigenschappen van starre lichamen en is in staat te werken met traagheidstensoren
- De student is klaar voor de overstap naar de kwantummechanica

Beschrijving

Dit vak maakt deel uit van een cyclus bestaande uit drie mechanica-colleges, te weten Mechanica 1B + 2B en Analytische Mechanica.

In dit gedeelte van de cyclus ligt de nadruk op de scalaire formulering van de 2^e wet van Newton. Hiertoe wordt de Lagrangiaanmethode geïntroduceerd en worden de Lagrange-vergelijkingen afgeleid die de Newtonse bewegingsvergelijkingen gaan vervangen. Verder zal uitvoerig aandacht worden besteed aan het identificeren van behouden grootheden van fysische systemen en aan het implementeren van randvoorwaarden. Als expliciete toepassing wordt er in detail gekeken naar translaties en rotaties van starre lichamen. Tenslotte wordt aan de hand van het Hamiltoniaanformalisme een eerste stap gezet richting de kwantummechanica.

Onderwerpen

1. De Lagrangiaanmethode
 - Vrijheidsgraden en randvoorwaarden
 - Scalaire formulering van de 2^e wet van Newton
 - Lagrangiaan, Lagrange-vergelijkingen
 - Cyclische variabelen, symmetrieën en behouden grootheden
 - Variatieprincipe van Hamilton
2. Starre lichamen
 - Veeldeeltjessystemen, massamiddelpunt
 - Rotaties en traagheidstensor
 - Hoofdasinstelsels, bewegingsvergelijkingen van Euler, hoeken van Euler
 - Symmetrische tolln:
 - vrij
 - in een gravitatieveld
 - precessie en nutatie
3. De Hamiltoniaan en de link met de kwantummechanica
 - Hamiltoniaan, Hamilton-vergelijkingen
 - Poissonhaakje
 - Kanonieke transformaties
 - Hamilton-Jacobi vergelijking
 - Periodieke bewegingen en kwantisatie
 - actievariabelen
 - de oude kwantumtheorie
 - Bohr-Sommerfeld atoommodel
 - Schrödinger-vergelijking, Hamilton operator

Literatuur

Zal later bekend gemaakt worden

Tentaminering

- Schriftelijk tentamen
- Bonuspunt op grond van het werkcollege

Asteroseismologie

Vakcode: **NB038B** 6 ec

derde kwartaal

prof. dr. C.C. Aerts

Website

www.ster.kuleuven.ac.be/staff/conny/index_en.html

Werkvormen

- 32 uur hoorcollege

Vereiste voorkennis

Jaar 1 en 2 van de bachelor natuur- en sterrenkunde

Leerdoelen

- De student maakt zich vertrouwd met de basisconcepten van de asteroseismologie
- De student kan moderne data van niet-radiaal trillende sterren analyseren en interpreteren
- De student kan methoden van tijdreeksanalyse toepassen op data van oscillerende sterren
- De student kan trillingsmodi van oscillerende sterren identificeren
- De student kan in een groep een onderzoeksproject in asteroseismologie uitwerken
- De student kan over de resultaten van een data-analyse een wetenschappelijk rapport schrijven en mondeling presenteren
- De student kan een synthese maken van recente vakartikelen in asteroseismologie.

Beschrijving

Een volledig uitgewerkte collegetekst bestaande uit drie delen is voorhanden. In een eerste deel wordt een volledig overzicht gegeven van stertrillingen en hun voorkomen in het Hertzsprung-Russell diagram. Alle momenteel gekende klassen van pulserende sterren worden doorlopen. Het tweede gedeelte van de syllabus is opgesplitst in twee hoofdstukken, waarvan het eerste een grondige inleiding geeft in tijdreeksanalyse en het tweede de huidige methoden van modus-identificatie behandelt. De studenten zullen deze analysemethoden leren toepassen op verschillende soorten pulserende sterren. Het laatste gedeelte van de cursus bestaat uit verscheidene geselecteerde recente vakartikelen die allen toepassingen van asteroseismologie beschrijven, zoals helioseismologie, seismologie van zonachtige sterren, seismologie van compacte objecten zoals witte dwergen en tenslotte seismologische toepassingen van verschillende typen hoofdreekssterren die aanzienlijk meer massa hebben dan de zon. De cursus is sterk interactief van karakter en toegespitst op het verwerven van praktische vaardigheden. Aanwezigheid is verplicht.

Literatuur

- Syllabus

Tentaminering

Het tentamen bestaat uit het analyseren en interpreteren van data van pulserende sterren en het voorstellen van de resultaten in de vorm van een rapport en een lezing. De tentamenopgaven worden reeds aan het begin van het college gegeven, zodat de studenten er onder begeleiding aan kunnen werken tijdens de werkcolleges.

Bijzonderheden

Verplicht voor sterrenkunde studenten

Bachelorstage Natuurkunde

Vakcode: **NB056B** 12 ec

tweede semester

ir. R.A.H.M. van Haren

Werkvormen

- 336 uur zelfstudie

Vereiste voorkennis

Rest van het bachelorprogramma (grotendeels)

Leerdoelen

- De student is in staat tot het opzetten van een eenvoudig wetenschappelijk onderzoek, het aantonen van de relevantie van het onderzoek, het systematisch bewerken en kritisch interpreteren van de onderzoeksresultaten en het formuleren van conclusies
- De student kan over werk in één van de natuurkundige of sterrenkundige onderzoeksafdelingen van de Faculteit NWI een wetenschappelijk verslag schrijven en mondeling presenteren

Beschrijving

De bachelorstage vormt een apotheose van het bachelorprogramma voor de natuurkunde studenten (Voor sterrenkundestudenten heeft het sterrenkundeproject een analoge rol). Het doel is om het bachelorprogramma af te sluiten met een onderdeel waarin de student kan laten zien dat hij/zij in staat is om zelfstandig bij één van de natuurkundige of sterrenkundige onderzoeksafdelingen van de Faculteit NWI te functioneren. Een ander doel is de oriëntatie op de O-variant van de masterstudie. De student dient pas te beginnen met de stage als de rest van het bachelorprogramma grotendeels is voltooid (Dit kan het best worden bepaald in overleg met de studieadviseur). Voorafgaand aan dit onderdeel zullen afdelingsbezoeken worden georganiseerd waardoor studenten zich kunnen oriënteren. Deze bezoeken maken deel uit van de stage en zijn verplicht. De stage wordt afgesloten met een schriftelijk verslag/scriptie en met een mondelinge presentatie op het Bachelor Stage Symposium, die door een jury beoordeeld wordt. De stage wordt beoordeeld door een docent van de afdeling waar deze plaats vindt en een tweede beoordelaar van een andere afdeling. Het bachelordiploma zal pas worden uitgereikt als een exemplaar van het verslag van deze stage is ingeleverd bij het onderwijsbureau.

De stage is ingeroosterd in kwartaal 11 en 12, met dien verstande dat in kwartaal 11 minstens drie dagdelen volledig beschikbaar zijn en in kwartaal 12 vijf dagdelen. In overleg met de examencommissie is het mogelijk om de stage niet op één van de natuur- of sterrenkundige onderzoeksafdelingen van de faculteit NWI te doen, maar elders. In dat geval dient de begeleiding wel vanuit een van de natuur- of sterrenkunde afdelingen plaats te vinden, evenals de beoordeling.

De begeleiding is in handen van meerdere docenten.

Tentaminering

De bachelorstage is op te vatten als een Proeve van Bekwaamheid. In de onderzoeksafdeling dient een docent te zijn aangewezen, die verantwoordelijk is voor de begeleiding van de student en de beoordeling van het verslag en de presentatie. De beoordelingscriteria worden bij het begin van de stage door deze docent kenbaar gemaakt aan de student.

Beroepsoriëntatie

Vakcode: NB010C *I ec*

vierde kwartaal

dr. ir. J.J. Schermer

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege

Leerdoelen

De student krijgt een eindcijfer op basis van zijn reflectie op zijn/haar carrière en de mate waarin tijdens de colloquia actief is deelgenomen aan de discussies

Beschrijving

Sprekers van binnen en buiten de universiteit houden een colloquium over de inhoud en het verloop van hun carrière als natuurkundige. Hierbij gaan zij in het bijzonder in op hun keuzes en de hieraan verbonden consequenties. De student schrijft op basis van deze voordrachten een reflectie op de vorderingen in zijn eigen beroepskeuze, met name over wat hij/zij zelf later wil gaan doen met de opleiding.

Wat wordt van de student verwacht?

- Presentieplicht
- Het actief participeren in de discussies tijdens de colloquia

Tentaminering

De student krijgt een eindcijfer op basis van zijn reflectie op zijn/haar carrière en de mate waarin tijdens de colloquia actief is deelgenomen aan de discussies.

Complexe Functies

Vakcode: NB019C 3 ec

vierde kwartaal

prof. dr. G.J. Heckman

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Lineaire Algebra; Calculus

Leerdoelen

- De student is vertrouwd met het begrip complex differentieerbare functie
- De student is bekend met het begrip contourintegraal en de stelling van Cauchy
- De student is vertrouwd met het begrip Laurent reeks
- De student is in staat contourintegralen te berekenen met behulp van de residuenstelling

Beschrijving

In dit college worden complexe functietheorie en Laplace transformaties behandeld. De complexe functietheorie bestudeert complexwaardige differentieerbare functies op zekere deelverzamelingen (gebieden) van het complexe vlak. Contour integralen spelen hierbij een belangrijke rol, met als hoofdresultaat de stelling van Cauchy. De toepassingen ervan binnen de wiskunde en de natuurkunde zijn legio, en het vak dient als een basisvak van de opleiding aangemerkt te worden.

Literatuur

E.M.Stein and R. Shakarchi, princeton lectures in *Analysis II, Complex Analysis*, PUP 2003. ISBN 0-691-11385-8

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Elektromagnetisme 1

Vakcode: **NB002B** 2 ec

eerste kwartaal

dr. ir. G.A. de Wijs

Website

www.theorphys.science.ru.nl

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege
- 14 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

- Elektriciteit en Magnetisme 1B en 2B
- Calculus 4

Leerdoelen

- De student begrijpt de structuur en kernbegrippen (zie beschrijving) van de klassieke elektrostatistische theorie
- De student kan deze kennis, het formalisme en de oplossingsstrategieën toepassen in vraagstukken betreffende de elektrostatica

Onderwerpen

- de wet van Coulomb
- divergentie (wet van Gauss) en rotatie van elektrische veld (elektrostatica)
- elektrische potentiaal
- vergelijkingen van Poisson en Laplace met oplossingstechnieken (beeldladingen, scheiding van variabelen)
- multipoolexpansie
- polarisatielading, dielektrische verplaatsing
- energie van het elektrische veld

Literatuur

Noodzakelijk:

- D.J. Griffiths, *Introduction to Electrodynamics*, 3^e editie, Prentice Hall, ISBN 0-13-805326-X (hardcover) of ISBN 0-13-919960-8 (softcover). Deze 3^e editie is ook verkrijgbaar bij Addison Wesley: ISBN-10: 0-13-805326-X, ISBN-13: 9780138053260.

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Elektromagnetisme 2

Vakcode: NB003B 3 ec

tweede kwartaal

dr. ir. G.A. de Wijs

Website

www.theorphys.science.ru.nl

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

- Elektriciteit en Magnetisme 1B en 2B
- Calculus 4

Leerdoelen

- De student begrijpt de structuur en kernbegrippen (zie beschrijving elektromagnetisme 1 en elektromagnetisme 2) van de klassieke elektromagnetische theorie
- De student kan deze kennis, het formalisme en de oplossingsstrategieën toepassen in elektromagnetische vraagstukken
- De student is vertrouwd met de beschrijving van elektromagnetische golven en kan deze kennis toepassen in eenvoudige vraagstukken betreffende breking en interferentie van licht en golfgeleiders

Onderwerpen

- wet van Biot/Savart, Lorentz krachtwet
- divergentie en rotatie van het elektronische en magnetische veld, wetten van Faraday en Ampère, complete Maxwellvergelijkingen in differentiaalvorm
- magnetische vectorpotentiaal
- magnetisatiestroom, H-veld
- energie van het EM veld, Poynting theorema
- elektromagnetische golven
- breking, interferentie
- speciale relativiteit: transformatie van de velden, relativistische formulering Maxwellvergelijkingen

Literatuur

Noodzakelijk:

- D.J. Griffiths, *Introduction to Electrodynamics*, 3^e editie, Prentice Hall, ISBN 0-13-805326-X (hardcover) of ISBN 0-13-919960-8 (softcover). Deze 3^e editie is ook verkrijgbaar bij Addison Wesley: ISBN-10: 0-13-805326-X, ISBN-13: 9780138053260.

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Elektronica

Vakcode: **NB029B** 3 ec

eerste kwartaal

dr. C.W.J.P. Timmermans

Website

www.hef.ru.nl/~timmer/class/elektronica

Werkvormen

- 7 uur hoorcollege
- 7 uur werkcollege
- 14 uur practicum

Vereiste voorkennis

- rekenen met complexe getallen
- eerste- en tweedejaars practica

Leerdoelen

- De student doorgrondt analoge elektronische schakelingen
- De student kan zelf elementaire signaalbewerkingen uitvoeren zoals filteren, integreren, versterken
- De student is in staat tegenkoppeling toe te passen, en de effecten hiervan te begrijpen
- De student is in staat om logische problemen om te zetten in digitale schakelingen
- De student is in staat om de verschillende bus-signalen te begrijpen en te analyseren.

Onderwerpen

- impedanties, Kirchhoff, Norton/Thevenin, lineaire en niet lineaire elementen
- filters, Bode-plots, actieve en passieve elementen
- transistoren, volger, versterker, Ebers-Moll vergelijking, Field Effect Transistoren
- OPAMP schakelingen en terugkoppeling, oscillatoren, 555 timer chip
- introductie digitale elektronica, logische families, poorten en vergelijkingen. Karnaugh schema's
- flip-flop, digitaal geheugen, tri-state logica, bus en DMA

Literatuur

Noodzakelijk:

- Syllabus

Aanbevolen:

- Horowitz and Hill, *The Art of Electronics*, Cambridge University Press

Tentaminering

Een combinatie van schriftelijk tentamen, meetrappen van het practicum en huiswerkopgaven

Inleiding in de filosofie en ethiek

Vakcode: **FFIL100** 3 ec

eerste kwartaal

prof. dr. H.A.E. Zwart
S.A.J. Segers

Website

www.filosofie.science.ru.nl/1education.htm

Werkvormen

- 24 uur werkcollege
- 1 uur individuele begeleiding
- 55 uur zelfstudie

Leerdoelen

- Inzicht in filosofische, historische en culturele achtergronden van wetenschap
- Inzicht in de maatschappelijke impact van wetenschap
- Inzicht in de kentheoretische vooronderstellingen van experimenteel onderzoek
- Inzicht in de eigenheid van wetenschappelijk denken in vergelijking met andere vormen van intellectuele activiteit
- Vaardigheid om actuele wetenschappelijke ontwikkelingen in een bredere maatschappelijke en culturele context te plaatsen
- Vaardigheid om te reflecteren op de interactie tussen wetenschap en maatschappelijke omgeving
- Vaardigheid om concrete morele dilemma's in verband met wetenschapsbeoefening te analyseren

Beschrijving

De cursus Inleiding in de Filosofie en de Ethiek (Filosofie I) besteedt op geïntegreerde wijze aandacht aan historische, filosofische en ethische aspecten van wetenschapsbeoefening door middel van hoorcolleges en opdrachten. De cursus wordt tweemaal per jaar aangeboden, in het najaarsemester (eerste kwartaal) voor studenten exacte wetenschappen (wiskunde, natuurkunde, scheikunde, informatica, Natuurwetenschappen), in het voorjaarsesemester (vierde kwartaal) voor studenten levenswetenschappen (biologie, milieukunde, moleculaire levenswetenschappen).

Onderwerpen

Najaarssemester:

- Wat is filosofie?
- Geschiedenis van de elementen
- Geschiedenis en actualiteit van het wetenschappelijk observeren, kwantificeren en communiceren
- Wetenschappelijke revoluties
- Maatschappelijke impact van de natuurwetenschappen
- Angst voor wetenschap
- Wetenschapsethiek
- Objectivering en formalisering van de ethiek
- Wetenschap en literaire verbeelding

Voorjaarssemester:

- Wat is filosofie?
- Geschiedenis van het denken over dieren
- Geschiedenis en actualiteit van het proefdieronderzoek (ethische en epistemologische aspecten)
- Genetische modificatie en genomics
- Milieu-ethiek
- Filosofie van het landschap
- Biotechnologie
- Medische biologie

Literatuur

Teksten uitgedeeld tijdens college of dictaten via website docent. Najaarssemester: Hub Zwart (2005) Denkstijlen. Nijmegen: Valkhofpers

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Bijzonderheden

Najaarssemester: m.n. geschikt voor studenten Wiskunde, Natuur- en Sterrenkunde, Scheikunde, Natuurwetenschappen.

College 02/09/08 tm 16/12/08 dinsdag 08.30-10.30 uur

Voorjaarssemester: m.n. geschikt voor studenten Biologie en medische biologie, milieukunde, moleculaire levenswetenschappen.

College: 17/04/09 tm 10/07/09 vrijdag 08.30-10.30 uur

Inleiding Algemene Relativiteitstheorie

Vakcode: **NB032B** 3 ec

derde kwartaal

prof. dr. R.H.P. Kleiss

Website

www.theophys.science.ru.nl/people/kleiss

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

- Tensoren en toepassingen

Leerdoelen

- De student is in staat begrippen uit de tensorrekening (zoals in het college Tensoren en Toepassingen behandeld) toe te passen op de tijdruimte van de fysica
- De student begrijpt de Einstein vergelijkingen
- De student is in staat om in eenvoudige gevallen de Einstein vergelijkingen op te lossen
- De student is in staat enige astronomische/kosmologische implicaties van de ART te bediscussieren

Beschrijving

De ART is onontbeerlijk voor een goed begrip van de structuur en evolutie van de kosmos. Hierbij is de tensor-rekening en het concept van gekromde tijd-ruimte essentieel.

Onderwerpen

- de Minkowski - ruimte en de speciale relativiteitstheorie
- Newtoniaanse gravitatie en mechanica als limietgeval van de ART
- de Schwarzschild oplossing: zwarte gaten, perihelium-verschuiving, licht-afbuiging
- de Einstein vergelijkingen
- de Kosmologische constante
- gravitatie golven
- eenvoudige modellen van evolutie van de kosmos

Literatuur

Noodzakelijk:

- W. Rindler, *Relativity: Special, General and Cosmological*, 2nd edition 2006, Oxford Univ. Press, ISBN 9780-1985-67325.

Tentaminering

Take-home tentamen

Inleiding Groepentheorie

Vakcode: **NB020B** 3 ec

eerste kwartaal

dr. M.H.A.H. Muger

Website

www.math.ru.nl/~heckman

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege
- 8 uur practicum

Vereiste voorkennis

Lineaire Algebra

Leerdoelen

- De student is in staat de basisbegrippen van de groepentheorie te hanteren
- De student is bekend met karaktertheorie van eindige groepen, in het bijzonder voor de eindige ondergroepen van de rotatiegroep
- De student is in staat spectrale ontaarding van moleculen te berekenen, ten gevolge van symmetrie.

Beschrijving

Behandeld wordt de theorie van representaties van eindige groepen en hun karaktertabellen aan de hand van enkele moleculen.

Voor studenten die geïnteresseerd zijn in een meer fundamentele aanpak van de groepentheorie is het mogelijk om dit vak te vervangen door het wiskundevak Symmetrie (6 ec). Dit vak Symmetrie dient dan ter vervanging van Inl. Groepentheorie en levert tevens 3 ec op aan keuzevakken.

Onderwerpen

- groepen
- ondergroepen
- normaaldelers
- homomorfismen
- nevenklassen en conjugatieklassen
- het lemma van Schur
- karakters van representaties
- karaktertabellen van enkele eindige groepen
- spectrale ontaarding van het vibratie spectrum van moleculen met symmetrie

Literatuur

- Collegedictaat

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Kansrekening

Vakcode: **NB004B** 3 ec

eerste kwartaal

dr. J.D.M. Maassen

Website

www.math.ru.nl/~maassen

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Calculus 1

Leerdoelen

- De student is in staat kansen, verwachtingen en varianties te berekenen met behulp van standaardtechnieken uit de kansrekening, zoals combinatoriek, sommatie en integratie, verdelingsfuncties en kansdichtheidsfuncties
- De student herkent situaties waarin eenvoudige kanstheoretische verdelingen bruikbaar zijn, zoals de binomiale verdeling, de exponentiële en geometrische verdelingen en de normale verdeling
- De student is in staat hiermee problemen op te lossen

Beschrijving

In dit college worden de grondslagen van de kansrekening behandeld en passeren enkele veel gebruikte modellen de revue

Onderwerpen

- combinatorische kansrekening
- verwachting en variantie
- discrete en continue verdelingen
- exponentiële verdeling
- normale verdeling en normale behandeling

Literatuur

- Collegedictaat, te downloaden van Blackboard

Tentaminering

Schriftelijk tentamen, waarbij werkcollegeresultaten meetellen

Bijzonderheden

Verplicht voor wis- en natuurkunde en informatica studenten

Kosmische Magnetohydrodynamica

Vakcode: NB037C 3 ec

vierde kwartaal

prof. dr. J.M.E. Kuijpers

Website

www.astro.ru.nl

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Jaar 1 en 2 van de bachelors natuur- en sterrenkunde; het sterk aanbevolen keuzevak stromingsleer

Leerdoelen

- De student leert een geavanceerd recent wetenschappelijk artikel uit het vakgebied van de Kosmische MHD te analyseren, de fysica te doorgronden, het te plaatsen in andere recente ontwikkelingen en te bekritisieren
- De student beheerst de belangrijkste inzichten op het vakgebied van magnetische verschijnselen in de kosmos
- De student verkrijgt kennis in het gebruiken en rekenen met de vergelijking van de magnetohydrodynamica
- De student kan deze vergelijkingen toepassen op simpele astrofysische omstandigheden

Beschrijving

Kosmische magnetohydrodynamica (MHD) omvat het gedrag van magnetische velden in de kosmos. Aan de hand van het boek *The Physics of fluids and plasmas* verdiepen we ons in het vaak verrassende effect van magneetvelden op elektrisch geleidende gassen en plasma's en onderzoeken we diverse astrofysische toepassingen in de zon, het interstellair medium, bij sterren en compacte objecten, in accretieschijven en sterwinden, jets, kosmische dynamo's en magnetische explosies of stervlammen.

Literatuur

Noodzakelijk:

- Arnab Rai Choudhuri, *The Physics of Fluids and Plasmas*, Cambridge Univ. Press, 1998, ISBN 0 521 55543 4 (pbk), ongeveer € 45 - 50
- Jan Kuijpers, *Pulsars as Physics Laboratories*, diktaat, RU Nijmegen, 2004

Tentaminering

Dit vak telt standaard 3 ec maar kan met 3 ec keuze worden aangevuld.

De toetsing geschiedt:

voor 3 ec op basis van opgaven (70%) en presentatie van een recent artikel (30%);
 voor 6 ec voor 40% door opgaven, 40% door scriptie over recent artikel, en
 20% voor presentatie van 10 minuten over het artikel.

Kwantummechanica 1a

Vakcode: NB013B 3 ec

derde kwartaal

prof. dr. W.J. van der Zande

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Het college is een vervolg op het vak Inleiding Kwantummechanica dat in het eerste jaar is gegeven.

Leerdoelen

- De student is in staat de Schrödinger vergelijking zowel tijdsafhankelijk als tijdsafhankelijk te interpreteren in het kader van waarnemingen aan fysische systemen
- De student is in staat om
- De student is in staat om te gaan met het formalisme van de kwantummechanica, waaronder wordt verstaan eigenfuncties, operatoren, matrixrepresentaties, Dirac notatie, onzekerheidsprincipes
- De student is in staat eenvoudige 1-dimensionale problemen te formuleren en op te lossen

Beschrijving

Dit vak maakt deel uit van de kwantummechanica-cyclus, bestaande uit Inleiding Kwantummechanica en Kwantummechanica 1a+b, 2 en 3.

In dit gedeelte van de cyclus wordt de tijdsafhankelijke Schrödinger vergelijking geïntroduceerd. Het formele bouwwerk van de kwantummechanica wordt behandeld aan de hand van de werking van operatoren, van verschillende representaties, de eigenschappen van de Hilbert ruimte. De rol van metingen en de interpretatie van de kwantummechanica worden ook behandeld. Aan de hand van de harmonische oscillator, de δ -functie potentiaal, golfpakketten en vrije deeltjes worden vele aspecten van de kwantummechanica besproken.

Onderwerpen

- **Rol van de kwantummechanica binnen de Natuurkunde:**
Historische aspecten, formalisme, interpretatie, toetsing, het vreemde van de kwantummechanica en de Bell ongelijkheden
- **Tijdsafhankelijke Schrödinger Vergelijking:**
Golf functies, waarschijnlijkheidsinterpretatie, normbehoud, kwantumflux, operatoren
- **Tijdsafhankelijke Schrödinger Vergelijkingen, één-dimensionale stationaire potentiaalproblemen:**
Eigenwaarden, eigenfuncties, harmonische potentiaal, analytisch en met operator algebra, δ -functie potentiaal, oneindige put
- **Vlakke golven, golfpakketten, impuls golf functies:**
Dirac δ -functie normalisatie, Fouriertransformatie, Gaussische golfpakket, minimale onzekerheid toestanden
- **Hilbert Ruimte, Toestandvectoren en Dirac notatie:**
Formele eigenschappen van operatoren, matrixformalisme en lineaire algebra, bra- en ket notatie en formalisme

Literatuur

Noodzakelijk:

- David J. Griffiths, *Introduction to Quantum Mechanics*, second edition, Prentice Hall, Pearson Education Ltd, 2005.

Tentaminering

- Schriftelijk tentamen
- Bonuspunt op grond van werkcollege

Kwantummechanica 1b

Vakcode: **NB014B** 3 ec

vierde kwartaal

prof. dr. W.J. van der Zande

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Kwantummechanica 1a

Leerdoelen

- De student is in staat om eenvoudige kwantummechanische problemen in drie dimensies te formuleren en op te lossen, waaronder het waterstofprobleem
- De student is in staat om kwantummechanische berekeningen uit te voeren waarin draai-impuls en spin optreden
- De student is in staat om symmetrie eigenschappen van een kwantumprobleem te herkennen en te gebruiken bij de oplossing daarvan
- De student is in staat om storingsrekening te gebruiken bij het oplossen van problemen

Beschrijving

Dit vak maakt deel uit van de kwantummechanica-cyclus bestaande uit Inleiding Kwantummechanica en Kwantummechanica 1a+b, 2 en 3.

In dit gedeelte van de cyclus worden de consequenties van één, twee en drie dimensies voor kwantummechanische problemen geïntroduceerd. Ontaarding van toestanden wordt uitgelegd. Draai-impuls en spin in kwantummechanica worden uitgebreid behandeld. Het waterstof atoom wordt opgelost. De oplossing van 'echte' problemen vraagt om intelligente benaderingsmethoden, zoals storingsrekening. De tijdonafhankelijke vorm daarvan wordt uitgelegd. In het college worden relevante voorbeelden uit moderne experimenten besproken.

Onderwerpen

- **Kwantumproblemen in sferische coördinaten, scheiding van variabelen:**
Het speciale karakter van periodieke coördinaten en kwantisatie, oplossingen, eigenfuncties van draai-impuls, ladderoperatoren
- **Spin-1/2 deeltjes als generalisatie van draai-impuls:**
Dirac spinor, eigenfuncties, eigenschappen
- **Het waterstof atoom en andere drie-dimensionale problemen:**
Kwantumgetallen, analogie met klassieke systemen, waterstof energie spectrum
- **Storingsrekening als methode om niet-analytische problemen te berekenen:**
Tijdonafhankelijke storingsrekening, niet-ontaarde, ontaarde omstandigheden, WKB benadering, variatierekening

Literatuur

Noodzakelijk:

- David J. Griffiths, *Introduction to Quantum Mechanics*, second edition, Prentice Hall, Pearson Education Ltd., 2005

Tentaminering

- Schriftelijk tentamen
- Bonuspunt op grond van werkcollege

Kwantummechanica 2

Vakcode: **NB015B** 5 ec

eerste semester

dr. W.J.P. Beenakker

Website

www.hef.ru.nl/~beenakker

Werkvormen

- 30 uur hoorcollege
- 30 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Kwantummechanica 1a en 1b

Leerdoelen

- De student kan omgaan met de abstracte formulering van de kwantummechanica
- De student is in staat een complex kwantummechanisch probleem te vereenvoudigen met behulp van symmetrie-argumenten en benaderingstechnieken
- De student kent de fundamentele verschillen tussen fermionen en bosonen
- De student is in staat af te schatten hoe een kwantumsysteem verandert onder invloed van een extern opgelegde tijdsafhankelijke invloed
- De student kan simpele niet-relativistische verstrooiingsproblemen doorrekenen

Beschrijving

Dit vak maakt deel uit van de kwantummechanica-cyclus bestaande uit Inleiding Kwantummechanica en Kwantummechanica 1a+b, 2 en 3.

In dit gedeelte van de cyclus ligt de nadruk op de abstracte formulering van de kwantummechanica. Unitaire transformaties spelen hierbij een centrale rol gezien hun belang voor de beschrijving van verscheidene aspecten van de kwantummechanica, zoals overgangen tussen verschillende representaties, tijdsevolutie, alsmede symmetrieën en behoudswetten. Vervolgens zal er worden kennisgemaakt met de zeer speciale kwantummechanische eigenschappen van systemen bestaande uit identieke deeltjes. Tenslotte wordt besproken hoe kwantumsystemen veranderen onder invloed van tijdsafhankelijke externe invloeden, zoals elektromagnetische velden en verstrooiingsinteracties.

Onderwerpen

• **Principes van de kwantummechanica**

Unitaire transformaties; tijdsevolutie, padintegraalformulering; symmetrieën en behoudswetten.

Toepassingen: neutrino-oscillaties, neutron-interferometrie, gravitationele kwantuminterferentie, bandenstructuur voor periodieke potentialen, niveausplitsing voor NH₃-moleculen, magnetische spinprecessie, tijdsafhankelijke storingseffecten voor 1-elektron atomen, Stern-Gerlach experiment.

• **De kwantummechanica van identieke deeltjes**

Bosonen en fermionen, symmetrisatie en antisymmetrisatie, verwisselingsinteractie, Pauli-uitsluitingsprincipe.

Toepassingen: kwantumgassen, quarks en het kwantumgetal kleur, para- en orthohelium, het periodiek systeem, covalente bindingen, hoeken in moleculaire bindingen.

- **De WKB benadering**
Semi-klassieke benaderingsmethode, connectieformules; discrete energieniveaus, kwantumtunneling.
Toepassingen: niveausplitsing voor NH₃-moleculen, bandenstructuur voor periodieke potentialen, stuitende neutronen, STM (scanning tunneling microscope), α -verval van zware kernen.
- **Tijdsafhankelijke benaderingsmethoden**
Systemen met twee energieniveaus, absorptie-emissie cyclus, resonantie, populatie-inversie; storingstheorie, periodieke storingen, Fermi's gouden regel, frequentieregel van Bohr; abrupte veranderingen (sudden approximation); adiabatische benaderingen, Berry-fase.
Toepassingen: NH₃-maser, magnetische spin-resonanties, spectroscopie, β -verval van tritium, Born-Oppenheimer benadering voor moleculen/kristallen, van der Waals-interactie, Aharonov-Bohm effect.
- **Niet-relativistische verstrooiingstheorie**
De kwantummechanica van verstrooiingsprocessen; tijdsafhankelijke formulering, Lippmann-Schwinger vergelijking, verstrooiingsamplitude; Born-reeks en Born-benadering; partiële golven, faseverschuivingen, perfecte transmissie, resonantie, verstrooiingslengte.
Toepassingen: verstrooiing aan Yukawa- en Coulomb-potentialen, neutronverstrooiing aan kernen, Ramsauer-Townsend effect.
- **Wisselwerking tussen kwantumsystemen en klassieke elektromagnetische velden**
Minimale substitutie, ijkinvariantie; dipoolbenadering, gestimuleerde emissie en absorptie van straling, selectieregels; wisselwerking met constante magneetvelden.
Toepassingen: Aharonov-Bohm effect, Landau-niveaus, para- en diamagnetisme.

Literatuur

Noodzakelijk:

- Colledictaat: wordt wekelijks op de website gezet.

Aanbevolen:

- David J. Griffiths, *Introduction to Quantum Mechanics*, 2nd edition, Prentice Hall, Pearson Education Ltd, 2005
- Eugene Merzbacher, *Quantum Mechanics*, 3rd edition, John Wiley & Sons, 2003
- B.H. Bransden and C.J. Joachain, *Quantum Mechanics*, 2nd edition, Prentice Hall, Pearson Education Ltd, 2000
- J.J. Sakurai, *Modern Quantum Mechanics*, revised edition, Addison - Wesley, 1994

Tentaminering

- Schriftelijk tentamen
- Bonuspunt op grond van het werkcollege

Orientatie cursus Communicatie, Educatie & Management

Vakcode: **FCEM01** 6 ec

drs. J.G.J. van den Broek
prof. dr. B. Dankbaar
H.M. Dresen

Werkvormen

De cursus bestaat uit verschillende onderdelen: Loopbaanplanning, Inleidingen in Communicatie, Educatie, Management en Algemene academische vaardigheden. De gehanteerde werkvormen zijn zeer divers: 60 uur contacttijd (colleges, werkcolleges, vaardigheidstrainingen) en 100 uur zelfstudie, opdrachten en verslaglegging.

Leerdoelen

De Oriëntatiecursus Communicatie, Educatie en Management, de CEM-cursus, beoogt studenten tijdens de bachelorfase voor te bereiden op de te maken keuzes in de masterfase. De CEM-cursus zet studenten aan tot een actieve oriëntatie op de beroepstoekomst en laat studenten kennismaken met een aantal theorieën, situaties en werkwijzen op het gebied van communicatie, educatie en management, gerelateerd aan een bètacontext.

De eindtermen van deze cursus zijn gericht op inzichten en vaardigheden, die van iedere professionele bèta verwacht mogen worden:

- Deelnemers hebben een globaal inzicht in enkele relevante theoretische concepten, modellen, instrumenten en werkwijzen op het gebied van communicatie, educatie en management.
- Deelnemers beschikken over een aantal mondelinge en schriftelijke vaardigheden om bètagereleerde kennis en inzichten doelgericht over te kunnen brengen in multidisciplinaire samenwerkingssituaties.
- Deelnemers zijn in staat om te reflecteren op hun huidige fase van ontwikkeling, hebben inzicht in hun (voorlopige) voorkeuren en kunnen deze verwerken in een doelgericht plan voor de inrichting van hun verdere (studie)loopbaan.

Beschrijving

Theorieën, concepten, modellen, instrumenten etc. op het gebied van loopbaanplanning, communicatie, educatie en management, gerelateerd aan een bètacontext.

- De vaardigheidstrainingen Effectief schrijven en Academic professional
- De voorbereiding en uitvoering van het doelgericht overdragen van bètagereleerde kennis en informatie.
- Eindverslag: een persoonlijk doelgericht afstudeerplan ("Masterplan").

Literatuur

Het studiemateriaal bestaat uit artikelen, hand-outs en opdrachten

Tentaminering

Elk afzonderlijk gevolgd onderdeel van de cursus dient minstens voldoende te zijn

Planetenstelsels

Vakcode: **NB058C** 3 ec

eerste kwartaal

prof. dr. C. Dominik

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege
- 14 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Eerstejaars wis- en natuurkunde. Studenten van biologie en scheikunde zijn welkom, het vak is ook voor hun interessant.

Leerdoelen

- De student begrijpt en beheerst de opbouw van het zonnestelsel en de eigenschappen van de verschillende soorten planeten en kleine lichamen
- De student begrijpt de technieken die gebruikt worden voor de zoektocht naar exoplaneten
- De student beheerst de grondbeginselen van de astrobiologie

Beschrijving

Gedurende de laatste 13 jaar zijn er meer dan honderd planeten buiten ons zonnestelsel gevonden. Dit college begint met een overzicht over ons eigen planetenstelsel en gaat deze basis gebruiken om exoplaneten te bestuderen. Wat is de opbouw van ons eigen planetenstelsel? Welke soorten lichamen zijn er? Wat zijn aardachtige planeten, gasreuzen, dwergplaneten, asteroïden en kometen? Hoe is ons zonnestelsel ontstaan, hoe ontstaan andere planetenstelsels? Wat zijn de eigenschappen van de nieuwe exoplaneten? Zou er leven kunnen bestaan buiten ons zonnestelsel?

Onderwerpen

Dit college gaat over de planeten in ons zonnestelsel en in de stelsels rond andere sterren:

1. Overzicht, structuur van het zonnestelsel, banen, getijdenkrachten
2. Aardachtige planeten: Mercurius, Venus, Aarde, Mars
3. Gasreuzen: Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus
4. Kleine lichamen: asteroïden (en meteorieten), kometen, Kuiper gordel, Oortwolk, Stof
5. Exoplaneten: Geschiedenis, detectiemethoden
6. Eigenschappen van Exoplaneten en planetenstelsels
7. Het ontstaan van planetenstelsels
8. Astrobiologie: Leven in het heelal

Literatuur

Aanbevolen:

- I. de Pater & J. Lissauer: *Planetary Sciences*, Cambridge University Press, ISBN 0-521-48129-4
Dit boek bespreekt wel meer dan we in dit college doen, maar het is dan ook een boek waar je nog heel lang van zal genieten. Duidelijk het beste boek over het onderwerp.
- Collegedictaat Zonnestelsel (verkrijgbaar bij de docent)
Dit is een dictaat van de UvA voor een cursus van 13 weken over ons zonnestelsel, maar is zeker ook handig als begeleiding voor dit college

Tentaminering

Schriftelijk, Essay

Practicum Natuurkunde 2a

Vakcode: NB007B *6 ec*

eerste semester

ir. R.A.H.M. van Haren

Website

www.ru.nl/natuurkunde/ons

Werkvormen

- 168 uur practicum

Vereiste voorkennis

Practicum Natuurkunde 1a en het Practicum Natuurkunde 1b

Leerdoelen

De student kan experimenteren. Hierin onderscheiden wij:

- Aangewezen experimenten uitvoeren op basis van aanwijzingen en opdrachten
- Verbinding maken tussen de benodigde theorie en het experiment
- De voor de proeven benodigde apparatuur en instrumenten deskundig gebruiken
- Resultaten zelfstandig analyseren
- Beargumenteerd een keuze maken uit een aantal experimenten, eventueel een zelfbedacht experiment ter voorbereiding van het Practicum Natuurkunde 2b.

De student kan communiceren over natuurkundige experimenten. Hierin onderscheiden wij:

- Een standaard practicumverslag schrijven
- Een meetrapport schrijven
- Mondeling rapporteren
- Een meetplan opstellen
- Een poster ontwerpen
- Een artikel schrijven
- Beargumenteerd een andere verslagvorm toepassen

Beschrijving

Er worden 6 experimenten gedaan, die elk ongeveer drie dagen investering vragen. Deze experimenten staan beschreven in de handleiding.

De experimenten kunnen plaatsvinden op het gebied van: Röntgenstraling, het Hall effect in metaal, supergeleiding en geleiding in dunne plaatjes, LabVIEW programmering van een PID temperatuurregeling, Lock in amplifier bij Faraday Rotatie en zonnecel rendementsmetingen (standaardproeven); Halfgeleiding, transistoreigenschappen en toepassingen, impedantie, Scanning Probe Microscope of Peltierelement (keuzeproeven); Geluidssnelheid in metaal, akoestische trilhoute, optische beeldvorming, lichtsnelheid in glasvezel of vooruitlopend op Practicum Natuurkunde 2b een try-out voor het project (vrije proeven).

Leren communiceren over zelf uitgevoerde experimenten vormt een substantieel onderdeel van dit practicum.

Literatuur

Noodzakelijk:

- Practicumhandleiding algemeen
- Practicumhandleiding deel 2a (beschikbaar op Black Board)

Tentaminering

Actieve deelname aan het practicum is verplicht.

Per experiment worden zo mogelijk op basis van een nabespreking cijfers toegekend aan de aangetoonde samenwerking en de verslaglegging van het experiment naar vorm en inhoud. Het eindcijfer is het gewogen gemiddelde van de cijfers, die uit 6 experimenten verkregen worden.

Practicum Natuurkunde 2b

Vakcode: **NB008C** 5 ec

tweede semester

ir. R.A.H.M. van Haren

Website

www.ru.nl/natuurkunde/ons

Werkvormen

- 140 uur practicum

Vereiste voorkennis

Alle voorgaande practica (1a/1b en 2a)

Leerdoelen

De student kan onderzoeken. Hierin onderscheiden wij:

- Beargumenteerd tot een keuze komen voor een onderwerp
- Het onderwerp voldoende afbakenen en van relevante literatuur voorzien
- Theorie uitwerken zodat de wetenschappelijke vraagstelling toegesneden wordt naar de praktische mogelijkheden
- Een relevante onderzoeksvraag formuleren
- Een valide onderzoeksmethode bedenken
- Een opstelling bouwen waarmee betrouwbare metingen kunnen worden verricht
- Communiceren over natuurkundig onderzoek
- Een onderzoeksvoorstel schrijven, voorzien van een haalbaar meetplan
- Het eigen plan uitvoeren binnen de gestelde tijd
- De onderzoeksresultaten lokaal publiceren in een artikel, een poster en een symposium.

Beschrijving

Het practicum bestaat uit een project, waarbij studenten in kleine groepen een zelfbedacht experiment uitvoeren. In zo'n project wordt een aantal onderzoeksvaardigheden geleerd. Deze vaardigheden hebben zowel experimenteel inhoudelijke, als procedurele en strategische componenten. De vaardigheden worden ingezet om de volgende producten te maken: Rapport I (projectvoorstel), artikel, poster, Rapport II en een presentatie op een symposium. Per product worden van tevoren in plenaire bijeenkomsten aanwijzingen en achteraf in kleine groepen beoordelingsresultaten doorgesproken.

Men begint met brainstormsessies waarin alle deelnemers trachten elkaar op goede ideeën te brengen. Daaruit dient men vanuit de eigen mogelijkheden te kiezen voor een onderwerp met voldoende theoretische en experimentele aspecten, die moeten worden afgebakend en neergelegd in een scherpe formulering van de onderzoeksvraag. Na enige try-outs kan het onderzoeksvoorstel geschreven worden op basis van aangewezen subsidiecriteria. Nadat het onderzoeksvoorstel eenmaal is ingediend begint de periode van resultaten vergaren en analyseren, hetgeen afgerond wordt met de uiteindelijke vastlegging in een artikel, een poster en een presentatie voor de studenten van het eerste jaar, die een kritisch publiek vormen en tevens een enthousiasmerende introductie krijgen van het project.

Literatuur

- Practicumhandleiding deel 2b (beschikbaar op Black Board)

Tentaminering

De producten worden beoordeeld volgens in de practicumhandleiding 2b vermelde criteria.

Bijzonderheden

Niet verplicht voor sterrenkunde studenten

Programmeren

Vakcode: NB021B 4 ec

derde kwartaal

prof. dr. W.L. Meerts

Website

www.mlf.science.ru.nl/leo_meerts/programmeren

Werkvormen

- 32 uur hoorcollege
- 64 uur practicum

Vereiste voorkennis

Gebruik van computers, vak 'Inleiding Computergebruik' of gelijkwaardig.

Leerdoelen

- De student is in staat systematisch te programmeren
- De student kan door middel van algoritmen een programma opstellen
- De student kan gebruik maken van de top-down programmeermethode

Onderwerpen

- **Programmeren:**
algoritmen, top-down, bottom-up, taalelementen, programmeerstijl
- **Algemene concepten en onderwerpen:**
data-structuren, recursie, pointers, dynamisch alloceren, sorteer-algoritmen, hashing, random number generatoren
- **Programmeertaal C:**
programmeerstructuur, syntax, instructies
NIET ingegaan wordt op object-georiënteerd programmeren
- **Practicum:**
een aantal kleine opdrachten die aansluiten bij onderwerpen uit het college, grote eindopdracht gerelateerd aan een natuurkundig onderwerp

Literatuur

Noodzakelijk:

- Brian W. Kernighan en Dennis M. Ritchie, *The C Programming Language*, 2^e edition, Prentice Hall, ISBN 0-13-110362-8

Tentaminering

Opdrachten

Statistische Mechanica

Vakcode: **NB033B** 5 ec

derde kwartaal

prof. dr. A. Fasolino

Website: blackboard.ru.nl

Werkvormen

- 32 uur hoorcollege
- 32 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Warmteleer, analytische mechanica

Leerdoelen

- De student kan de macroscopische wetten van de thermodynamica afleiden uit de microscopische opbouw van de materie. Statistische methoden zijn hierbij essentieel, vandaar de naam van het vakgebied
- De student begrijpt het concept van statistische ensemble en kan de microcanoniek, canoniek en groot canoniek ensembles onderscheiden
- De student begrijpt dat entropie een maat is voor de waarschijnlijkheid van een bepaalde macroscopische toestand
- De student kan de entropie van enkele simpele systemen berekenen
- De student beheerst de wiskundige methoden die nodig zijn om de toestandsom en de gerelateerde thermodynamische potentialen en grootheden te berekenen
- De student heeft geleerd op welke gronden een systeem klassiek of kwantummechanisch beschreven moet worden

Beschrijving

Dit college geeft een eerste inleiding op het onderwerp en is daarom beperkt tot (i) evenwichtseigenschappen en (ii) voornamelijk tot 'ideale' systemen.

Onderwerpen

- Ensemble theorie en relatie met de thermodynamica
- Microcanoniek, canoniek ensemble
- Klassiek ideaal gas en ideale magneet
- Maxwell-Boltzmann distributie en equipartitie
- Groot canoniek ensemble
- Ideale Fermi gas
- Ideale Bose gas en Bose-Einstein condensatie
- Warmtestraling, fotonen, fononen
- Fase overgangen, Landau theorie
- Systemen met interactie: viriaal expansie, van der Waals theorie

Literatuur

Noodzakelijk:

- R. Bowley and M. Sanchez, *Statistical Mechanics*, Oxford Univ. Press (2000)

Tentaminering

- Schriftelijk tentamen
- Bonuspunt op basis van het werkcollege

Stereolutie

Vakcode: **NB012B** 3 ec

tweede kwartaal

dr. G.A. Nelemans

Website

www.astro.ru.nl -> studiemateriaal

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Eerstejaars wis- en natuurkunde

Leerdoelen

- De student begrijpt de vergelijkingen van sterstructuur
- De student kan deze vergelijkingen in simpele gevallen oplossen
- De student kent de evolutie van enkele sterren en kan deze beschrijven, zowel in termen van waarneembare grootheden als in termen van de fysische processen die zich in de kern afspelen
- De student begrijpt homologie en kan dit toepassen

Beschrijving

Sterren vormen de bouwstenen van het Heelal. Begrip van hoe sterren worden geboren, leven en sterven is essentieel voor een goed begrip van het Heelal. Hoe leveren sterren de energie om miljarden jaren lang te schijnen? Hoe kunnen sterren in evenwicht blijven. Hoe worden ze geboren? Wat gebeurt er nadat de waterstof in een sterkern op is? Hoe ontstaan witte dwergen, neutronensterren en zwarte gaten? Deze vragen zullen in het college aan bod komen. Aan de hand van de structuurvergelijkingen van sterren zal de kernfusie, stabiliteit en evolutie van sterren duidelijk worden gemaakt.

Literatuur

Noodzakelijk:

- D. Prialnik, *An introduction to the Theory of Stellar structure and evolution*, 2000, Cambridge University Press, ISBN 0-521-65937-x

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Bijzonderheden

Verplicht voor sterrenkunde studenten

Bachelorstage Sterrenkunde

Vakcode: NB040C 12 ec

tweede semester

prof. dr. P.J. Groot

Website

www.astro.ru.nl

Werkvormen

- 336 uur zelfstudie

Vereiste voorkennis

Eerste en tweede jaars wis- en natuurkunde

Leerdoelen

- De student kan zelfstandig een onderzoeksvraag formuleren
- De student kan vervolgens een methode van oplossing uitdenken die gebaseerd is op de 1^e en 2^e jaars beheersing van de (astro)fysica
- De student is in staat het onderzoek uit te voeren en de metingen te verrichten c.q. theorie toe te passen
- De student is in staat de metingen of resultaten te interpreteren en een verslag te schrijven

Beschrijving

Al in het bachelorprogramma wordt studenten de mogelijkheid geboden om in paren te werken aan een eigen astronomisch onderzoeksproject. Het project wordt in overleg met een van de docenten (prof.dr. Paul Groot, dr. Gijs Nelemans, prof.dr. Heino Falcke of dr.Jörg Hörandel) gekozen. De studenten worden aangemoedigd zelf met ideeën te komen en hun veld van belangstelling aan te geven. Het project kan bestaan uit zuiver theoretisch onderzoek, dan wel observationeel of puur instrumenteel van aard zijn. Het onderzoek wordt afgerond met een scriptie of verslag en eventueel het materiële product.

Het project wordt uitgevoerd in het tweede semester van het derde jaar.

Onderwerpen

Mogelijke projecten omvatten voor het collegejaar 2008/2009:

- Visualisatie in de Sterrenkunde (Groot / Nelemans)
- Theoretische astrofysica (Nelemans / Kuijpers)
- Observationeel onderzoek optische telescopen (Groot)
- Observationeel onderzoek radiotelescopen (Falcke)
- Project in het kader van LOFAR (Falcke / Hörandel)
- Project in het kader van NAHSA (Timmermans / Hörandel)
- In overleg af te spreken project

Tentaminering

Beoordeling geschiedt op basis van het stageverslag

Bijzonderheden

Verplicht voor sterrenkunde studenten

Sterrenstelsels

Vakcode: **NB057B** 3 ec

derde kwartaal

prof. dr. P.J. Groot

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Bij voorkeur het college 'Sterevoortuiting'

Leerdoelen

- De student heeft een overzicht van de verschillende typen sterrenstelsels
- De student heeft een overzicht van de opbouw van sterrenstelsels, met name ons eigen Melkwegstelsel
- De student kan de beweging van sterren in sterrenstelsels en met name de Melkweg uitrekenen
- De student begrijpt de vorming van sterrenstelsels en de rol van donkere materie hierin
- De student heeft een overzicht van de voornaamste hiaten en wetenschappelijke uitdagingen in het veld van sterrenstelsels

Beschrijving

Sterren in ons Heelal komen niet alleen voor, maar in grote groepen variërend van een paar miljoen tot honderden miljarden: sterrenstelsels. Ook de Zon behoort tot een sterrenstelsel: het Melkwegstelsel of 'de Melkweg'. Dit college zal een overzicht geven van de verschillende soorten sterrenstelsels (elliptisch, spiraalvormig, onregelmatig) en hun onderlinge samenhang. We zullen ingaan op bewegingen in sterrenstelsels en met name ons eigen Melkwegstelsel. De vorming en evolutie van sterrenstelsels, de rol van donkere materie en de rol van centrale superzware zwarte gaten zal worden behandeld.

Literatuur

Noodzakelijk:

- Sparke & Gallagher, *Galaxies in the Universe. An introduction*, 2^e druk 2007, Cambridge University Press, ISBN 9780-5216-71866

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Bijzonderheden

Verplicht voor sterrenkunde studenten

Stralingsprocessen

Vakcode: NB060A 3 ec

derde kwartaal

prof. dr. H.D.E. Falcke

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege
- 14 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

- Kaleidoscoop Sterrenkunde
- Elektromagnetisme 1 & 2

Leerdoelen

- De student heeft kennis van de belangrijkste stralingsprocessen in het Heelal
- De student kan berekenen in welke gevallen synchrotron, cyclotron en bremsstrahlung optreden
- De student heeft kennis van de astronomische bronnen van deze stralingsmechanismen
- De student heeft kennis van de basisbegrippen van stralingstransport
- De student kan het stralingsveld van versnelde ladingen berekenen

Beschrijving

Ons begrip van het heelal is bijna volledig gebaseerd op interpretatie van elektromagnetische straling, uitgezonden door astrofysische objecten. Een gedegen kennis van de mechanismen die tot de uitzending van straling leiden is daarom cruciaal in het begrijpen van het Heelal. In het college zal een overzicht gegeven worden van de fysische achtergronden van stralingsprocessen, zoals thermische straling, synchrotron straling, cyclotron straling, Compton scattering, bremsstrahlung en de gevolgen die dit heeft op de manier waarop wij materie in het heelal waarnemen.

Literatuur

Noodzakelijk:

Ribicki & Lightman, *Radiative Processes in Astrophysics* (paperback), John Wiley & Sons Inc., 1985, ISBN 978-0471827597

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Bijzonderheden

Verplicht voor Sterrenkunde studenten

Stromingsleer

Vakcode: **NB017B** 3 ec

derde kwartaal

prof. dr. ir. W. van de Water

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Leerdoelen

- De student heeft inzicht in de afleiding van de partiële differentiaalvergelijking die de dynamica van het snelheidsveld (een vectorveld) beschrijft
- De student kan globaal stromingsvraagstukken analyseren door het toepassen van impuls- en energie balansen
- De student kan de differentiaalvergelijkingen in eenvoudige situaties oplossen
- De student heeft inzicht in schaling en orde van grootte
- De student kan potentiaaltheorie op stromingen toepassen
- De student verwerft praktische vaardigheden om stromingsproblemen uit het dagelijks leven te analyseren

Beschrijving

Stromingsleer gaat over de stroming van gassen en vloeistoffen. Hoewel de wiskunde niet altijd even gemakkelijk is, spreekt het vak zeer tot de verbeelding omdat stromingen een grote rol spelen in het dagelijkse leven en in de techniek.

Op rigoreuze wijze leiden we de partiële differentiaalvergelijkingen af die de dynamica van het stromingsveld beschrijven. In uitzonderlijke gevallen kunnen die niet-lineaire vergelijkingen opgelost worden, en we zullen een aantal van die oplossingen de revue laten passeren. Omdat zo'n oplossing in het algemeen niet bereikt kan worden, kent de stromingsleer als geen ander vak strategieën om toch iets te kunnen voorspellen over het snelheidsveld. Als je gewend bent aan de exacte benadering van andere vakken is dit misschien verwarrend, maar ook verrijkend. Zo kent de stromingsleer een unieke strategie om de wrijving die een object ondervindt te verstoppen in een dunne laag rond het object. Daarbuiten kan de stroming beschreven worden door een potentiaaltheorie die de relatie met andere vakken benadrukt, en waarmee we alvast vooruitlopen op de wiskunde van complexe functies.

Literatuur

Noodzakelijk:

- Bundel met oefenopgaven
- Collegedictaat

Aanbevolen:

- P.K. Kundu: *Fluid Mechanics*, 4^e druk, december 2007, Ac. Press, ISBN 9870-1237-37359

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Bijzonderheden

Dit vak is een sterk aanbevolen keuzevak voor sterrenkundigen

Structuur der Materie

Vakcode: **NB061B** 6 ec

eerste semester

dr. P.C.M. Christianen
prof. dr. S.J. de Jong

Website

Blackboard

Werkvormen

- 30 uur hoorcollege
- 30 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Kwantummechanica 1a en 1b

Leerdoelen

- De student kent de basisbegrippen uit de atoom- en molecuulfysica.
- De student beheerst de basiskennis van de eigenschappen van vaste stoffen.
- De student is in staat de basisbegrippen van de kern- en hoge energiefysica te hanteren.
- De student begrijpt de kwantummechanische beschrijving van materialen.

Beschrijving

Dit college behandelt, uitgaande van de kwantummechanica, de basisbegrippen van de structuur der materie. Achtereenvolgens komen atomen, simpele moleculen, kristallen, atoomkernen en elementaire deeltjes aan bod. Dit vak bereidt de studenten voor op vervolgvakken binnen de atoom- en molecuulfysica, vaste stof fysica en subatomaire fysica, en geeft een inleiding tot het onderzoek in deze disciplines.

Onderwerpen

1. Atoom- en molecuul fysica

- meer-elektron atomen: ononderscheidbare deeltjes, term symbolen, totaal impulsmoment, Pauli principe, Hund's rules, periodiek systeem.
- twee-atomige moleculen: Born-Oppenheimer benadering, moleculaire orbitalen, LCAO, term symbolen, rotationele, vibrationele en elektronische overgangen.

2. Vaste stoffysica

- chemische binding, van atomen naar kristallen.
- kristalstructuur, periodiciteit, roostertypen, eenheidscel.
- reciproke ruimte, verstrooiingstechnieken, Brillouin zones, structuur- en vormfactor.
- roostertrillingen, mono- en diatomaire eenheidscellen, thermische eigenschappen.
- elektronische eigenschappen, vrije-elektronengas, toestandsdichtheid, Fermie-energie
- bandenstructuur, energie-gaps, Kronig-Penney model, Bloch functies, metalen, halfgeleiders en isolatoren.

3. Subatomaire fysica

- Kernfysica: Rutherford verstrooiing, ladings- en materiedichtheid van de kern, vormfactoren, semi-empirische massaformule, Fermi-gas model, schillen model, spin-baan koppeling, parabool van stabiliteit in p-n verdeling, beta verval, alfa verval, gamma verval, splijting, fusie, vorming van zware elementen in sterren

- Elementaire deeltjesfysica: p-n opbouw uit quarks, spectroscopisch quark model: eight-fold way, dynamisch quark model: diep inelastische verstrooiing, Rutherford verstrooiing, structuur functies, relativistische QM, anti-deeltjes, ijk-invariantie, globale symmetrie, lokale symmetrie, behouden stroom, minimale koppeling, QED, Feynman diagrammen, zwakke wisselwerking, zwakke isospin, P schending, W en Z bosonen, sterke wisselwerking, gluonen, quark menging, CKM matrix, CP schending, Higgs

Literatuur

John J. Brehm and William J. Mullin, *Introduction to the Structure of Matter: A course in Modern Physics*, John Wiley & Sons, 1989, ISBN 0-471-60531-X (hard cover)

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Tensoren en Toepassingen

Vakcode: **NB031B** 3 ec

tweede kwartaal

prof. dr. R.H.P. Kleiss

Website

www.theorphys.science.ru.nl/people/kleiss

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Voornamelijk Mechanica, Lineaire Algebra, enig begrip van differentiaal-vergelijkingen

Leerdoelen

- De student is in staat begrippen en methoden uit de differentiaal-meetkunde, gericht op fysische toepassingen te hanteren

Beschrijving

Een essentieel wiskundig begrip bij het opstellen van fysische theorieën is de tensor. Hiermee is het mogelijk het relativiteitsprincipe mathematisch te verwoorden. Dit principe is een belangrijke leidraad bij het formuleren van fysische wetten. Deze cursus presenteert de tensoranalyse met nadruk op fysische toepassingen. Daarnaast wordt de brug naar enige belangrijke fysische theorieën geslagen.

Onderwerpen

- metrische ruimtes
- tensoren
- geodeten
- covariante afgeleiden
- parallelle verplaatsing
- kromming
- de tensoren van Riemann-Christoffel, Ricci, Einstein
- integratie in gekromde ruimte
- behouds-wetten

Literatuur

- Collegedictaat via url
- Verdere literatuur wordt op het college behandeld.

Tentaminering

Take-home tentamen

Thermodynamica

Vakcode: **NB005B** 3 ec

derde kwartaal

dr. U. Zeitler

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege
- 14 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Warmteleer

Leerdoelen

- De student is in staat de hoofdwetten van de thermodynamica op een abstract fysisch probleem toe te passen
- De student begrijpt de rol van entropie als drijvende kracht voor een thermodynamisch proces
- De student kan thermodynamische processen beschrijven en kwantitatieve berekeningen doorvoeren
- De student heeft inzicht in het algemene concept van thermodynamische potentialen en de Maxwell relaties
- De student is in staat om de thermodynamische aspecten van een gegeven fysisch probleem integraal te modelleren en de oplossing van het model te vinden
- De student kan thermodynamische fazenovergangen kwantitatief beschrijven

Beschrijving

Het college behandelt de abstracte beginsels van de (klassieke) thermodynamica.

Onderwerpen

- axiomatische formulering van de nulde, eerste en tweede hoofdwet
- arbeid en warmte aan de hand van cyclische warmtemachines
- toestandsfuncties: temperatuur als integrerende factor
- entropie in reversibele en irreversibele gevallen
- degradatie van energie en maximale arbeid
- thermodynamische potentialen
- Maxwell relaties
- thermodynamische evenwichtsvoorwaarden
- uitwerking aan de hand van o.a. het ideale gas
- magnetische systemen
- zwarte straling, Kirchhoff's wet, wet van Stefan Boltzmann
- meerfasensystemen en faseovergangen
- Gibbs potentiaal
- vergelijkingen van Clausius-Clapeyron
- hogere orde faseovergang en de Ehrenfest relaties
- faseovergang in het vanderWaals fluidum en
- type I supergeleiders
- mengsels
- de derde hoofdwet

Literatuur

Noodzakelijk:

- C.J. Adkins, *Equilibrium Thermodynamics*, Cambridge University Press, ISBN 0-521-27456-7

Aanbevolen:

- *The Feynman Lectures on Physics, Volume I*, Addison Wesley
- H.B. Callen, *Thermodynamics*, Wiley, ISBN 0-202-02116-1
- C. Kittel, *Thermal Physics*, W.H. Freeman and Co, ISBN 0-7167-1088
- Landau and Lifshitz, *Statistical Physics, Part 5*

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Trillingen en Golven

Vakcode: **NB006B** 3 ec

eerste kwartaal

dr. F. Filthaut

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege
- 14 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Mechanische golven (voor Natuur- en Sterrenkunde), Inleiding Fourieranalyse, Golven en Trillingen (voor Natuurwetenschappen)

Leerdoelen

- De student is in staat om systemen van N-gekoppelde oscillatoren en slingers door te rekenen, met en zonder aandrijving en voor verschillende typen randvoorwaarden
- De student kan de theoretische afleiding van de Klein-Gordon vergelijking opstellen en kan deze toepassen op eenvoudige mechanische en elektrische systemen
- De student is in staat om te gaan met Fourierreeksen en -integralen en deze toe te passen op golfpakketten in een fysische context

Beschrijving

Aan de hand van de eigenschappen van N-gekoppelde oscillatoren wordt kennisgemaakt met de dynamica van harmonische systemen. Gedurende het college worden achtereenvolgens 1,2 en N oscillatoren besproken (zonder en met aandrijving), de invloed van randvoorwaarden op de eigenfrequenties en eigentrillingen, en de betekenis van de dispersierelatie. Uiteindelijk wordt de Klein-Gordon vergelijking afgeleid (continuum limiet), waarna de relatie met de iin-dimensionale golfvergelijking (behandeld bij Mechanische golven en FGT) duidelijk wordt. Door gebruik te maken van de theorie van Fourierreeksen en integralen worden pulsen en golfpakketten behandeld en worden de fasesnelheid en groepsnelheid geïntroduceerd. De gebruikte golfvergelijking is van toepassing op andere typen golven: water-, elektromagnetische- en geluidsgolven, wat tot uiting komt in de opgaven tijdens het werkcollege. Het college legt aldus een basis voor vervolgvakken zoals kwantummechanica en elektrodynamica.

Onderwerpen

- vrije en aangedreven, gedempte harmonische oscillator
- resonantie
- 2 gekoppelde harmonische oscillatoren (vrij en aangedreven)
- eigentrillingen en eigenfrequenties
- N gekoppelde oscillatoren met vaste, open en periodieke randvoorwaarden
- dispersierelatie
- N gekoppelde slingers zonder en met aandrijving
- continuum limiet, Klein Gordon vergelijking
- fourierreksen en -integraal
- golfpakket en pulsen
- fase- en groepsnelheid

Literatuur

- Collegedictaat

Tentaminering

- Schriftelijk tentamen
- Bonuspunt op grond van het werkcollege

5.2 De keuzevakken

Astronomisch Practicum 2

Vakcode: **NB059B** 3 ec

vierde kwartaal

dr. G.A. Nelemans

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur practicum

Vereiste voorkennis

Optica en Sterrenkijker 1 en 2; Radioastronomie; Astronomische Praktikum I

Leerdoelen

- De student heeft een grondige kennis van detectie technieken in de moderne observationele sterrenkunde
- De student begrijpt de fysische achtergronden van adaptieve optiek
- De student begrijpt de fysische achtergronden van Woltjer-telescopen
- De student begrijpt de fysische achtergronden van gravitatie stralings detectoren
- De student kan zelfstandige waarnemingen die gedaan zijn met de facultaire telescopen of met internationale faciliteiten analyseren, inclusief fouten-analyse
- De student kan met behulp van modellen de gegevens interpreteren in astrofysische context

Beschrijving

Moderne technologische ontwikkelingen drijven veel van de vooruitgang in de sterrenkunde. Deze ontwikkelingen behelzen het gebruik interferometrie in gebieden buiten de radio-astronomie, het gebruik van grazing-impact focussing in hoge-energiefysica, en het gebruik van 'software' telescopen in de snelle radio-astronomie (o.a. voor het detecteren van kosmische straling). De directe detectie van zwaartekrachtsgolven is een uitdaging voor de 21^e eeuw. In het college zal een overzicht gegeven worden van de nieuwste detectiemethodiek in de sterrenkunde in een breed scala van velden: adaptive optics en interferometrie in het optische, software telescopen in het radio en de benodigheden voor de detectie van zwaartekrachtsgolven. In het college zal gebruik gemaakt worden van de telescopen van de faculteit, als mede van data van internationale faciliteiten.

Daarnaast wordt het voor de interpretatie van de waarnemingen steeds belangrijker die te vergelijken met computer modellen. In het tweede deel van het practicum zal het modelleren van astronomische gegevens aan de orde komen.

Literatuur

Noodzakelijk:

- Bradt H., *Astronomy Methods: A Physical Approach to Astronomical Observations*, Cambridge Univ. Press, 2004, ISBN 0-521-53551-4

Aanbevolen:

- Kitchin, C.R., *Astrophysical Techniques*, Institute of Physics Publishing, 2003, ISBN 978-0750309462

Verdere literatuur wordt op het college opgegeven/uitgedeeld

Tentaminering

In project vorm, afgesloten met een verslag en een presentatie.

Biologische Stromingsleer

Vakcode: **NB043B** 3 ec

vierde kwartaal

prof. dr. ir. W. van de Water

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege

Leerdoelen

- De student kan artikelen uit de biologische vakliteratuur waarin stroming een rol speelt lezen
- De student kan de daar gebruikte methoden kritisch beoordelen
- De student kan nieuwe wegen daarin, vanuit de stromingsleer aangeven
- De student kan goed omliggende vragen daaromtrent stellen
- De student is in staat een presentatie erover te geven

Beschrijving

Bij het nieuwe vak 'Biologische Stromingsleer' wordt als uitgangspunt het boek 'Life in moving fluids' van Steven Vogel gebruikt. Het boek geeft interessante en leuke toepassingen van stromingsleer voor biologische systemen, zoals vliegen, zwemmen, stroming van bloed, en stroming op de schaal van micro-organismen.

Als je het college stromingsleer gevolgd hebt, leest dit boek als een roman. Er zijn nauwelijks formules en je vingers jeuken om eens iets uit te rekenen. Het doel van dit nieuwe college is dual: geïnspireerd door de biologie van Vogel verdiepen we een aantal onderwerpen uit de stromingsleer. Dat kan aan de hand van tijdschriftartikelen of andere boeken: een artikel uit de biologie en een artikel uit de stromingsleer.

De eerste helft van het college is een korte inleiding over de hoogtepunten van het boek. Daarna kiezen de deelnemers een onderwerp en bereiden om de beurt een college voor. Daarbij wordt intensieve coaching gegeven over de te gebruiken literatuur en de details van de onderwerpen. Studenten die zo'n 3 keer naar tevredenheid een college hebben gegeven en erover een kort verslag hebben geschreven, hebben voldaan aan de tentamen-eis.

Literatuur

Noodzakelijk:

- Steven Vogel, *Life in moving fluids*, Princeton Un. Press, 1996, ISBN 0-691-02616-5
- Bundel met oefenopgaven
- Samenvatting

Tentaminering

Door middel van presentaties

Brain and Behaviour 1

Vakcode: **NB036B** 3 ec

vierde kwartaal

prof. dr. A.J. van Opstal

Website

www.mbfys.ru.nl/~johnvo

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 2 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Inleiding Biofysica; Fouriertheorie; Lineaire Differentiaalvergelijkingen

Leerdoelen

- De student kan de principes van niet-lineaire systeemanalyse toepassen op concrete black-box modellen
- De student kan de principes van niet-commutatieve kinematica toepassen op het oculomotor systeem
- De student kan een theoretische analyse maken van de gecoördineerde aansturing van ogen en hoofd, en de rol van het evenwichtsorgaan hierin beschrijven
- De student kan een aantal psychofysische technieken uit de signaal-detectietheorie toepassen op de geluidswaarneming
- De student kan de theorie van conforme afbeeldingen toepassen op de neurale projecties in het visuele systeem en het oculomotor systeem
- De student kan fysische principes uit de hydrodynamica toepassen op de functie van het binnenoor
- De student kan het theorema van Bayes toepassen op enkele voorbeelden uit de visuele waarneming en visuomotor sturing

Beschrijving

Cursusmateriaal en opdrachten worden via Blackboard verspreid. Studenten dienen zich vóór aanvang van het college in de cursus te 'enrollen' (Neem hiertoe contact op met de docent: j.vanopstal@science.ru.nl).

Onderwerpen

- Inleiding niet-lineaire systeemanalyse: black-box theorie en neurale netwerken
- Sensorimotor integratie: Neurale kaarten (conforme afbeeldingen) in het visueel systeem en in het oculomotor systeem
- Dynamische neurale populatiecode voor saccadische oogbewegingen
- Oog-hoofd covrdinatie
- Niet-commutativiteit in het brein: drie-dimensionale kinematica van oog- en hoofdrotaties: quaternionen en Euler's rotatievectoren
- Biomechanische en hydrodynamische modelvorming van de cochlea (het slakkenhuis)
- Auditieve perceptie: psychofysica, geluidslocalisatie
- Het 'statistische brein': signaal-detectie theorie, maximum likelihood schatting, en Bayesiaanse strategieën

Literatuur

- Syllabus
- Purves D., Augustine G.J., Fitzpatrick D., et al., *Neuroscience*, 4th edition, Sinauer Associates, Inc., Publisher, Sauerland, MA, USA, ISBN 0-87893-742-0. Aanschafprijs € 70.--. (Zie ook: 'Inleiding Biofysica, 7^e kwartaal). Verplicht voor Natuurwetenschappers, sterk aanbevolen voor fysici.
- Extra materiaal en opdrachten worden verspreid via Blackboard.

Tentaminering

Gewogen middeling van het schriftelijk tentamen en de uitwerkingen van de werkcollege-opgaven en extra opgaven uit Blackboard.

Complexiteit

Vakcode: **IBC004** 3 ec

eerste semester

dr. D.C. van Leijenhorst

Website

www.cs.ru.nl/~bolke/T2/T2d11.html

Werkvormen

Dit is een 'klassiek' theoretisch college. Er is een wekelijkse cyclus:

- je bereidt een stukje theorie alvast voor en maakt huiswerkopgaven die je inlevert (dag en tijd worden nog afgesproken).
- hoorcollege: de voorbereide theorie wordt behandeld en je mag vragen stellen
- werkcollege: uitleg vorige huiswerkopgaven en nieuwe maken onder assistentie. Huiswerk lever je in

Er is geen aanwezigheidsplicht. Wel houden we je huiswerkresultaten bij; als die onverhoopt sterk achterblijven overleggen we met je.

Vereiste voorkennis

Allereerst een zekere 'wiskundige rijpheid'. In het bijzonder moet je in staat zijn je redeneringen c.q. bewijzen helder te formuleren.

Het college bouwt voort op de theorie van talen, automaten en berekenbaarheid en gebruikt enige discrete wiskunde.

Leerdoelen

Na het volgen van het college kan de student: eenvoudige algoritmen modelleren, verder toepassen, en qua complexiteit analyseren. Meer specifiek is hij/zij qua kennis en/of vaardigheid ingevoerd in zekere basismethoden en zekere basisalgoritmen met hun complexiteitsanalyse:

- geschikte modellering van algoritmen; overeenkomsten en verschillen van modellen en hun onderlinge vertaling;
- enige fundamentele en praktische berekeningsmodellen zoals als complexiteitshulpmiddelen, met name de Turingmachine en varianten waaronder de niet-deterministische; pseudocode, en parallelisme
- technieken ter verbetering van de efficiëntie van berekeningen kunnen aangeven. In dit verband werken met de O -symboliek, meer specifiek de begrippen onder- en bovengrens, polynomiaal, en exponentieel
- bepaalde basistechnieken om algoritmen in te delen naar hun moeilijkheidsgraad
- onderling vergelijken van problemen, deze naar elkaar transformeren, en indelen in klassen naar moeilijkheidsgraad
- de uitbouw der complexiteitstheorie naar meer theoretische vraagstellingen

Beschrijving

Het college is gewijd aan een inleiding in de zgn. Complexiteitstheorie. Daarin stel je vragen als: hoe snel loopt mijn algoritme? zijn er snellere versies mogelijk? hoeveel geheugen kost het? zijn er klassen van 'moeilijke' algorithmen aan te wijzen? - enzovoorts...

Vragen naar de complexiteit van programma's doemen in werkelijkheid overal op, kijk maar eens in de bibliotheek of bij andere vakken. Mooie en slim bedachte theorie heeft daarnaast natuurlijk ook waarde op zich!

Het college draagt bij aan de voorbereiding op mastervakken als computeralgebra (afd. wiskunde), cryptografie, complexiteitstheorie, en meer methoden zoals geschikt rekenmodel kiezen, recursieve programma's analyseren, vormen van verdeel-en-heers, indelen in complexiteitsklassen, zijn standaardbagage van elke informaticus.

Kortom: een interessant theoretisch vak met vele toepassingen in de praktijk!

Onderwerpen

In het college ligt de nadruk op de analyse van algoritmen met basisbegrippen als berekeningsmodellen w.o. pseudocode, resource analyse van recursieve algoritmen; dit ter illustratie toegepast op graph algorithmen. Daarna volgt de indeling van algoritmen in complexiteitsklassen zoals P en NP.

N.b. Overige bestanddelen van de klassieke theorie, zoals arithmetische complexiteit, sorteren, cryptografie, zijn m.i.v. 2008/9 verschoven naar het mastercollege Complexiteitstheorie.

Literatuur

Er is een nieuw dictaat, te downloaden via de website (z.o.).

Aanbevolen:

Herbert S. Wilf, '*Algorithms and Complexity*', Prentice Hall International editions, 1986, ISBN 0-13-022054-x 025

Het boek is momenteel uitverkocht maar valt gratis te downloaden vanaf de website van de auteur: www.math.upenn.edu/~7Ewilf/AlgComp3.html .

Voor verdere info over het college zie: www.cs.ru.nl/~bolke/T2/T2d11.html

Tentaminering

Schriftelijk tentamen, gesloten boek

Inleiding Atoom- en Molecuulfysica

Vakcode: **NB028B** 3 ec

derde kwartaal

dr. F.J.M. Harren

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

- Quantummechanica 1a en 1b; Structuur der Materie

Leerdoelen

- De student begrijpt de Quantummechanische beschrijving van atomen en (kleine) moleculen
- De student kent de theoretische achtergronden van de spectroscopie, en kan deze toepassen op de spectra van atomen en kleine moleculen
- De student kan de relatie leggen tussen moleculaire parameters en waarneembare spectroscopische grootheden zoals overgangsfrequenties en -intensiteiten

Beschrijving

In dit college wordt de Quantum Mechanica toegepast voor het beschrijven van atomen en kleine moleculen, en voor hun interactie met elektro-magnetische straling (licht). Het college geeft daarmee een inleiding tot het onderzoek van met name de afdelingen Molecuul- en Biofysica, Molecuul- en Laserfysica, en Toegepaste Molecuul Fysica.

Onderwerpen

- het waterstof atoom, spin-baan koppeling, Zeeman en Stark effect
- meer-elektron atomen en het Periodiek Systeem
- emissie en absorptie van straling
- twee-atomige moleculen
- meer-atomige moleculen
- rotationale, vibrationele en elektronische overgangen
- interacties tussen moleculen

Literatuur

Noodzakelijk:

- Boek nader te bepalen, wordt bekendgemaakt op Blackboard

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Inleiding Biofysica

Vakcode: **NB027B** 3 ec

derde kwartaal

prof. dr. A.J. van Opstal

Website

www.mbfys.ru.nl

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege
- 14 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Fourieranalyse; Lineaire (partiele) differentiaalvergelijkingen

Leerdoelen

- De student kan uit thermodynamische principes het elektrochemisch evenwicht van ionen over semipermeable membranen analyseren en de evenwichtspotentiaal berekenen
- De student kan door toepassing van de elektriciteitsleer een kwantitatief biofysisch model opstellen van de zenuwcel
- De student kan de passieve en actieve elektrische verschijnselen van de zenuwcel afleiden en analyseren
- De student kan lineaire systemen analyseren in het tijdsdomein, frequentiedomein en Laplacedomein, en hieruit conclusies trekken over het algemene gedrag van zo'n systeem voor willekeurige inputsignalen
- De student kan enkele theoretische modellen m.b.t. oogsturing analyseren

Beschrijving

In het vak Inleiding Biofysica maakt de student kennis met twee hoofdaspecten uit het biofysisch onderzoek aan het centraal zenuwstelsel: moleculaire biofysica en systeembiofysica.

In het eerste deel (docent Kappen) wordt aandacht besteed aan de modellering van de microscopische elektrochemische processen waarmee de activering van individuele zenuwcellen in detail kan worden verklaard uit het model van Hodgkin en Huxley. Ook wordt ingegaan op vereenvoudigde neuronmodellen ('perceptrons'), synaptische transmissie en neurale leerprocessen.

In het tweede deel (docent Van Opstal) wordt ingegaan op de kwantitatieve modelvorming van de relatie tussen hersenactiviteit en het resulterende gedrag. Hierbij staat dus de modelvorming van grote (sub)systemen van de hersenen centraal (macroscopische analyse). De gebruikte technieken komen uit de lineaire systeemtheorie. Deze aanpak wordt geïllustreerd aan de hand van de sturing van oogbewegingen.

Beide onderdelen van de cursus maken, naast hoorcolleges, gebruik van werkcolleges. Er is een mogelijkheid voor het uitvoeren van computersimulaties (waarin gebruik wordt gemaakt van Matlab/Simulink). Met deze simulaties kunnen de besproken modellen in meer detail worden bestudeerd.

De hoorcolleges leunen sterk op het boek *Neuroscience* van Dale Purves et al., waarin de conceptuele achtergronden van de op de colleges behandelde stof in meer detail worden geïllustreerd.

Onderwerpen

Deel I (3-4 weken): de biofysica van de zenuwcel

1. Inleiding neuroanatomie, elektrische eigenschappen van cellen, membraan (Nernst) potentiaal
2. De actiepotentiaal, Na- en K-stromen, permeabiliteitsverandering, 'voltage clamp' experimenten
3. Hodgkin-Huxley model
4. Synapsen en leren

Deel II (3-4 wkn): Lineaire systeemtheorie en Oogbewegingen

1. Introductie lineaire systeemanalyse (o.a. Fysische modellering, Impulsrespons, Convolutie, Overdrachtskarakteristiek en toepassing eenvoudige Laplace transformaties)
2. Toepassing lineaire systeemtheorie op het evenwichtsorgaan en op verschillende oogbewegingssystemen van het brein

Literatuur

- Syllabi
- Handleiding voor computerpractica
- Er wordt gebruik gemaakt van Blackboard

Aanbevolen:

- Purves D., Augustine GJ., Fitzpatrick D., et.al., *Neuroscience*, 4^e druk 2008, Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, MA, USA. ISBN 9780-8789-36977

Tentaminering

- Schriftelijk tentamen (3 uur)
- Voor het werkcollege is een maximale bonus van 1 punt te behalen

Bijzonderheden

Verplicht voor studenten natuurwetenschappen en voor studenten natuurkunde en wiskunde die de Neuroscience minor volgen

Inleiding in de Chemie en Fysica van de Atmosfeer

Vakcode: NB046C 3 ec

derde kwartaal

prof. dr. W.J. van der Zande

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Geen specifieke voorkennis vereist

Leerdoelen

- De student is in staat om de verdeling van gassen in de atmosfeer te voorspellen op grond van globale transportprocessen in de atmosfeer
- De student is in staat om het verloop van druk en temperatuur te bespreken en te gebruiken
- De student is in staat om chemische en fotochemische reactieprocessen in de atmosfeer (in het bijzonder ozonvorming) kwalitatief en kwantitatief te bespreken
- De student is in staat om af te schatten wat het effect is van veranderingen in de atmosfeer op stralingstransport en oppervlakte temperatuur op aarde (broeikaseffect)
- De student is in staat om kwalitatief de gevolgen van aërosol in de atmosfeer te bespreken
- De student is in staat om de mondiale energieproblemen en klimaatproblemen te benoemen

Beschrijving

In onze atmosfeer spelen vele chemische en fysische processen samen. Deze processen resulteren in het grillige temperatuurverloop in onze atmosfeer, het drukprofiel, transport van lucht over de aardbol en de samenstelling van de atmosfeer ten gevolge van een groot aantal chemische en fotochemische processen. Na dit college zijn studenten scheikunde, natuurkunde en natuurwetenschappen in staat kwalitatief en kwantitatief inschattingen te maken over veranderingen van de atmosfeer door toename in bijv zonneactiviteit, vervuiling, aërosol etc. Dit vakgebied is een belangrijk onderzoeksgebied vanwege de klimaatveranderingen gekoppeld aan menselijk handelen. De inhoud van het IPCC rapport wordt behandeld. Een bezoek aan en rondleiding bij het KNMI met een lezing over klimaatontwikkelingen kan deel uitmaken van het college.

Literatuur

Noodzakelijk:

- Daniel J. Jacob, *Introduction to Atmospheric Chemistry*, Princeton Univ. Press, ISBN 06 91 001 855 (ook beschikbaar via internet)

Tentaminering

- Schriftelijk tentamen
- Bonuspunt op grond van werkcollege

Inleiding Magnetische Resonantie

Vakcode: **SB106C** 2 ec

kwartaal 9, let op vakcode!

dr. E.R.H. van Eck

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege
- 14 uur werkcollege
- 8 uur practicum

Vereiste voorkennis

QM & CB 1 en 2; Methoden: spectroscopie en analyse; Methoden: spectroscopische technieken en project

Leerdoelen

Na afloop van het college en de bijbehorende computer practica kan de student het fenomeen van magnetische resonantie kwalitatief begrijpen op basis van zowel de quantummechanische en klassieke beschrijving. Daarnaast zal de student een indruk hebben van de mogelijkheden die MRI biedt.

Beschrijving

Dit college behandelt de basisbegrippen die ten grondslag liggen aan magnetische resonantie. Het vormt een korte inleidende cursus voor degenen die in het 11^e kwartaal MR of living systems volgen. Deze inleiding is onderdeel van het keuzecollege Magnetische Resonantie 1 (de eerste 4 weken) waarin als eerste de theorie van magnetische resonantie uitgebreid behandeld wordt. De theorie wordt zowel vanuit een quantummechanisch oogpunt behandeld als vanuit de klassieke beschrijving. Het computer practicum gedeelte illustreert de colleges en werkcolleges.

Onderwerpen

- Bloch vergelijkingen
- Relaxatie
- Roterend assenstelsel
- Angular momentum
- Spin operatoren
- Spin Hamiltoniaan
- MRI

Literatuur

Noodzakelijk:

- M.A. Levitt, 'Spin dynamics: basics of Nuclear Magnetic Resonance'. ISBN: 0471489220

Aanbevolen:

- R.K. Harris, 'Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy'
- P.J. Hore, 'Nuclear Magnetic Resonance (Oxford Chemistry Primer)
- R.S. Macomber, 'A complete introduction tot modern NMR spectroscopy'

Boeken zijn aanwezig in de bibliotheek.

Tentaminering

Schriftelijk tentamen en beoordeling computer practicum

Bijzonderheden

Weging: tentamen 85%, computer practicum 15%

Een voldoende in een gedeelte kan niet compenseren voor een onvoldoende in het andere gedeelte.

Inleiding Patroonherkenning

Vakcode: **NB054B** 6 ec

tweede semester

prof. dr. H.J. Kappen
dr. W.A.J.J. Wiegerinck

Website

www.snn.ru.nl/~wimw/collegePR.html

Werkvormen

- 13 uur hoorcollege
- 13 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Lineaire Algebra; Calculus; Kansrekening

Leerdoelen

- De student is in staat om een probabilistisch model op te zetten voor regressie, classificatie en kansdichtheidschatting. De student beschikt hiervoor uit een scala van modelklassen zoals Gaussische modellen, Gaussian mixtures, gegeneralizeerde lineaire modellen en feedforward neurale netwerken
- De student is in staat om te formuleren hoe het model volgens het principe van maximum likelihood respectievelijk Bayesiaanse statistiek moet worden aangepast aan trainingsdata
- De student is in staat om efficiënte algoritmes af te leiden om het model te optimaliseren volgens het principe van maximum likelihood, en de student kan deze algoritmes implementeren op de computer

Beschrijving

Statistische patroonherkenning is het vakgebied dat methoden bestudeert en ontwikkelt om de computer te leren relaties in ruisige data te herkennen. Dit college geeft een inleiding in de patroonherkenning vanuit het standpunt van de Bayesiaanse statistiek. Vanuit dit standpunt worden een aantal klassieke (lineaire discriminanten) en moderne methoden (mixture modellen en het EM algoritme; neurale netwerken, het backpropagation algoritme en optimalisatie met geconjugeerde gradienten; Bayesiaans leren) behandeld.

Literatuur

Noodzakelijk:

- Christopher M. Bishop, *Neural Networks for Pattern Recognition*, Oxford University Press
- Werkcollege/computerpracticum opdrachten worden verspreid via de webpagina

Tentaminering

- Schriftelijk tentamen
- Extra bonus voor de werkcolleges (1 punt max.)
- Extra bonus voor korte computerpracticumopdrachten(1 punt max.)

Bijzonderheden

De studenten worden verzocht voor aanvang van het college contact op te nemen met de docenten

Inleiding Subatomaire Fysica

Vakcode: **NB034B** 3 ec

derde kwartaal

dr. F. Filthaut

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Kwantummechanica 1a, 1b, en 2; Speciale Relativiteitstheorie; Structuur der Materie

Leerdoelen

- kennis van algemene eigenschappen van quarks en leptonen
- kennis van algemene eigenschappen van de fundamentele interacties
- Feynmandiagrammen (kwalitatief) kunnen 'lezen' en schetsen
- behoudswetten/behouden kwantumgetallen per interactie kennen
- kennen quarkinhoud van de lichtste baryon multipletten (3 flavours)
- kunnen toepassen van eenvoudige relativistische kinematica
- kennis van CP-schending en quarkmixing

Beschrijving

In deze collegecyclus zal een aantal basisbegrippen uit de hoge-energiefysica worden behandeld, aan de hand van de drie interacties die in de context van het Standaardmodel van elementaire deeltjes begrepen kunnen worden: electromagnetisme, de sterke wisselwerking, en de zwakke wisselwerking.

Het college begint met de introductie van de concepten (anti-)deeltjes, wisselwerkingen en Feynmandiagrammen, in de context van de kwantum-electrodynamica. Terloops worden ook de in de deeltjesfysica gebruikelijke observabelen geïntroduceerd.

Vervolgens wordt de sterke wisselwerking behandeld. Eerst wordt hiertoe het statische quarkmodel gebruikt om de lichte hadronen te klassificeren aan de hand van hun kwantumgetallen zoals (iso)spin, pariteit, etc. Hierop volgt een nadere beschouwing van de dynamische structuur van het proton. Tenslotte worden de voorspellingen van de kwantumchromodynamica, gebaseerd op de interacties tussen quarks, getoetst aan relevante experimenten.

De beschrijving van de zwakke wisselwerking begint met de (voornamelijk theoretische) argumenten voor het bestaan van de zware W- en Z-deeltjes, en de fenomenen waartoe deze deeltjes aanleiding geven. Dan worden de zwakke interacties van quarks in meer detail bekeken, wat leidt tot de introductie van de CKM-matrix die het 'mengen' van quarks beschrijft. Vervolgens wordt nader ingegaan op pariteits- en CP-schending in zwakke interacties. Tenslotte wordt de fysica van massieve neutrino's behandeld.

Het college eindigt met een bespreking van de uitdagingen waar de hedendaagse deeltjesfysica zich voor plaatst ziet.

Literatuur

Noodzakelijk:

Collegedictaat.

Aanbevolen:

- D.J. Griffiths: *Introduction to Elementary Particles*, John Wiley and Sons, 2^e editie, te verschijnen in juni 2008;
- D.H. Perkins: *Introduction to High Energy Physics*, Cambridge University Press, ISBN 0-521-62196-8;
- B.R. Martin en G. Shaw: *Particle Physics*, John Wiley and Sons, ISBN 0-471-97252-5 (hardcover), 0-471-97285-1 (paperback).

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Inleiding Vaste-stoffysica

Vakcode: **NB035B** 3 ec

vierde kwartaal

prof. dr. S.E. Speller

Website

www.ivsf.science.ru.nl

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Leerdoelen

Verkrijgen van basiskennis van de eigenschappen van vaste stoffen

Beschrijving

Vaste stoffen (metalen, halfgeleiders, dielektrica, permanente magneten, supergeleiders) vormen een belangrijke klasse van materialen omdat zij aan de basis liggen van een heel breed spectrum van toepassingen van de fysica. Het begrip van hun diversiteit aan eigenschappen en gedrag vormt voortdurend een intellectuele uitdaging.

Onderwerpen

- chemische binding, kristalstructuur (1 t/m 3)
- roostertrillingen en thermische eigenschappen (4 en 5)
- elektronische eigenschappen en bandenstructuur (7)
- halfgeleiders (8)
- transport in vaste stoffen (9)

Literatuur

Noodzakelijk:

Kittel, C. *Introduction to Solid State Physics*, 8th edition, Wiley 2005

Tentaminering

Schriftelijk

Geschiedenis en Grondslagen van de Kwantummechanica

Vakcode: **NB063B** 6 ec

eerste semester

drs. M.P. Seevinck
prof. dr. N.P. Landsman

Werkvormen

- 32 uur hoorcollege
- 32 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

- Analytische mechanica
- Kwantummechanica 1a en 1b

Leerdoelen

- De student heeft kennis van de ontstaansgeschiedenis van de niet-relativistische kwantummechanica
- De student heeft een aantal belangrijke klassieke teksten van de grondleggers van deze theorie grondig bestudeerd
- De student is in staat de problemen waar de grondleggers van deze theorie mee te maken kregen te begrijpen en vanuit een moderne context te kunnen beoordelen
- De student beheerst de axiomatische formulering van de kwantummechanica volgens Von Neumann (1932)
- De student heeft kennis van de latere ontwikkelingen op het vakgebied
- De student vergroot zijn academische vaardigheden in lezen, schrijven en discussiëren

Beschrijving

Dit college behandelt de ontstaansgeschiedenis en de verdere ontwikkeling van de kwantummechanica vanuit een conceptuele hoek waarbij de vraag naar de fysische interpretatie van de theorie centraal staat. In dit college zal er naar gestreefd worden om de belangrijkste problemen en ontwikkelingen in de grondslagen van de kwantummechanica duidelijk te maken, in hun historische context. Daarbij zullen ook moderne ontwikkelingen aan bod komen.

Het hoorcollege wordt aangevuld met een werkcollege, waarin artikelen centraal staan van de 'founding fathers', en van auteurs die een grote bijdrage hebben geleverd aan het grondslagendebat. (o.a. van Einstein, Bohr, Heisenberg, Schrödinger, Bohm en Bell). De student leest elke week een artikel. Bij elk artikel wordt een set vragen geformuleerd die de student moet beantwoorden. Deze vragen hebben tot doel de student door het artikel heen te loodsen en het begrip van de tekst te vergroten. Ook wordt de student verzocht een eigen, goed onderbouwde mening over het gelezen materiaal te vormen. Het te lezen artikel wordt op het werkcollege grondig besproken en gepresenteerd door een van de studenten. Deze bereidt ook discussievragen voor die dan door allen bediscussieerd worden, waarna de discussie wordt voortgezet.

De lees- schrijf- en discussievaardigheden worden verbeterd door a) het intensief lezen en bestuderen van (filosofische) teksten, b) het helder opschrijven van eigen argumenten en ideeën, en c) het trachten zorgvuldig te argumenteren, formuleren en discussiëren.

Literatuur

Noodzakelijk:

- Collegedictaat
- Wordt tijdens het college verstrekt

Aanbevolen:

- J.S. Bell, *Speakable and unspeakable in quantum mechanics*, Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- M. Redhead, *Incompleteness, Nonlocality and Realism*, Oxford: Oxford University Press, 1987.
- C.J. Isham, *Lectures on quantum theory. Mathematical and structural foundations* London: Imperial College Press, 1995.
- M. Jammer, *The Philosophy of Quantum Mechanics: The Interpretations of Quantum Mechanics in Historical Perspective*, New York: Wiley-Interscience, 1974.

Tentaminering

- Wekelijkse schrijfpoddrachten
- Presentatie
- Schriftelijk tentamen en/of het schrijven van een academisch artikel

Bijzonderheden

Ook zeer geschikt voor geïnteresseerde Masterstudenten

Kwantummechanica 3

Vakcode: **NB016B** 6 ec

tweede semester

dr. W.J.P. Beenakker

Website

www.hef.ru.nl/~beenakker

Werkvormen

- 32 uur hoorcollege
- 32 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Kwantummechanica 2

Leerdoelen

- De student kent de bijzondere eigenschappen van identieke veeldeeltjessystemen
- De student is in staat berekeningen uit te voeren in de Fock-ruimte voor deeltjes dan wel quasi-deeltjes
- De student kan met kwantummechanische ensembles omgaan
- De student kent de kwantisatie-aspecten van elektromagnetische velden en is in staat eenvoudige elektromagnetische stralingseffecten uit te rekenen
- De student kent de fundamentele aspecten van de relativistische kwantummechanica

Beschrijving

Dit vak maakt deel uit van de kwantummechanica-cyclus bestaande uit Inleiding Kwantummechanica en Kwantummechanica 1a+b, 2 en 3.

In dit gedeelte van de cyclus wordt de kwantummechanica van identieke veeldeeltjessystemen verder uitgewerkt. De toestandsruimte voor zulke systemen zal worden geconstrueerd in termen van creatie- en annihilatie-operatoren, gebruik makende van de bezettingsgetalrepresentatie.

Daarbij zullen nieuwe concepten zoals quasi-deeltjes en tweede kwantisatie worden geïntroduceerd. Vervolgens zal de student kennismaken met gemengde kwantummechanische ensembles en met de kwantumstatistiek voor zich in thermisch evenwicht bevindende niet-interagerende veeldeeltjessystemen. Tenslotte zal worden getoond welke complicaties er optreden bij het opzetten van een relativistische 1-deeltjes kwantummechanica en hoe deze complicaties kunnen worden omzeild door een veeldeeltjesinterpretatie toe te kennen aan de relativistische golfvergelijkingen. Dit laatste zal worden geïllustreerd en gemotiveerd aan de hand van de kwantisatie van het elektromagnetisch veld.

Onderwerpen

- **Bezettingsgetalrepresentatie en tweede kwantisatie**
Fock-ruimte, creatie- en annihilatie-operatoren voor bosonen en fermionen, veeldeeltjesobservabelen; tweede kwantisatie; quasi-deeltjes, coherente toestanden, Bogolyubov-transformaties.
Toepassingen: bosonische vibratie- en oscillatiekwanta, gedwongen oscillatoren, superfluiditeit, kwantumneten.

- **Kwantumstatistiek**
Gemengde ensembles, dichtheidsoperatoren; kwantummechanische ensembles in thermisch evenwicht; Maxwell-Boltzmann, Bose-Einstein en Fermi-Dirac verdelingen, ideale gassen, eigenschappen van Fermi-gassen, Bose-Einstein condensatie; BCS theorie.
Toepassingen: deeltjesbundels, polarisatie, magnetisatie, geleidingselektronen, zware kernen, geïmploedeerde sterren, isotoopeffecten, supergeleiding.
- **Problemen met de relativistische 1-deeltjes kwantummechanica**
Relativiteitsprincipe, het verband tussen spin en rotaties, Klein-Gordon vergelijking, Dirac-vergelijking, negatieve-energietoestanden, Klein-paradox.
Toepassingen: intrinsiek magnetisch dipoolmoment, spin-baan koppeling.
- **Kwantisatie van het elektromagnetisch veld**
Ontbinding in oscillatiemodes, fotonen; wisselwerking met kwantumsystemen, "dressed states".
Toepassingen: fotogas, straling van een zwart lichaam, spontane emissie van fotonen, levensduur van aangeslagen kwantumsystemen, Casimir-effect.
- **Veeldeeltjesinterpretatie van de relativistische kwantummechanica:**
Tweede kwantisatie, verband tussen spin en statistiek, quasi-deeltjes aspecten van het vacuüm, startpunt van de kwantumveldentheorie.
Toepassingen: paarcreatie, gatentheorie.

Literatuur

Noodzakelijk:

- Collegedictaat: wordt wekelijks op de website gezet

Aanbevolen:

- F. Schwabl, *Advanced Quantum Mechanics*, 3rd edition, Springer 2005
- David J. Griffiths, *Introduction to Quantum Mechanics*, 2nd edition, Prentice Hall, Pearson Education Ltd, 2005
- Eugen Merzbacher, *Quantum Mechanics*, 3rd edition, John Wiley & Sons, 2003
- B.H. Bransden and C.J. Joachain, *Quantum Mechanics*, 2nd edition, Prentice Hall, Pearson Education Ltd, 2000
- J.J. Sakurai, *Advanced Quantum Mechanics*, Addison-Wesley, 1967

Tentaminering

- Schriftelijk tentamen
- Bonuspunt op grond van het werkcollege

Markovketens

Vakcode: **WB059B** 3 ec

derde kwartaal

dr. J.D.M. Maassen

Website

www.math.ru.nl/~maassen

Werkvormen

14 uur hoorcollege, 14 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Voortgezette Kansrekening

Leerdoelen

De student raakt vertrouwd met de theorie van Markovketens in discrete tijd en discrete toestandenruimte en toepassingen daarvan.

Hij/zij herkent deze stochastische processen in de praktijk en is in staat een aantal grootheden exact te berekenen, zoals de evenwichtsverdeling, vangstkansen en verwachte terugkeertijden.

Hij/zij kan in veel gevallen terugkerende van voorbijgaande Markovketens onderscheiden, weet de ergodenstelling toe te passen, en is vertrouwd met enige Markovmodellen in de wachtrijtheorie.

Beschrijving

Dit college beslaat het eerste kwartaal van het college Stochastische Processen. Het behandelt de wiskundige theorie van Markovketens in discrete tijd en met discrete toestandenruimte: Markoveigenschap, stoptijden, sterke Markoveigenschap, terugkerende en voorbijgaande toestanden, evenwichtsverdeling, ergodenstelling, tijdsomkeer.

Literatuur

Noodzakelijk:

- J.R. Norris, *Markov Chains*, Cambridge University Press

Tentaminering

Mondeling

Moleculaire Biofysica

Vakcode: **NB055B** 3 ec

tweede kwartaal

prof. dr. A.J. van Opstal

Website

www.mbfys.ru.nl/~johnvo

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 8 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Warmteleer; Elektriciteitsleer; Mechanica; Calculus 1 en 2; Lineaire Algebra 1 en 2

Leerdoelen

- De student kan de elementaire fysische grondbeginselen van de warmteleer toepassen op de energetische omzettingsprocessen in complexe biologische systemen op nanoschaal
- De student kan elementaire principes uit de statistische mechanica toepassen op het transport van biomoleculen in cellen
- De student kan elementaire concepten uit de mechanica toepassen op de mechanische eigenschappen van grote biomoleculen

Beschrijving

Levende organismen zijn complexe systemen die zijn onderworpen aan de wetten van de fysica. In deze cursus wordt de fantastische subcellulaire en moleculaire wereld van de biologische cel bestudeerd, uitgaande van klassieke principes uit de Thermodynamica (de Hoofdwetten en de Boltzmann verdeling), de Elektriciteitsleer (Gauss) en de klassieke Mechanica. Hoi vindt georganiseerd transport van moleculen plaats? Hoi organiseert een membraan zich tot een systeem dat een cel beschermt tegen het uitwendige milieu? Wilke krachten zijn er werkzaam in grote biomoleculen als DNA en polymeren? Hoe werken enzymen? Verder zullen moderne ontwikkelingen zoals de zelf-organisatie van membranen, nanotechnologie en moleculaire motoren aan de orde komen. Deze vragen (en meer) worden behandeld aan de hand van de hoofdstukken t/m 7 uit Nelsons boek.

Onderwerpen

Capita selecta:

- Diffusie, Brownse beweging, toegepast op transportverschijnselen binnen de cel, en tussen cellen
- Viscociteit en stroming, toegepast op grote biomoleculen (DNA) en vatenstelsels (Poiseuillestroming)
- Entropie en Vrije Energie; de entropische kracht, toegepast op osmose in cellen, en beweging van grote biomoleculen
- De chemische potentiaal, toegepast op de zelf-organisatie van membranen
- Elasticiteit, toegepast op polymeren en DNA moleculen

Literatuur

Noodzakelijk:

- Philip Nelson, *Biological Physics: Energy, Information, Life*, Palgrave - Macmillan (2004). ISBN 0716743728, prijs circa € 50,--

Tentaminering

Beoordeling geschiedt aan de hand van uitgewerkte thuisopdrachten, de werkcolleges en een schriftelijk tentamen (3 uur)

MR of Living Systems

Vakcode: **SB125B** 4 ec

kwartaal 11

prof. dr. D.G. Norris
prof. dr. A. Heerschap

Werkvormen

- 18 uur hoorcollege
- 18 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Inleiding Magnetische Resonantie

Leerdoelen

This course concerns the application of magnetic resonance methods to living organisms, particularly (human) brain imaging and muscle spectroscopy. Upon completing this course the student will have obtained a basic understanding of the methods of MR imaging and understood how different types of information can be obtained from the MR imaging experiment. These include the basic contrasts of T1, T2 and T2* as well as information regarding the flow, diffusion and brain activation. The student will have gained some insight into the use of MR in modern cognitive neuroimaging. The student will also learn how spectroscopic measurements are performed in vivo, and how kinetic measures can be obtained from in vivo spectra.

Beschrijving

The course is divided into three parts:

1. MRI methods. This will start with a short review of some of the material covered in the course 'Inleiding Magnetische Resonantie'. It will then move on to examine the role of pulsed magnetic field gradients in imaging techniques. This will culminate in the k-space description of imaging and the echo planar imaging experiment.
2. MRI applications. Here three inter-related fields of application will be examined: flow and motion; diffusion and diffusion tensor imaging; activation studies in the brain.
3. In vivo kinetics. Examines how in vivo kinetics can be deduced from NMR spectroscopic measurements in vivo.

Literatuur

- D. W. McRobbie, E. A. Moore, M. J. Graves and M. R. Prince, MRI - from picture to proton. Cambridge University Press, Cambridge, 2003, pp. 359 paperback, ISBN 0-521-52319-2.
- D.G. Gadian, NMR and its applications to living systems, 2nd edition 1998, Oxford Science Publications, ISBN 13978-0-521-68384-5

These will be available in the library.

Tentaminering

Each part of the course will consist of lectures, assignments and 'werkcolleges'. Performance of the assignments and attendance at the 'werkcolleges' is compulsory in order to pass the course. At the conclusion of each block a short open book test will be held. 30% of the total marks will be given for performance in the three open book tests, 70% will be given for a closed book written exam at the end of the course.

Nano-elektronica

Vakcode: **NB052B** 3 ec

derde kwartaal

dr. U. Zeitler

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Het keuzecollege is bedoeld voor derdejaars studenten natuur- en sterrenkunde

Leerdoelen

- De student kan concepten uit de kwantummechanica en de thermodynamica op nano-elektronische devices toepassen
- De student begrijpt de werking van een één-elektron-transistor
- De student kan het gedrag van een 2D elektronensysteem in een magneetveld weergeven
- De student heeft inzicht in de geleidingskwantisatie in een 1D systeem
- De student kan het kwantummechanisch gedrag van een 0D systeem in een magneetveld beschrijven

Beschrijving

De discreetheid van de elektrische lading en de energiekwantisatie zullen in de nabije toekomst een belangrijke rol in de technologie van halfgeleider devices spelen. Dit college geeft een inleiding in de natuurkundige grondslagen van deze effecten.

Na een korte beschrijving van klassieke halfgeleider devices worden de principes van laag dimensionale (0D, 1D en 2D) elektronensystemen behandeld. Er wordt in het bijzonder op één-elektron-effecten, kunstmatige atomen/moleculen, geleidingskwantisatie en de kwantum-Hall-effecten ingegaan. Naast een brede fundamentele behandeling komen ook de technologieën voor de fabricatie van deze structuren aan bod.

Het college eindigt met een blik op al bestaande en toekomstige toepassingen van nanoelektronica op daadwerkelijke devices (b.v. weerstandsstandaard, stroomstandaard en kwantumcomputers).

Literatuur

Noodzakelijk:

- Collegedictaat (het dictaat zal wekelijks op blackboard verschijnen)

Aanbevolen (hoeft niet persé aangeschaft te worden):

- M.J.Kelly, *Low-Dimensional Semiconductors: Materials, Physics, Technology, Devices*, Clarendon Press - Oxford, 1995
- C. Weisbuch en B. Vinter, *Quantum Semiconductor Structures*, Academic Press, 1991
- John H. Davies, *The Physics of Low-dimensional Semiconductors*, Cambridge University Press, 1999

Tentaminering

Schriftelijk verslag en/of mondelinge presentatie

Nanofysica

Vakcode: **NB044B** 3 ec

tweede kwartaal

prof. dr. T.H.M. Rasing

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege
- 14 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Serway

Leerdoelen

- De student is in staat de basisprincipes van de nanofysica en chemie te begrijpen
- De student begrijpt hun consequenties voor nanotechnologie als een van de sleuteltechnologieën van deze eeuw

Beschrijving

Het bestuderen en toepassen van materialen op nanometer schaal begint een steeds belangrijkere plaats in de wetenschap en technologie in te nemen. Terwijl bulk eigenschappen normaliter niet van de grootte van de materie afhangen, klopt dat niet meer op zeer kleine schaal, waar de fysische eigenschappen worden beheerst door kwantummechanische principes. Dit geeft aanleiding tot veel onverwachte nieuwe verschijnselen.

Onderwerpen

- Wat is zo bijzonder aan 'nano'?; lengteschalen in de fysica; fundamentele en praktische technieken
- Nanofabricage van materialen
- Nano-probing en manipulatie
- Nano-elektronica: kwantum en spin effecten
- Nano-fotonica: optica voorbij de diffractielimiet
- Nano-chemie: moleculaire nanostructuren

Literatuur

- Collegedictaat

Tentaminering

Schriftelijk tentamen

Neural Computation

Vakcode: NB053B 3 ec

tweede kwartaal

prof. dr. A.J. van Opstal

Website

www.snn.ru.nl/~bert

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege
- 14 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Inleiding Biofysica

Leerdoelen

- De student kan de responses van een neuron op diverse inputs uitrekenen
- De student kan het gedrag van diverse neurale netwerken uitrekenen en simuleren op een computer

Beschrijving

Deze cursus behandelt verschillende principes van informatieverwerking in het zenuwstelsel vanuit een fysisch perspectief. Principes, die behandeld worden, zijn: informatie in spike trains, receptieve velden, populatie coding, informatietheorie (entropy en mutual information); feed-forward neurale netwerken, recurrente neurale netwerken, plasticiteit en leren, patroonherkenning en classificatie. De principes worden toegelicht in visuele perceptietaken en motorsturingstaken zoals die door de hersenen worden uitgevoerd.

Literatuur

- Dayan and Abbott, *Theoretical Neuroscience*

Tentaminering

- Voldoende beoordeling van werkcollege
- Computerpracticum
- Schriftelijk of mondeling tentamen

Neural Networks and Information Theory

Vakcode: NB062B 3 ec

tweede kwartaal

prof. dr. H.J. Kappen

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege
- 14 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Linear algebra; calculus; elementary probability theory (kansrekenen)

Leerdoelen

- De student kent de begrippen entropie en informatie vanuit een informatie-theoretisch perspectief
- De student kan algorithmes afleiden voor clustering, Bayesiaans leren toegepast op het perceptron en multi-layered perceptron en het Hopfield model
- De student kan deze algorithmes implementeren in een werkend computerprogramma

Beschrijving

Dit vak geeft een inleiding in machine learning en neurale netwerken vanuit een probabilistisch perspectief. Deze ideeën gaan terug naar de tijd van de cybernetica in de jaren 60, toen natuurkundigen, wiskundigen en informatici begonnen met het bestuderen van intelligentie in mensen en machines in engineering termen. De probabilistische aanpak is zeer generiek en is momenteel dominant in de machine Learning, robotiek, vision, kunstmatige intelligentie en modellering van de hersenen.

De cursus geeft een eerste inleiding in dit fascinerende onderwerp en bevat de volgende onderwerpen: Kansrekening, entropy and inferentie; Data clustering; Leren in neurale netwerken als een Bayesiaans inferentie probleem; Hopfield neurale netwerken als een model for biologisch geheugen; Multi-layered perceptrons.

De cursus is geschikt voor bachelor studenten natuurkunde of wiskunde. Informatica studenten kunnen ook deelnemen, maar worden aangeraden om eerst de cursus 'Introduction to Pattern Recognition' te volgen.

Literatuur

- David MacKay, *Information Theory, Inference and Learning Algorithms*, Cambridge University press. Het hele boek kan gedownload worden op www.inference.phy.cam.ac.uk/mackay/itila/book.html

Optica: de manipulatie van licht

Vakcode: **NB042B** 3 ec

vierde kwartaal

dr. F.J.M. Harren

Werkvormen

- 20 uur hoorcollege
- 10 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Optica en sterrenkijker 1 en 2

Leerdoelen

- De student is in staat om de basisprincipes voor de beschrijving van licht (Maxwell's golftheorie, het Huygens principe en het principe van Fermat) te gebruiken voor een kwalitatieve beschrijving van het gedrag van optische systemen
- De student is in staat om een optisch systeem voor praktisch onderzoek te ontwerpen, inclusief de aspecten van coherentie en polarisatie
- De student is in staat om een kwalitatieve beschrijving te geven van breking, buiging, holografie e.d. in termen van de interferentie van (partieel) coherent licht

Beschrijving

Manipulatie van de eigenschappen van licht speelt een sleutelrol in de hedendaagse maatschappij en onderzoek; denk aan dataopslag, communicatie, nanotechnologie, biotechnologie. Dit college richt zich op de manipulatie van licht via de algemene principes van de geometrische en golfoptica: breking, buiging, intensiteitverandering, polarisatie, golflengte(verandering), coherentie, etc.

Onderwerpen

- Elektromagnetische theorie, fotonen en licht, de voortplanting van licht
- Geometrische optica
- Polarisatie
- Interferentie
- Diffractie
- Fourier Optics
- Coherentie en laserlicht
- Niet Lineaire Optica en Toepassingen

Literatuur

Noodzakelijk:

- E. Hecht, *Optics*, 4th edition, Addison-Wesley, ISBN 0-8053-8566-5

Tentaminering

Schriftelijk open boek tentamen

Stochastische Processen

Vakcode: **WB038B** 6 ec

tweede semester

dr. J.D.M. Maassen

Website

www.math.ru.nl/~maassen

Werkvormen

- 28 uur hoorcollege
- 28 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Voortgezette Kansrekening.

Leerdoelen

De student raakt vertrouwd met de theorie van Markovketens in discrete en continue tijd en discrete toestandenruimte, en toepassingen daarvan. Hij/zij herkent deze stochastische processen in de praktijk, en is in staat een aantal grootheden exact te berekenen, zoals de evenwichtsverdeling, vangstkansen en verwachte terugkeertijden. Hij/zij kan in veel gevallen recurrente van transiente Markovketens onderscheiden, weet de ergodenstelling toe te passen, en is vertrouwd met enige Markovmodellen in de wachtrijtheorie.

Beschrijving

Rigoreuze inleiding in de theorie van Markovketens in discrete en continue tijd met toepassingen.

Markoveigenschap, stoptijden, sterke Markov eigenschap, recurrente en voorbijgaande toestanden, evenwichtsverdeling, ergodenstelling, tijdsomkeer, explosie.

Literatuur

Noodzakelijk:

- J.R. Norris, *Markov Chains*, Cambridge University Press

Tentaminering

Mondeling tentamen

Toegepaste Wiskunde 1

Vakcode: **WB003D** 6 ec

eerste semester

dr. J.D.M. Maassen
prof. dr. N.P. Landsman

Website

www.math.ru.nl/~landsman of www.math.ru.nl/~maassen

Werkvormen

De vier uur per week die voor dit vak zijn ingeroosterd zijn een combinatie van hoorcollege en practicum, waar in dit geval geen scherpe scheiding tussen bestaat.

Vereiste voorkennis

Het vak wordt standaard in het derde jaar gevolgd, maar als voorkennis zijn de verplichte vakken van het eerste jaar van de wiskundebachelor alsmede Analyse 2 afdoende.

Leerdoelen

De student is op de hoogte van beginselen en elementaire toepassingen van de theorie van gewone differentiaalvergelijkingen.

Tevens kan hij/zij op een praktische manier met het softwarepakket Maple omgaan, met name waar het het oplossen van dynamische systemen betreft. De student weet wanneer hij/zij analytische methoden kan gebruiken en wanneer een numerieke en grafische aanpak m.b.v. Maple aan de orde is. Daarnaast komen coderingstheorie en eventueel modelselectie aan bod.

Beschrijving

Het deel over gewone differentiaalvergelijkingen zal worden gegeven aan de hand van het boek van Betounes, zie onder. Dit boek bevat zowel theoretische als praktische beschouwingen, de laatste gebaseerd op het gebruik van Maple. Gewone differentiaalvergelijkingen worden gezien als continue dynamische systemen en hebben meestal een fysische interpretatie. Dit fysische perspectief is ook wiskundig verhelderend.

Bij het deel over codering staat de Shannon-entropie centraal. Dit is een maat voor de hoeveelheid informatie die in een boodschap is bevat, en valt asymptotisch samen met het minimale aantal bits dat voor verzending ervan nodig is.

Modelselectie betreft de keuze van het "beste" parametrisatie van een empirische kansverdeling voor een of ander verschijnsel.

Literatuur

- David Betounes, *Differential equations: Theory and applications with Maple* (CD-ROM included). Dit boek (nieuw € 90,-) kan eventueel via Desda of van hogerejaars met korting worden aangeschaft.
- Dictaten over de andere onderwerpen

Tentaminering

Mondeling

Voortgezette Kansrekening

Vakcode: **WB006C** 3 ec

tweede kwartaal

dr. J.D.M. Maassen

Website

www.math.ru.nl/~maassen

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Kansrekening

Leerdoelen

- De student kan omgaan met voorwaardelijke kansen, simultane verdelingsfuncties en dichtheden en is bekend met de eigenschappen en toepassingsmogelijkheden van de Poisson-verdeling
- De student kan kansverdelingen op de computer genereren en simulaties uitvoeren
- De student kent de eigenschappen van kansgenererende functies, en maakt daar slim gebruik van
- De student herkent Markovketens in de praktijk, en weet hun evenwichtsverdelingen en vangstkansen te bepalen

Beschrijving

Dit is een vervolg op het college Inleiding Kansrekening. De begrippen voorwaardelijke kansen en simultane kansverdelingen en verdelingsfuncties komen aan de orde. Verder wordt de Poisson-verdeling geïntroduceerd en worden methoden beschreven om verdelingen en stochastische processen op een computer te simuleren. Dit geeft de mogelijkheid om kansen en kansverdelingen experimenteel snel te bepalen, ook wanneer de exacte berekening veel moeite kost of onmogelijk is. Vervolgens wordt als wiskundig instrument de kansgenererende functie behandeld, waarmee vaak op onverwachte wijze kansen analytisch kunnen worden berekend. Het college wordt afgesloten met een introductie in de theorie van Markovketens, toevalsprocessen zonder geheugen die in wetenschap en praktijk veel worden gezien.

Literatuur

Collegedictaat, te downloaden van Blackboard

Tentaminering

Schriftelijk

Bijzonderheden

Verplicht voor wiskundestudenten

6 Verkorte opleiding doorstromers

Voor studenten die een gehele of gedeeltelijke HBO opleiding achter de rug hebben is het mogelijk om een aantal vrijstellingen te krijgen voor onderdelen van de opleiding Natuur- en Sterrenkunde. Hierdoor kan de studie in een kortere tijd worden voltooid dan de nominale studieduur. Aangezien iedere HBO opleiding anders is, is het vrijwel onmogelijk om hier algemene regels voor te geven. Een student die in aanmerking denkt te komen voor zo'n verkorte opleiding kan zich wenden tot de studieadviseur. Deze zal in overleg met de student een individueel programma opstellen.

Dr. G.W.M. Swart
Onderwijsinstituut Wiskunde, Natuur- en Sterrenkunde (WiNSt)
Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica (FNWI)
Radboud Universiteit Nijmegen (RU)
Postbus 9010
6500 GL Nijmegen

Bezoekersadres:
Huygensgebouw
Heyendaalseweg 135
6525 AJ Nijmegen

tel: 024-3652559
fax: 024-3652738

e-mail: G.Swart@science.ru.nl
kamer: HG 01.832

7 Lerarenopleiding

De universitaire lerarenopleiding leidt op tot eerstegraads bevoegd docent natuurkunde en wordt verzorgd door het Instituut voor Leraar en School (ILS). Studenten verwerven hier door intensieve training en begeleiding de bekwaamheden die zij nodig hebben om met succes het beroep van leraar te gaan uitoefenen. Er zijn verschillende trajecten die tot de eerstegraads bevoegdheid leiden:

1. Tijdens de studie

Door na het behalen van een B.Sc. in natuurkunde te kiezen voor de E-Masters variant kun je de lerarenopleiding ook al tijdens je studie doen. Tegelijkertijd is duidelijk dat de E-variant geen eenzijdige beroepsopleiding wordt, maar een volwaardige afstudeerrichting die ook voorbereid op een eventueel promotieonderzoek op het gebied van de didactiek van de natuurkunde.

2. Na de studie

Met een doctoraal natuurkunde (inclusief predoctorale lerarenopleiding van 11.4 ec) of een Master of Science in natuurkunde (inclusief CEM-cursus en een snuffelstage van 3 ec) ben je toelaatbaar tot de lerarenopleiding van 12 maanden. Voor gepromoveerden is het mogelijk vrijstellingen te verkrijgen. Deze vrijstellingen kunnen oplopen tot een half jaar, afhankelijk van de inhoud van hun promotietraject. Deze vrijstellingen worden vastgesteld in het intakegesprek met de vakdidacticus Natuurkunde, Rob van Haren.

Of je er nu voor kiest om de lerarenopleiding tijdens of na je studie te gaan doen, in beide gevallen is het belangrijk dat je eerst kennis maakt met het onderwijs door middel van het volgen van de snuffelstage in de vrije ruimte van het vierde jaar. Deze snuffelstage staat dan ook open voor studenten van alle mastervarianten. Omdat de verschillen tussen de mastervarianten in het vierde jaar klein zijn, is het voor iedere student mogelijk om na het volgen van de snuffelstage nog van afstudeerrichting te veranderen.

Meer informatie over de snuffelstage in het vierde jaar vind je in de gids voor het masterprogramma. Meer informatie over de lerarenopleiding en het ILS is te vinden in het Vademecum en Studentenstatuut voor RU-studenten en op het volgende internetadres: www.ru.nl/ils

Voor nog meer informatie en/of een aanmeldingsformulier kan men terecht bij:

Edith Verbeet
Erasmusgebouw 20.18, Erasmusplein 1
Tel. (024) 3615573
E-mail: E.Verbeet@ils.ru.nl

Postadres: Postbus 9103, 6500 HD Nijmegen

8 De afdelingen

De opleiding Natuur- en Sterrenkunde wordt verzorgd vanuit het Onderwijsinstituut Wiskunde, Natuur- en Sterrenkunde (WiNSt). In dit instituut werkt een aantal personen dat direct bij de onderwijsorganisatie betrokken is. De meeste docenten behoren niet tot het Onderwijsinstituut, maar zijn werkzaam bij één van de Onderzoeksinstituten. Zij worden voor een deel van hun tijd ingezet bij het onderwijs.

De faculteit kent zes Onderzoeksinstituten. Bij drie ervan zijn natuurkundigen werkzaam. De natuurkundige onderzoekers zijn gegroepeerd in een aantal afdelingen. In dit hoofdstuk wordt eerst het Onderwijsinstituut besproken en vervolgens komen de onderzoeksafdelingen (leerstoelgroepen) aan bod.

8.1 Onderwijsbureau Wiskunde, Natuur- en Sterrenkunde (WiNSt)

Bureauhoofd:	Dr G.W.M. Swart
Vaste medewerkers WiNSt:	Dr T. Smits, Dr Ing. M. van Doorn, Ir R. van Haren, Ing. P. van Rijsingen, Ir W. Szweryn, Drs T. Asselbergs
Secretariaat WiNSt:	Mw J.Th.M. Vos - van der Lugt (secrons@science.ru.nl) Mw M. Beck (maggieb@science.ru.nl) kamer: HG 01.831; tel.: (36)52739;
Website:	www.ru.nl/ons

De taken van de afdeling Onderwijsbureau WiNSt liggen op het gebied van het coördineren en organiseren van het onderwijs, het organiseren van noodzakelijk geachte verbeteringen en vernieuwingen in het onderwijs en het verzorgen van de verschillende practica. Daarnaast valt ook de voorlichting aan en werving van toekomstige studenten, alsmede het onderhouden van contacten met docenten van middelbare scholen onder de taken van de afdeling.

De taken van WiNSt zijn deels uitvoerend, deels initiërend en beleidsvoorbereidend. Er is een sterke interactie met de Opleidingscommissie, de Examencommissie en de PR-commissie.

8.2 Experimentele Hoge-Energiefysica (IMAPP)

Hoofd:	Prof.dr. N. de Groot
Wetenschappelijke staf:	Prof.dr. S. J. de Jong, Prof.dr. D. Froidevaux, Dr. F. Filthaut, Drs. P.F. Klok, Dr. A.C. König, Dr. Ch. Timmermans
Secretariaat:	Mw. M. van Wees-Mobertz, Mw. G. Koppers-Janssen; kamer: HG 03.830; tel.: (36)52099; email: secr@hef.ru.nl
Website:	www.ru.nl/ehf/nl

De afdeling doet experimenteel onderzoek op het gebied van de elementaire deeltjesfysica en astrofysica.

Onderzoek

- De zoektocht naar het Higgs deeltje
- Nieuwe fenomenen buiten het Standaard-Model
- Hoogenergetische kosmische straling
- Detectorontwikkeling

Beschrijving

De zoektocht naar het Higgs deeltje

Het Standaard Model is de zeer succesvolle kwantumveldentheorie van leptonen en quarks als meest fundamentele bouwstenen der materie. De onderlinge interacties tussen deze bouwstenen worden beschreven als de uitwisseling van kwanta van de elektro-zwakke wisselwerking en de kwantum-chromodynamica.

Behalve quarks, leptonen en de wisselwerkingskwanta, die inmiddels allen gevonden zijn, voorspelt het Standaard Model het bestaan van een zgn. 'Higgs' deeltje, dat massa geeft aan alle andere deeltjes van het model. Dit Higgs deeltje, soms beschreven als de 'holy grail' van de deeltjesfysica, is nog niet gevonden.

De DØ detector van de Tevatron proton-antiproton botsingring van het Fermilab registreert data sinds 2001. De versneller is momenteel de krachtigste van de wereld, en als het Higgs deeltje licht genoeg is, kan het bij het Tevatron worden waargenomen.

Onze groep richt zich op de zoektocht naar het Higgs deeltje in dit experiment. Als het Higgs deeltje zwaarder is, zal de ATLAS detector van de LHC botsingring in CERN in staat zijn deze te vinden. De LHC zal vanaf 2008 volledig operationeel te zijn. Wij nemen momenteel deel aan de constructie van de detector en doen mee aan de voorbereiding op de analyse van de gegevens die de detector op zal leveren.

Nieuwe fenomenen buiten het Standaard Model

Hoewel het Standaard Model zeer goed overeenstemt met de experimentele resultaten, kan een aantal verschijnselen niet door dit model verklaard wordt. Het aantal verschillende soorten quarks en leptonen en de waarden van hun massa's kunnen bijvoorbeeld niet door het Standaard Model worden voorspeld.

Men verwacht dat, bij een energie die hoog genoeg is, het Standaard Model opgaat in een ander model. Dit kan 'zichtbaar' gemaakt worden door de productie van nieuwe deeltjes. Door de hoge energie van de LHC, zal de ATLAS detector een uitstekend instrument zijn om naar de aanwijzingen voor de 'nieuwe natuurkunde' te kijken. We zijn nu al bezig met de voorbereiding voor deze analyse.

Hoogenergetische kosmische straling

Samen met de afdeling Astrofysica onderzoeken we verschillende aspecten van de hoog-energetische kosmische straling. Het NAHSA (Nijmegen Area High School Array) is uitgegroeid tot het nationale HSPARC project. In dit experiment installeren en onderhouden middelbare scholieren detectoren voor kosmische straling en analyseren de verzamelde gegevens op hun eigen school, met het doel om zeer hoogenergetische kosmische straling (een energie van meer dan 0.01 J) waar te nemen. De oorsprong van deze straling is onbekend en het wereldwijd waargenomen aantal deeltjes is hoger dan verwacht. Wij zijn aangesloten bij het Pierre Auger Observatorium in Argentinië. Daar onderzoeken we de oorsprong van kosmische straling met de hoogst meetbare energieën. Het LOFAR project (Low Frequency Array of Radio telescopes) kan radiogolven gebruiken voor het onderzoek naar kosmische straling. Wij

zijn van plan om LOFAR-achtige detectoren in Auger te plaatsen om daar de energie en richting meting van kosmische stralen te verbeteren.

Detectorontwikkeling

Hoewel het ATLAS-experiment pas net van start gaat, is men de volgende generatie versnellers en bijbehorende detectoren reeds aan het voorbereiden.

Een idee is het aantal deeltjes en dus het aantal botsingen in de LHC op te voeren. Een ander is een lineaire versneller voor botsingen tussen elektronen en positronen te maken.

Wij zijn betrokken bij de ontwikkeling van nauwkeurige sporendetectoren die voor beide soorten versneller bruikbaar zijn.

Mogelijkheden voor studenten

Binnen de bovengenoemde thema's en experimenten en onder begeleiding van de staf en promovendi kunnen studenten uitstekend werk verrichten op de volgende gebieden:

1. experimentele fysica-analyse en theoretische interpretatie:
 - analyse van de $D\bar{0}$ data (Higgs, b quark fysica)
 - voorbereiding van ATLAS analyse
 - analyse van de HiSPARC data
2. numerieke fysica:
 - fysica en detector simulatie met Monte-Carlo technieken
 - software voor reconstructie van elementaire botsingen
 - neurale netwerktechnieken voor deeltjesreconstructie
3. toegepaste fysica:
 - ontwikkeling van halfgeleider detectoren
 - ontwikkeling van kosmische stralingsdetectoren

Het werk wordt verricht in teamverband met promovendi, post-docs en vaste staf. Het wordt afgesloten met een afstudeerverslag.

Studenten kunnen voor een korte periode worden uitgezonden naar CERN (Genève) of Fermilab (Chicago). De afdeling moedigt het aanvragen van stages als zomerstudent bij het CERN laboratorium aan en kan hierbij ook behulpzaam zijn.

8.3 Theoretische Hoge-Energiefysica (IMAPP)

Hoofd:	Prof.dr. R.H.P. Kleiss
Wetenschappelijke staf:	Prof. dr. A.N.J. Schellekens, Dr. T.A. Rijken, Dr. W.J.P. Beenakker
Secretariaat:	Mw. A.M.J. van Wees-Mobertz en Mw. G.A.M. Koppers-Janssen; kamer HG 03.830; tel.: (36)52099; email: secr@hef.ru.nl
Website:	www.ru.nl/thef

Onderzoek

- Fenomenologie van elektron-positron en hadron-hadron botsingen
- Monte Carlo technieken
- Baryon-(anti)baryonwisselwerkingen
- Het landschap van stringvacua

Beschrijving

Fenomenologie van elektron-positron en hadron-hadron botsingen

In deze onderzoekslijn gaat het om het zo nauwkeurig mogelijk voorspellen van experimentele observabelen bij de verschillende bestaande en toekomstige versnellers. Voorbeelden zijn:

- De productie en het verval van Higgs deeltjes bij de hadronversnellers Tevatron (Fermilab, Chicago) en LHC (CERN, Genève), met de bedoeling het mechanisme van massageneratie te bestuderen
- De productie en het verval van supersymmetrische deeltjes bij de hadronversnellers Tevatron en LHC, ter verificatie van het theoretische concept van unificatie
- De studie van verstrooiingsprocessen bij een toekomstige lineaire elektron-positron versneller, om zo informatie te verkrijgen over de fysica die een rol speelt bij de energieschalen waar ook gravitatie van belang is

Hierbij wordt uitgebreid gebruik gemaakt van storingstheoretische methoden binnen de kwantumveldentheorie, in de vorm van Feynman-diagrammen.

Monte Carlo technieken

Bij het voorgaande onderzoek spelen algebraïsche technieken en computersimulaties een belangrijke rol. De resultaten hebben veelal de vorm van Monte Carlo simulatieprogramma's die door de experimentele hoge-energiefysici worden gebruikt. In de Monte Carlo methode worden ingewikkelde multi-dimensionele integralen alsmede simulaties van gecompliceerde systemen mogelijk gemaakt door het gebruik van willekeurige getallen (random numbers). Het genereren van reeksen random getallen is een uitdagend en fundamenteel mathematisch probleem. De mogelijkheid van het gebruik van quasi-random getallen, die meer gelijkmatig verdeeld zijn dan echte random getallen, stelt ons nog voor een aantal fundamentele vragen van conceptuele en praktische aard.

Baryon-(anti)baryonwisselwerkingen

Baryonen zijn fermionische deeltjes bestaande uit drie lichte quarks.

De baryonfamilie omvat naast de gewone nucleonen, d.w.z. de kerndeeltjes proton en neutron, ook de zogenaamde hyperonen, die strange-quarks bevatten. Botsingen tussen zulke baryonen vallen binnen het beschrijvingskader van de sterke kernkrachten. Het onderzoeksprogramma richt zich op de beschrijving en verklaring van de huidige en toekomstige experimentele gegevens. Specifieke onderwerpen zijn daarbij: partiële-golfanalyses van nucleon-(anti)nucleon verstrooiingsdata en de constructie van nucleon-nucleon, nucleon-hyperon en hyperon-hyperon potentialen aan de hand van theoretische concepten zoals chirale symmetrie en effectieve Lagrangianen. Een toepassing van dit onderzoek is de studie van nucleaire en hyperonische materie in neutronensterren.

Het landschap van stringvacua

Snaartheorie is een model waarin de fundamentele fysica wordt beschreven in termen van 1-dimensionale bouwstenen, snaren (strings) genaamd, in tegenstelling tot de puntdeeltjes die de basis vormen van het Standaard Model van de deeltjesfysica. Het onderzoeksprogramma heeft tot doel om tussen alle mogelijke stringvacua die vacua te vinden die voldoen aan de ons bekende fysicawetten. Het idee van een landschap van stringvacua is gebaseerd op het anthropisch principe, dat zegt dat de waarden van de natuurconstanten niet volgen uit fundamentele overwegingen maar uit het feit dat ze compatibel moeten zijn met het bestaan van leven. In het onderzoek ligt de nadruk op mathematisch getinte onderwerpen als conforme veldentheorie en topologie.

Mogelijkheden voor studenten

Binnen de afdeling Theoretische Hoge-Energiefysica bestaan verschillende keuzemogelijkheden voor specialisaties op Bachelor- en Masterniveau. Studenten worden derhalve geadviseerd contact op te nemen met het hoofd van de afdeling of een van de vaste medewerkers. De afdeling moedigt bovendien het aanvragen van stages als zomerstudent bij het CERN-laboratorium aan en kan hierbij ook behulpzaam zijn.

8.4 Sterrenkunde (IMAPP)

Hoofd:	Prof.dr. P. Groot
Wetenschappelijke staf:	Prof.dr. H. Falcke, Dr. J. Hörandel, Dr. G. Nelemans, Prof.dr. J. Kuijpers, Mw Prof.dr. C. Aerts, Prof.dr. C. Dominik
Secretariaat:	Mw. C. Custers en Mw. E. Gebhardt; kamer HG 03.736; tel.: (36)52804; email secr@astro.ru.nl
Website:	www.astro.ru.nl

Onderzoek

- astrodeeltjesfysica
- sterevolutie
- kosmische magnetohydrodynamica

In de bacheloropleiding ligt het accent op de algemene sterrenkundige kennis en de eigen inbreng van de student. In het eerste jaar wordt kennis gemaakt met moderne onderwerpen uit de sterrenkunde, zoals zwarte gaten en de oorsprong van het heelal, en krijgen de studenten onderricht in de werking en het gebruik van het unieke Nijmeegse telescopenpark. Met zowel optische als radiotelescopen worden in de loop van het jaar waarnemingen gedaan. Deze worden door de studenten in kleine groepjes zelfstandig uitgevoerd. In het tweede en derde jaar komen onderwerpen aan bod als het sterrenstelsel, het leven van een ster, exoplaneten, het trillen van sterren, kosmische magneetvelden en het vroege heelal. In deze jaren is er uitgebreid tijd voor een eigen onderzoek in het zelf te kiezen sterrenkunde project.

Beschrijving

Astrodeeltjesfysica

Het onderzoek van de afdeling Sterrenkunde richt zich op de hoge energie-astrofysica, zowel theoretisch als observationeel. De groep van Prof.dr. Heino Falcke en Dr. Jörg Hörandel verricht onderzoek naar astrodeeltjesfysica, de hoogst-energetische deeltjes waarmee de Aarde vanuit de ruimte wordt gebombardeerd, en met name de mogelijkheid voor bestudering van deze deeltjes door middel van laag-frequente coherente radio-emissie die gedetecteerd kan worden door middel van de LOFAR en Auger telescopen. Prof.dr. Falcke is daarnaast geïnteresseerd in straalstromen ('jets') rond superzware zwarte gaten, en met name het zwarte gat in het centrum van ons Melkwegstelsel.

Sterevolutie

De groep van Prof.dr. Paul Groot en Dr. Gijs Nelemans richt zich op de eindstadia van sterevolutie, het ontstaan en de evolutie van compacte dubbelstersystemen, de structuur en fysica van accretieschijven, de populatie van compacte dubbelsterren in ons Melkwegstelsel en de emissie van gravitatiegolven van deze systemen.

Kosmische magnetohydrodynamica

De bijzonder hoogleraren Kuijpers, Aerts en Dominik verrichten onderzoek op de gebieden van kosmische magnetohydrodynamica, extreem relativistische plasma's en astrodeeltjesfysica (Kuijpers), asteroseismologie (stertrillingen) in enkele en binaire (subdwerg) B-type sterren (Aerts) en de vorming van planetesimalen in proto-planetaire schijven (Dominik).

Mogelijkheden voor studenten

Bij het onderzoek wordt gebruik gemaakt van de Westerbork Synthese Radio Telescoop, van de nieuwe radiotelescoop LOFAR, de optische telescopen op La Palma en bij ESO (Chili), en de Hubble Space Telescope. Het onderzoek wordt verricht in nauwe samenwerking met sterrenkundigen in binnen- en buitenland.

Websites:

- www.astro.ru.nl : Nijmeegse Afdeling Sterrenkunde
- www.astronomy.nl : Nederlandse Onderzoekschool voor Astronomie
- www.astron.nl : Westerbork Synthese Radio Telescoop
- www.eso.org : European Southern Observatory
- www.ru.nl/IMAPP : IMAPP
- www.ing.iac.es : Isaac Newton Group of Telescopes, La Palma
- www.lofar.org : LOFAR
- www.stsci.edu : Hubble Space Telescope Science Institute

8.5 Theorie van gecondenseerde materie (IMM)

Hoofd:	Prof.dr. M.I. Katsnelson
Wetenschappelijke staf:	Mw Prof.dr. A. Fasolino
Secretariaat:	Ms J.P.M. Föllings; room: HG 03.064; tel. 52981; email: a.follings@science.ru.nl
Website:	www.ru.nl/tcm

Onderzoek

- fysische verschijnselen van vaste stoffen
- fysische verschijnselen van vloeibare stoffen
- veeldeeltjes problematiek

Beschrijving

Het doel van de Theorie van gecondenseerde Materie (TCM) is het vinden van een verklaring voor de fysische verschijnselen van vaste stoffen en vloeistoffen op basis van fundamentele fysische principes. Een brede verzameling van verschijnselen van sterkte, plasticiteit en wrijving tot magnetisme, supergeleiding en superfluiditeit kan worden verklaard in termen van de wetten van de kwantummechanica. Echter, in de praktijk is het een zeer ingewikkeld probleem, in de eerste plaats ten gevolge van het veel-deeltjes karakter. De TCM groep houdt zich bezig met dit probleem op diverse niveaus, zoals model beschouwingen van basale veeldeeltjes effecten voor kwantum- en klassieke systemen, realistische simulaties van fysische eigenschappen voor specifieke materialen en de fenomenologische beschrijving van gecompliceerde verschijnselen, zoals evenwichts en niet-evenwichts fase overgangen.

Mogelijkheden voor studenten

De afdeling Theorie van gecondenseerde Materie biedt verschillende theoretische en/of computationele onderzoekprojecten op Bachelor en Master niveau. Studenten wordt geadviseerd contact op te nemen met het hoofd of medewerkers van de afdeling om een project te kiezen op het juiste niveau.

8.6 Gecondenseerde Materie en Lab. voor Hoge Magneetvelden (IMM)

Hoofd:	Prof.dr.ir. J.C. Maan
Wetenschappelijke staf CMS:	Dr. P.C.M. Christianen, Dr. U. Zeitler, Dr. H. Engelkamp
Wetenschappelijke staf HFML:	Dr. J.A.A.J. Perenboom, Dr. S.A.J. Wiegers
Secretariaat:	Mw. H.E.M. Verhaegh-Peeters; kamer: HFML 02.15; tel.: (36)52087; email: hfmlsecr@science.ru.nl
Website:	www.hfml.ru.nl/dutchinfo.shtml

Onderzoek

- Relatie met magneetvelden
- Interdisciplinaire projecten

Beschrijving

Relatie met magneetvelden

Hoge magneetvelden vormen een heel belangrijk hulpmiddel bij fysisch onderzoek, omdat een magneetveld de toestand van alle materie verandert. Op het gebied van de fundamentele eigenschappen van materie wordt vooral gewerkt aan nanostructuren zoals die bijvoorbeeld met behulp van half-geleidertechnologie kunnen worden gemaakt. Als gevolg van de kwantisatie door de afmetingen en het effect van het magneetveld treden nieuwe effecten op die worden bestudeerd. Baanbrekende wetenschappelijke doorbraken worden vaak bij de hoogste magneetvelden, zoals het HFML die heeft, gedaan.

Interdisciplinaire projecten

Relatief nieuw zijn de toepassingen van hoge magneetvelden op chemische of biologische systemen. Toepassingen omvatten instrumentele ontwikkelingen nodig voor de studie van mesomoleculaire systemen bij hoge velden. Daarnaast wordt ook technisch werk op het gebied van magneettechnologie gedaan.

Mogelijkheden voor studenten

Binnen de groep wordt aan een zeer breed spectrum van fysische onderwerpen gewerkt met behulp van een veelvoud aan experimentele technieken. Lage temperaturen (mK), laser spectroscopie (tijdopgeloste en continu), ver infrarood spectroscopie (lasers en Fourier spectrometers), magnetostrictie, magnetisatie, susceptibiliteit en transportmetingen zijn voorbeelden van toegepaste technieken. Veel van het onderzoek wordt samen met externe groepen uitgevoerd hetgeen een zeer brede oriëntering voor de student met zich meebrengt. In dit kader is voor iedere geïnteresseerde student zeker een thema te vinden dat op zijn/haar interesse aansluit. Afhankelijk van de interesse kan dit een explorerend thema zijn wat alleen wordt bewerkt of een deelname aan een groter gebied, samen met een promovendus. Het onderzoek garandeert een training tot uitstekend experimenteel fysisch, hetgeen op de arbeidsmarkt (zowel in de academia als in het bedrijfsleven) zeer wordt gewaardeerd.

8.7 Scanning Probe Microscopie (IMM)

Hoofd:	Mw Prof.dr. S. Speller
Secretariaat:	Mevr. H.E.J. Gommers, HG 01.074, tel.: (36)52121 email: r.gommers@science.ru.nl
Website:	wiki.science.ru.nl/spm/Main_Page

Onderzoek

- Nanofysica
- Nanoscopische elektronfysica
- (Supra)-Moleculaire structuren en nano-scheikunde
- Bio-moleculen
- Toegepaste fysica

*Het onderzoek richt zich op structuur, excitaties en dynamische eigenschappen van moleculen en materialen. Hierbij richten we ons vooral op verschijnselen die zich afspelen op hele kleine lengteschaal (**nanometers**). Onder deze condities wordt de fysica beheerst door kwantum-mechanische principes wat aanleiding geeft tot veel onverwachte nieuwe verschijnselen. Het onderzoek wordt uitgevoerd met behulp van Scanning Probe Microscopie technieken en vindt waar mogelijk plaats in nauwe samenwerking met de theoriegroepen, de chemie en de biologie groepen binnen het Instituut voor Moleculen en Materialen (IMM) in Nijmegen en met vele groepen elders in Europa. Hierna volgt een korte beschrijving van de voornaamste onderzoekslijnen.*

Beschrijving

Nanofysica

Een belangrijk deel van het onderzoek richt zich op magnetische oppervlakken, grensvlakken en nano-objecten. In dit kader worden nieuwe methoden ontwikkeld en toegepast om deze uitdagende nanoscopische wereld te bestuderen. Vooral materialen met een gecontroleerde structuur op nanometerschaal staan nu in de aandacht ('**nanomagnetisme**'). Dit nieuwe gebied is rijk aan nieuwe fundamentele vragen, maar raakt ook aan belangrijke toepassingen zoals sensoren en data opslag. De gereedschappen die gebruikt worden zijn een breed scala van raster probe microscopen. Met deze methoden, die veelal hier in Nijmegen ontwikkeld zijn, kunnen waarnemingen gedaan worden met hoge ruimtelijke resolutie zowel in de laterale richting als loodrecht op het oppervlak.

Een nieuw thema is '**nano-magnetiet**' en de rol ervan in '**bio-navigatie**'. Magnetiet deeltjes bestaan in veel gewervelde dieren en er wordt aangenomen dat zij verantwoordelijk zijn voor het navigatie vermogen. In een multidisciplinaire aanpak bestuderen we de structuur en fysische eigenschappen van biologische magnetiet nanodeeltjes en proberen het mechanisme voor magnetotransductie te achterhalen. We gebruiken scanning probe microscopie, zoals AFM/MFM en STM en elektron microscopie en we werken samen met biologen en theoretici. Onze studies behelzen ook magnetiet lagen en ferrovloeistoffen, en ook de histologische omgeving van het magnetiet.

Verdere onderwerpen in de nanofysica zijn elektron transport door halfgeleider kwantumpunten bestudeerd met scanning tunneling spectroscopie en atomaire-schaal signatures van magnetische overgangen.

Er worden ook methoden ontwikkeld om **nanodraden en 'punten'** (0-dimensionale objecten) op oppervlakken te maken door b.v. intrinsieke spanningen van adsorbaten op oppervlakken te gebruiken. Deze nanostructuren hebben vaak compleet andere eigenschappen dan bulkmaterialen. Hun structuur en elektronische eigenschappen worden bestudeerd met behulp van Scanning Probe en Elektron spectroscopie.

Een speciaal interessant onderwerp is de ontwikkeling van scanning probe instrumenten voor praktische omstandigheden, zoals vloeistoffen en elektrolyten. We passen deze nieuwe methodes toe bij het studeren van vloeistof-vaste stof interfaces en bij reacties in organische moleculen en proteïnen.

Nanoscopische elektronfysica

In deze onderzoekslijn wordt het gedrag van geleidingslektronen bestudeerd in zeer kleine geometrieën. Bijvoorbeeld geleiding door een enkel atoom, tunnelen naar een deeltje dat zo klein is dat het arriveren van een elektron een enorme invloed heeft, of de invloed van een geadsorbeerd gasmolecuul op de tunnelwaarschijnlijkheid van elektronen. Onder deze omstandigheden verliezen (semi)klassieke beschrijvingen volledig hun geldigheid en moet de kwantum-mechanica expliciet bij de beschrijving betrokken worden.

(Supra)-Moleculaire structuren en nano-scheikunde

Onder dit onderwerp valt ook het onderzoek aan enkele moleculen en supermoleculaire clusters. In samenwerking met de organische chemie, waar steeds complexere systemen met boeiende eigenschappen gemaakt worden, worden fysische eigenschappen van individuele moleculen en molecuulgroepen onderzocht. Processen zoals zelf assemblage en katalyse kunnen op lokale schaal gevolgd worden.

Bio-moleculen

Functionele macromoleculen worden op oppervlakken geprepareerd en bestudeerd met behulp van Scanning Probe technieken. Het doel is specifieke interacties met eiwit-moleculen te kunnen meten om op die manier inzicht te verkrijgen in de relatie structuur - eigenschappen van biologische materie.

Toegepaste fysica

Veel van de boven beschreven onderwerpen bevinden zich op het raakvlak van fundamenteel en toegepast onderzoek. Dit heeft geleid tot samenwerking met een aantal industrieën in Europees verband. In dit soort onderzoek spelen adviserende commissies bestaande uit wetenschappers uit de industrie, een belangrijke rol. Hierdoor is in een vroeg stadium van de studie al contact tussen student en industrie aanwezig wat, zeker voor diegenen die een carrière in deze richting voor ogen hebben, zeer interessant is. Ook stages in de industrie behoren tot de mogelijkheden.

Over het algemeen kan men stellen dat in onze groep de eigenschappen van vaste stoffen op een zo breed mogelijke manier worden bestudeerd. Daarbij bestaat er een ruime interactie met andere experimentele en theoretische vaste stof groepen, zowel binnen als buiten de universiteit.

De zwaartepunten van het programma worden voornamelijk gedragen door de promovendi in samenwerking met de studenten. De senior-fysici hebben de directe leiding van de verschillende promotie- en studentenwerkzaamheden, en verrichten daarnaast alleen of in samenwerking met studenten onderzoek aan meer kortlopende projecten, die op een later tijdstip in de grote lijnen van het programma worden opgenomen.

Mogelijkheden voor studenten

Voor studenten bestaat er ruime gelegenheid om te participeren in het onderzoek. Dit kan b.v. op individuele basis door het opzetten en uitvoeren van een kortlopend zelfstandig onderzoek onder begeleiding van een promovendus of een senior medewerker. Hierbij worden vaak de fundamentele gelegd voor een eventueel promotie-onderzoek. Een andere mogelijkheid is om met meerdere studenten of in directe samenwerking met een promovendus een wat groter project aan te pakken. Door het vrij brede scala aan onderwerpen en experimentele technieken is een keuze naar eigen voorkeur bijna altijd mogelijk. Veel afstudeerstages leiden tot een of meer publicaties in gerenomeerde internationale tijdschriften.

8.8 Spectroscopy (IMM)

Hoofd:	Prof.dr. Th.H.M. Rasing
Wetenschappelijke staf:	Dr. A.I. Kirilyuk, Dr. A.V. Kimel
Secretariaat:	Mevr. M.L.G. van Breemen-de Wit; kamer: HG 01.074 tel.: (36)53141; email: m.vanbreemen@science.ru.nl
Website:	www.ru.nl

Onderzoek

- Oppervlakken en grenslagen (nanofysica)
- Magnetische nanodeeltjes
- Ultrasnelle ladingdragers en spindynamica
- Nanofotonica
- (Supra)-Moleculaire structuren
- Vloeibare kristallen en polymeren
- Toepassingen

***Missie:** Het begrijpen van de relatie tussen structuur en eigenschappen van gecondenseerde materie, in het bijzonder nanoscopische magnetische en moleculaire materialen. Hierbij richten we ons vooral op verschijnselen die zich afspelen op hele kleine lengteschaal (**nanometers**) en hele korte tijdschaal (**femtoseconden**). Onder deze condities wordt de fysica beheerst door kwantum-mechanische principes, oppervlakken en grensvlakken wat aanleiding geeft tot veel onverwachte nieuwe verschijnselen. Het onderzoek wordt veelal uitgevoerd met behulp van geavanceerde Laser en en Scanning Probe Techniek en vindt vaak plaats in nauwe samenwerking met andere groepen, zowel binnen het Instituut voor Moleculen en Materialen Nederland alsook met vele top laboratoratoria in de wereld.*

Beschrijving voornaamste onderzoeklijnen

Nanomagnetisme

Een belangrijk deel van het onderzoek richt zich op magnetische oppervlakken, grensvlakken en nano-objecten. In dit kader worden nieuwe methoden ontwikkeld en toegepast om deze uitdagende nanoscopische wereld te bestuderen. Dit nieuwe gebied is rijk aan fundamentele vragen en verrassende nieuwe eigenschappen, maar raakt ook aan belangrijke toepassingen zoals sensoren (Nobelprijs 2007) en data opslag voor na 2010. De gereedschappen die gebruikt worden zijn raster probe microscopen en niet-lineaire optische technieken, waarbij recentelijk ook getracht wordt om deze beide te combineren ('nano optica'). Met deze methoden, die veelal hier in Nijmegen ontwikkeld zijn, kunnen waarnemingen gedaan worden met hoge ruimtelijke resolutie zowel in de laterale richting als loodrecht op het oppervlak.

Magnetische nanodeeltjes

Het doel van deze lijn is het maken en begrijpen van magnetische nanodeeltjes door een grondig onderzoek naar de eigenschappen van (sub)nanometer clusters van magnetische oxides, zowel in vrije toestand (in vacuüm) dan wel opgedampt op een toepasselijk oppervlak. De belangrijkste vraag is de correlatie tussen de structuur van het cluster en zijn elektronische en magnetische eigenschappen. De deeltjes worden gesynthetiseerd in een cluster-bundel opstelling door het verdampen van een metaal met een gepulste laser, waarna het plasma met een koud gasmengsel snel wordt gekoeld. Deze aanpak maakt het mogelijk om, in tegenstelling tot standaard nano-lithografische technieken, clusters van verschillende stoichiometrische samenstellingen te maken.

Deze clusters worden dan door een uitgebreide reeks technieken bestudeerd, om hun structuur (met infrarood spectroscopie en SEM), elektronische (via UV ionisatie spectroscopie en STS) en magnetische (met behulp van Stern-Gerlach techniek, magneto-optica of spin-gepolariseerde STM) eigenschappen te bepalen. Zulke clusters kunnen worden gezien als bouwstenen om nieuwe materialen met *a-priori* gewenste eigenschappen te ontwerpen en te maken.

Ultrasmelle ladingdragers spindynamica en coherent control

Het dynamisch gedrag van elektronen en gaten in halfgeleiders en metalen (onder invloed van elektrische en magnetische velden) kan worden bestudeerd met behulp van ultrakorte (fs) laser pulsen. Op deze manier kunnen bijv. elektron-elektron of elektron-fonon wisselwerkingen echt 'gezien' worden, dit in tegenstelling tot normale geleidingsmetingen waarin deze effecten alleen tijdsgemiddeld kunnen worden waargenomen. Een intrigerende vraag is bijv. hoe snel kan de magnetisatie van een systeem veranderd (omgekeerd) worden. Dit is niet alleen een fascinerend gebied voor de fundamentele fysica, doch het is ook zeer relevant voor de toepassingen, bijv. in zeer snelle opto-elektronica en magnetische recording. We hebben voor dit onderzoek nieuwe methoden ontwikkeld om zeer snelle, gecontroleerde magneetveld pulsen te maken, (Th. Gerrits et al, Nature **418** (2002), A. Kimel et al, Nature **435** (2005)) en hebben ook recent de mogelijkheid aangetoond om de dynamica in antiferromagnetische materialen waar te nemen (A. Kimel et al, Nature **429** (2004)). Recentelijk heeft onze groep laten zien dat met licht magnetische domeinen kunnen worden omgepoold (D. Stanciu et al, Phys.Rev. Lett. **99**, (2007), 047601. Al deze ontwikkelingen leiden tot een volledige optische controle van magnetische eigenschappen en excitaties. Toekomstige grote uitdagingen liggen in het toepassen van deze technieken op nanoscopische en moleculaire materialen.

Nanofotonica

Het doel is om te komen tot de controle van optische, elektronische en magnetische eigenschappen op een femto seconde tijdschaal en met nanometer resolutie. Standaard optische technieken zijn hier niet bruikbaar. Door de ontwikkeling van een 'Scattering near-field Scanning Probe Microscope' proberen we optische resoluties tot 10 nm te halen. Samen met fs laserpulsen kunnen we hiermee de dynamica op nanometer schaal bestuderen. Ook worden zogenaamde plasmonische structuren ontwikkeld om optische velden te kunnen concentreren in een sub-golflengte volume om daarmee opto-magnetische effecten te versterken en op nanometerschaal toe te passen.

(Supra)-Moleculaire structuren

In samenwerking met de organische chemie, waar steeds complexere systemen met boeiende (groepen Nolte, Rowan, van Hest) eigenschappen worden gemaakt, worden fysische eigenschappen van individuele moleculen en molecuulgroepen onderzocht. Dit interdisciplinaire veld is een echt groeigebied met raakvlakken aan de biologie en een sterk groeiende samenwerking met vele groepen in Europa.

Vloebare kristallen en polymeren

Deze fascinerende materialen met tal van verrassingen op het fundamentele vlak, maar ook met een groot toepassingspotentieel (denk aan displays) worden onderzocht in samenwerking met de organische chemie (Nolte, Rowan) en buitenlandse groepen. Nieuwe faseovergangen, subtiele interacties met licht en het gedrag van zeer dunne films en de interactie vloeibaar kristal-oppervlak zijn hier het onderwerp. Een nieuwe ontwikkeling is om de hiërarchie in de ordening in vloeibare kristallen (van de moleculaire nanoschaal tot de macroscopische schaal van LCD's) toe te passen voor de ontwikkeling van bio-sensoren en voor het maken van nieuwe materialen.

Toepassingen

Veel van de boven beschreven onderwerpen bevinden zich op het raakvlak van fundamenteel en toegepast onderzoek. Dit heeft geleid tot samenwerking met een aantal industrieën zoals Philips, Siemens, NXP, Seagate, Thales, Hitachi Maxell, vaak in Europees verband. In dit soort onderzoek spelen adviserende commissies bestaande uit wetenschappers uit de industrie, een belangrijke rol. Hierdoor is in een vroeg stadium van de studie al contact tussen student en industrie aanwezig wat, zeker voor diegenen die een carrière in deze richting voor ogen hebben, zeer interessant is. Ook stages in de industrie en in buitenlandse laboratoria behoren tot de mogelijkheden.

Mogelijkheden voor studenten

Voor studenten bestaat er ruime gelegenheid om te participeren in het onderzoek. Dit kan b.v. op individuele basis door het opzetten en uitvoeren van een kortlopend zelfstandig onderzoek onder begeleiding van een promovendus of een senior medewerker. Hierbij worden vaak de fundamentele gelegd voor een eventueel promotie-onderzoek. Een andere mogelijkheid is om met meerdere studenten of in directe samenwerking met een promovendus een wat groter project aan te pakken. Door het vrij brede scala aan onderwerpen en experimentele technieken is een keuze naar eigen voorkeur bijna altijd mogelijk. Hoewel geen strikte voorwaarde, leiden bijna alle afstudeerstages tot een of meer publicaties in gerenommeerde internationale tijdschriften.

Een deel van de stage kan in het buitenland worden uitgevoerd in het kader van het Socrates programma (o.a. Oxford en Leuven) of via de samenwerkingsprogramma's met industrieën zoals Philips, NXP, Seagate.

8.9 Toegepaste Materiaal Wetenschap (IMM)

Hoofd:	Prof.dr. E. Vlieg
Wetenschappelijke staf:	Dr. P.R. Hageman, Dr.Ir. J.J. Schermer
Secretariaat:	Mw. A.L.A.M. Hendriks, kamer: HG 03.527; tel.: (36)53353 email: ams-secr@science.ru.nl
Website:	www.ru.nl/ams

Onderzoek

- Zonnecellen
- Grote bandafstand halfgeleiders

Het onderzoek is gericht op het vervaardigen (groeien en processen) en het bestuderen van dunne-film materialen en devices. Hiertoe beschikt de afdeling over een moderne cleanroom faciliteit met alle benodigde apparatuur voor de depositie, processing en analyse van dunne-films. Het onderzoek concentreert zich met name op de zogenaamde III-V en III-nitride halfgeleiders. Dit zijn samengestelde materialen bestaande uit elementen van de derde (Al, Ga, In) en vijfde (N, P, As) hoofdgroep van het periodiek systeem. Door het variëren van de elementsamenstelling kunnen de fysische en chemische eigenschappen van deze materialen naar wens worden aangepast. Hierdoor kunnen van deze materialen opto-electronische componenten van uitzonderlijk hoge kwaliteit worden geproduceerd. In verband hiermee wordt het onderzoek op de afdeling uitgevoerd in nauwe samenwerking met bedrijven, grote instituten en andere universiteiten zoals Philips, NXP, ESA, Dutch Space, ECN en de Technische Universiteit Eindhoven.

Beschrijving

Zonnecellen

Voor de productie van hoogrendement zonnecellen worden de III-V materialen GaAs en InGaP toegepast. Deze cellen worden geproduceerd op kristalschijven (wafers). Vanwege de hoge kostprijs van de wafers worden de III-V cellen tot op heden alleen in de ruimtevaart toegepast. Op de afdeling wordt een epitaxiaal lift-off (ELO) techniek ontwikkeld waarmee de circa 2 μm dikke zonnecellaag na productie kan worden losgeweekt van de wafer. Op deze wijze kan de wafer worden hergebruikt. Hiermee wordt een enorme kostenreductie bereikt zodat de toepassing van III-V cellen voor de energievoorziening op Aarde in zicht komt. Enkelvoudige zonnecellen die m.b.v. de ELO techniek worden vervaardigd, hebben inmiddels een wereldrecord rendement van 24,5% behaald en benaderen de grens van het theoretisch haalbare. Verdere ontwikkelingen gaan in de richting van meervoudig gestapelde zonnecellen en het gebruik van lenzen en spiegels om het licht te concentreren voordat het in elektriciteit wordt omgezet. Hiermee zijn theoretisch rendementen tot boven de 50% haalbaar.

Grote bandafstand halfgeleiders

De recent ontwikkelde groep III-nitride materialen (AlN, GaN en InN) hebben ideale eigenschappen (grote bandafstand, hoge doorslagspanning en elektronmobiliteit etc.) voor de vervaardiging van hoogvermogen opto-elektronische componenten. Als gevolg hiervan worden deze materialen op steeds grotere schaal toegepast in b.v. LED-lampen en multi-media lasers. Omdat er nog geen wafers met een 'passende' kristalstructuur beschikbaar zijn, worden de nitrides op 'niet-passende' wafers van saffier geproduceerd. Als gevolg hiervan vertonen de III-nitride lagen veel defecten die van grote invloed zijn op de prestatie van de elektronische componenten die hiervan worden vervaardigd. Op de afdeling wordt studie gemaakt van het ontstaan en het gedrag van deze defecten met het doel de concentratie hiervan te minimaliseren. Dit heeft inmiddels geresulteerd in de vervaardiging van High Electron Mobility Transistors met een Europees record vermogensdichtheid. Anderzijds wordt onderzocht of het mogelijk is om passende wafers te ontwikkelen. Toepassing hiervan zou de defectdichtheid van de nitride materialen met meerdere ordes van grootte reduceren en de efficiency van de vervaardigde componenten nog verder omhoog stuwen.

Mogelijkheden voor studenten

Voor studenten zijn er op de afdeling veel mogelijkheden voor het verrichten van wetenschappelijk onderzoek. In overleg met de begeleider wordt een stageopdracht geformuleerd die de student, na een korte introductieperiode, zelfstandig kan uitvoeren. Het onderzoek wordt afgerond met een afdelingscolloquium en een eindverslag. Afhankelijk van het resultaat kan het onderzoek leiden tot een publicatie in een wetenschappelijk tijdschrift.

8.10 Elektronenstructuur van Materialen (IMM)

Hoofd:	Prof.dr. R.A. de Groot
Wetenschappelijke staf:	Dr.ir. G.A. de Wijs
Secretariaat:	Ms J.P.M. Föllings; room: HG 03.064; tel.52981; email: a.follings@science.ru.nl
Website:	www.ru.nl/esm

Onderzoek

- Magnetisme van overgangsmetalen, verbindingen met overgangs-metalen en multilagen
- Half-metallische materialen en spin-elektronica
- Materialen, geschikt voor de opslag van waterstof
- Elektronische, optische en mechanische eigenschappen van polymeren, organische materialen

Beschrijving

Het centrale thema is het verklaren en voorspellen van de fysische eigenschappen van een verscheidenheid aan nieuwe materialen, waaronder kunstmatig gemaakte nanostructuren, met behulp van *ab initio* berekeningen.

Moderne kwantummechanische berekeningen binnen de dichtheidsfunctionaal theorie (DFT) brengen de studie van de elektronische, magnetische, optische en mechanische eigenschappen van nieuwe materialen binnen bereik. Het werk betreft grootschalig computerwerk. Ook streven wij naar een nauwe samenwerking met experimentele groepen.

Mogelijkheden voor studenten

Studenten zijn welkom in elke fase van hun opleiding voor het uitvoeren van of het meedoen aan het wetenschappelijk onderzoek.

8.11 Molecuul en Biofysica (IMM)

Hoogleraar:	Prof.dr. W.J. van der Zande
Wetenschappelijke staf:	Prof.Dr. W.L. Meerts, Prof.dr. Marc J.J. Vrakking (FOM-Institute AMOLF)
Secretariaat:	Mw. E. Gouwens- van Oss; kamer: HG 01.712; tel.: (36)53010; email: mailto:e.gouwens-vanoss@science.ru.nl
Website:	www.ru.nl/molphys

Onderzoek

- Biomoleculaire structuur en functie
- Moleculaire detectie
- Elektronen en moleculen
- Instrumentele ontwikkelingen

De wereld om ons heen bevat moleculen in vele vormen en groottes en processen waarbij moleculen een rol spelen domineren het dagelijkse leven. Het gedrag van kleine moleculen, het gedrag en de structuur van grote moleculen en de interacties van moleculen met licht vormen centrale thema's van het onderzoek in deze groep. Geavanceerde laser- en moleculaire detectie technieken worden gecombineerd om vragen te genereren die niet alleen fundamentele inzichten leveren, maar ook bijdragen aan problemen in het biomoleculaire en atmosferische onderzoek.

Beschrijving

Biomoleculaire structuur en functie

Structuur en functie zijn nauw verweven in moleculen. Fysische interacties tussen atomen bepalen de structuur, waarbij het resulterende molecuul bijvoorbeeld in biochemische processen specifieke functies moet kunnen vervullen. Wij proberen hoge resolutie laser spectroscopie toe te passen en uit te breiden om niet alleen de structuur van moleculen te bepalen, maar ook om inzicht te verkrijgen in interne moleculaire bewegelijkheid. De experimenten en theorie worden uitgevoerd in nauwe samenwerking met de Heinrich Heine Universiteit in Düsseldorf.

Moleculaire detectie

Atmosferische moleculen zijn klein en dankzij hun absorptie spectrum eenvoudig te detecteren. Echter diezelfde moleculen hebben vaak zeer zwakke absorpties die, vanwege de grote hoeveelheden in de atmosfeer, toch invloed hebben op onze atmosfeer. Met behulp van 'Cavity Ringdown Spectroscopie', een zeer gevoelige laser techniek, kunnen we niet alleen zeer zwakke absorpties detecteren, maar ook het effect van botsingen.

Elektronen en moleculen

Boven in onze atmosfeer bevinden moleculen zich vaak in geladen toestand. De reactie van elektronen met deze ionen is een proces dat plaatsvindt meer dan 100 km boven ons hoofd en mede de oorzaak is van het feit dat de atmosfeer ook 's nachts nog licht genereert (airglow). In een samenwerking met de universiteit van Stockholm bestuderen we deze reactie. Wij ontwikkelen daarbij detectieapparatuur voor de reactieproducten.

Instrumentele ontwikkelingen

De groep MBf is verantwoordelijk voor de ontwikkeling van een ver-infrarood (ook wel TeraHertz straling genoemd) bron gebaseerd op een vrije elektronen laser. Een groot en ambitieus project.

Mogelijkheden voor studenten

Studenten zijn welkom in elke fase van hun opleiding voor het uitvoeren van of het meedoen aan het wetenschappelijk onderzoek.

8.12 Molecuul- en Laserfysica (experimenteel) (IMM)

Hoofd:	Prof.dr. D.H. Parker
Wetenschappelijke staf:	Dr. F.J.M. Harren
Secretariaat:	Mw. M. Speijers; kamer: HG 01.719; tel.: (36)52025; email: m.speijers@science.ru.nl
Website:	www.ru.nl/

Onderzoek

- Moleculaire botsingsdynamica
- De ontwikkeling van nieuwe lasers en moleculaire bundeltechnieken
- Sporen gas detectie

Beschrijving

Moleculaire botsingsdynamica

In een botsing tussen twee moleculen zijn verschillende processen mogelijk. Om te beginnen zijn er de elastische botsingen, waarin de moleculen hun interne energie behouden en slechts kinetische energie uitwisselen. Veel interessanter is de situatie waarin de interne (rotationele of vibrationele) energie verandert. Dit kan aanleiding geven tot niet-thermische toestands-bezettingen, wat bijvoorbeeld aanleiding kan geven tot laser- of maserwerking. Ook kan een chemische reactie plaatsvinden. Op dit moment worden o.a. botsingen van OH en CO bestudeerd, een proces dat van groot belang is in de atmosferische chemie en in verbrandings-processen. Het onderzoek wordt verricht met molecuulbundels, waarbij de detectie plaatsvindt met laser geïnduceerde fluorescentie (LIF). Met de laserstraal, die precies in het snijpunt van de twee molecuulbundels wordt gericht, worden de bezettingen van de energietoestanden en hun veranderingen bij een botsing gemeten. Berekeningen zijn er nog nauwelijks aan verricht; daarom worden in samenwerking met andere onderzoeksgroepen theoretische modellen vergeleken met de experimentele resultaten.

In een nieuwe opstelling wordt op een slimme manier gebruik gemaakt van ionendetectie. Door een laserbundel van de juiste golflengte te kruisen met een moleculaire bundel worden moleculen selectief geïoniseerd. Op deze manier is ook bekend hoeveel interne energie het molecuul heeft (elektronisch, vibrationeel en rotationeel). Vervolgens worden de ionen in een elektrisch veld versneld naar een 2D plaatsgevoelige detector. Uit de resulterende plaatjes (images) kan de oorspronkelijke 3D verdeling worden terugberekend en gedetailleerde informatie verkregen worden over snelheids- en hoekverdelingen. Op het moment wordt deze methode toegepast om de fotodissociatie van O₂ te bestuderen (snelheids- en hoekverdelingen van het O fragment). In de toekomst zullen ook reactieve botsingsprocessen aan de orde komen, waarbij detectie van de reactieproducten wordt beoogd.

De ontwikkeling van nieuwe lasers en moleculaire bundeltechnieken

Zowel voor het fundamentele onderzoek als voor het toepassingsgerichte onderzoek is het noodzakelijk om de meest geavanceerde experimentele meetmethodes in te zetten. Zo zijn we er recentelijk in geslaagd om naast fotonen en ionen ook metastabiele neutrale moleculen tweedimensionaal af te beelden, wat uitermate geschikt is voor karakterisering van moleculaire bundels en wat tevens toegepast wordt in een samenwerkingsproject met vaste-stoffysica waarbij de interactie wordt onderzocht van metastabiele moleculen met oppervlakken.

Door het gebruik van de nieuwste niet-lineaire materialen en het effect van optische parametrische oscillatie zijn we sinds korte tijd als een van de eerste onderzoeksgroepen ter wereld in staat om hoog vermogen, nauwbandige, continue afstembare lasers te maken in het infrarode golflengtegebied tussen de 2 en de 5 micrometer. In de nabije toekomst zal dit golflengtegebied uitgebreid worden tot over de 10 micrometer.

Een techniek die parallel ontwikkeld wordt, is een massaspectrometrische methode waarbij de ionisatie van moleculen plaatsvindt via proton transfer in een driftkamer. Vooral vluchtige organische componenten zijn hiermee met grote gevoeligheid en snelheid te meten.

Sporen gas detectie

Voor praktisch elke natuurwetenschappelijke richting is het een uitdaging om gevoelig, kleine hoeveelheden sporengassen in complexe gasmengsels te analyseren. De Trace Gas Research Group concentreert zich hierop door de ontwikkeling en toepassing van lasers en massaspectrometers. Hiermee realiseren we, in combinatie met geavanceerde spectroscopische onderzoeksmethoden, extreem hoge gevoeligheden voor een groot aantal vluchtige stoffen, waarbij een detectie limiet bereikt wordt lager dan één op de miljard deeltjes (1 ppbv). Naast gevoeligheid is selectiviteit, nauwkeurigheid en snelheid van meten van belang, en dat de meting niet-invasief is (dit vooral bij medische toepassingen).

In multidisciplinair verband worden onderzoekstoepassingen uitgevoerd in de biologische, chemische en medische wetenschapsgebieden. Dit kan variëren van de reactie van planten en fruit op schimmels tot de detectie van de effecten van roken op de longen en de studie naar tuberculose.

Mogelijkheden voor studenten

Studenten kunnen afstuderen op een van tevoren nauwkeurig te definiëren eigen onderwerp, dat past in één van de hierboven genoemde onderzoekslijnen. Veel van het onderzoek wordt in nauwe samenwerking gedaan met onderzoeksgroepen in Europa en Amerika, met universiteiten, bedrijven en onderzoeksinstituten, zoals het Koninklijk Instituut van de Tropen en het Nederlands Meetinstituut.

8.13 Toegepaste Molecuul Fysica (IMM)

Hoofd:	Prof.dr. J.J. ter Meulen
Wetenschappelijke staf:	Prof. dr. W. van de Water (TU/e), Dr. N. Dam
Secretariaat:	Mw E.A.M.L. Meijer, kamer HG01.721, tel. 3652339 e-mail: ine.meijer@science.ru.nl
Website:	www.ru.nl/appliedmolecularphysics/

Onderzoek

- Schrijven in lucht en het mysterie van turbulentie
- NO- en roetvorming gedurende de verbranding in dieselmotoren
- Moleculen in vlammen
- Depositie van ultra harde diamant coatings
- Moleculaire botsingen

Beschrijving*Schrijven in lucht en het mysterie van turbulentie*

Bestudering van turbulente gasstroming met behulp van laser detectietechnieken. Samenwerking met Prof.dr. W. van de Water (TU/e).

NO- en roetvorming gedurende de verbranding in dieselmotoren

Bestudering van de vorming van (nano)particles en stikstofoxide in een transparante dieselmotor m.b.v. laserdiagnostiek. Samenwerking met TU/e en DAF.

Moleculen in vlammen

Stikstofoxide beïnvloedt de ozonvorming en geeft aanleiding tot smog en zure regen. Kunnen we de vorming beïnvloeden door de toevoeging van waterstof?
 Samenwerking met Prof.dr. L. de Goeij (TU/e).

Depositie van ultra harde diamant coatings

Onderzocht wordt de depositie van diamant met directe toepassingen als ultraharde of warmtegeleidende laag. Samenwerking met Toegepaste Materiaal Wetenschap (Dr. J.J. Schermer) en Vaste-Stofchemie (Dr. W. van Enckevoort).

Moleculaire botsingen

In een Europees netwerk worden botsingen van interstellaire moleculen bestudeerd met lasertechnieken. Samenwerking met Molecuul- en Laserfysica (Prof. dr. D. Parker).

Mogelijkheden voor studenten

Geschikt voor de bachelorstage van studenten Natuurkunde, Scheikunde en Natuurwetenschappen.

8.14 Biofysica

Deze afdeling werkt nauw samen met de afdeling 'Biofysica' van het Universitair Medisch Centrum (UMC).

Hoofd:	Prof.dr. C.C.A.M. Gielen
Vaste medewerkers:	Prof. dr. H.J. Kappen, Prof. dr. A.J. van Opstal, Dr. J.A.M. van Gisbergen, Dr. H.H.L.M. Goossens (UMC), Dr. T.F. Oostendorp (UMC)
Secretariaat:	Mw. J. Fontaine; kamer GG21.16.0.20; route 126, tel.: (36)14244; email:mbfys@science.ru.nl
Website:	www.ru.nl/mbphysics

Onderzoek

- Hersenen en Gedrag
- Machine learning en kunstmatige intelligentie

Omschrijving

Hersenen en Gedrag

Het onderzoek richt zich op de informatieverwerking in het zenuwstelsel. Meer in het bijzonder richt het onderzoek zich op de wijze waarop cellen in het zenuwstelsel (neuronen) sensorische informatie (o.a. visuele, auditieve, en vestibulaire informatie) coderen en op de wijze waarop deze informatie gebruikt wordt voor het initiëren en coördineren van doelgerichte bewegingen. Het onderzoek heeft zowel experimentele als theoretische aspecten. Wat betreft het experimenteel onderzoek wordt samengewerkt met het F.C. Donders Centrum, waarbij gebruik gemaakt wordt van de meest moderne apparatuur voor het meten en zichtbaar maken van hersenactiviteit. En met de onderzoeksgroep van het UMC St. Radboud.

Het bovengenoemde onderzoek wordt aangepakt vanuit verschillende invalshoeken:

- Experimenteel onderzoek vanuit een systeem-theoretische aanpak, waarin op grond van stimulus-response relaties conclusies kunnen worden getrokken over de functionele en hiërarchische processen, die onderscheiden kunnen worden bij informatieverwerking in het zenuwstelsel
- Experimenteel elektrofysiologisch onderzoek, waarin de elektrische activiteit van neuronen en groepen van neuronen wordt bestudeerd
- Het ontwikkelen van zogenaamde inverse procedures. Hierbij wordt getracht de bronnen van neurale activiteit te karakteriseren (plaats en sterkte) uitgaande van de signalen (EEG en fMRI) zoals deze aan het lichaamsoppervlak worden waargenomen.
- Theoretisch onderzoek waarin modellen worden gemaakt van een neuron en van netwerken van neuronen

Het theoretisch onderzoek richt zich enerzijds op een beter inzicht in de wijze waarop neuronen met elkaar communiceren en anderzijds in de wijze waarop informatie wordt geleerd en opgeslagen in het zenuwstelsel.

Machine learning en kunstmatige intelligentie

Op een dag zullen computers kunnen denken en leren als mensen. Maar dit zal nog lang duren. Toch levert ook op dit moment het onderzoek op het gebied van de machine learning en kunstmatige intelligentie nuttige algoritmes en methodes op die toepasbaar zijn op hedendaagse maatschappelijke en industriële problemen. Op de afdeling Biofysica wordt door fysici onderzoek gedaan naar nieuwe machine learning methodes en worden deze methodes toegepast in de kunstmatige intelligentie. Met name methodes die geïnspireerd zijn op methodes uit de statistische fysica, zoals de mean field en Bethe benaderingen en Monte Carlo sampling, worden door de groep ontwikkeld en behoren tot de krachtigste methodes ter wereld. Deze methodes worden toegepast in medische experimenten, genetica, multi-agent control problemen en tijdreeks voorspelling. Sommige toepassingen worden gecommmercialiseerd middels spin-off bedrijven of in samenwerking met industriële partijen. Studenten die interesse hebben om op dit onderwerp af te studeren wordt geadviseerd om colleges te volgen op het gebied van de statistische fysica alsmede de colleges Inleiding Patroonherkenning, Machine Learning en Computational Physics. Zie www.snn.ru.nl/nijmegen voor aanvullende informatie.

Mogelijkheden voor studenten

In de afdeling Biofysica bestaan diverse mogelijkheden om een onderzoek te doen op een experimenteel of theoretisch onderwerp. Studenten die dat overwegen wordt aangeraden contact op te nemen met het hoofd van de afdeling Biofysica, of met één van de leden van de vaste staf.

9 Examenregelingen

De regelingen omtrent examens zijn vastgelegd in twee documenten. De zgn. Onderwijs en Examen Regeling (OER) behandelt de algemene inrichting en omvang van het onderwijs en de examens. De meer specifieke regels zijn te vinden in de Regels en Richtlijnen van de Examencommissie.

De bachelor OER zelf is niet in deze gids opgenomen, maar is op internet te vinden. De Regels en Richtlijnen van de examencommissie worden wel vermeld. In dit hoofdstuk wordt een aantal punten uit deze regelingen plus een aantal praktische zaken betreffende de examens op een rij gezet.

Het bachelorprogramma van de opleiding Natuur- en Sterrenkunde kent het propedeutisch examen en het bachelorexamen. Ieder examen bestaat uit een aantal onderdelen, die tentamens worden genoemd.

Alle tentamens worden minimaal tweemaal per jaar afgenomen: de eerste keer kort na het laatste college; de herkansing volgt later in het jaar. Enkele vakken hebben ook nog een derde kans. Men mag maximaal 3 maal meedoen aan een tentamen, mits men als gewoon student, extraneus of instellingsstudent staat ingeschreven. Als men meerdere keren heeft meegedaan, telt het hoogst behaalde cijfer. Heeft men na 3 maal nog geen voldoende dan kan men de examencommissie schriftelijk verzoeken om nogmaals een tentamen af te mogen leggen. Deze (maximaal 3x) regeling is in werking getreden met ingang van 1 september 1999 voor wat betreft tentamens waarvoor studenten zich na die datum voor de eerste maal inschrijven.

Sommige tentamens mogen pas worden afgelegd als bepaalde andere onderdelen achter de rug zijn. Zie hiervoor het OER: www.ru.nl/ons/onderwijszaken/onderwijs-_en/

9.1 Tentamens

Voor ieder tentamen, behorende tot de propedeuse, bachelor, master of doctoraalfase, moet men zich inschrijven. Inschrijven gaat via KISS, dat op computer terminals, die op diverse plaatsen in het gebouw staan opgesteld, toegankelijk is. KISS is te vinden op het internet: www.ru.nl/student. Iedere student krijgt een persoonlijk wachtwoord. Via KISS kun je je inschrijven voor tentamens, je tentamenresultaten raadplegen, je adres wijzigen etc. Inschrijving dient te geschieden voor de sluitdatum (er zitten 5 werkdagen tussen de sluitdatum en de datum waarop het tentamen wordt afgelegd). **Ook de practica** zijn examenonderdelen waarvoor men zich dient in te schrijven.

Enkele weken nadat het tentamen is afgenomen kan men de uitslag opvragen met behulp van KISS. Telefonisch worden geen uitslagen verstrekt! (i.v.m. privacy van studentengegevens).

9.2 Het propedeutisch examen

De inschrijving voor het propedeutisch examen staat geheel los van de inschrijvingen voor de tentamens. Voor het propedeutisch examen moet men zich apart inschrijven bij de Studentenadministratie/Examenbureau.

Dit dient uiterlijk één week voor de examendatum (datum waarop de examencommissie bijeenkomt) te gebeuren. Hierbij is overlegging van de volgende stukken vereist:

- geldige collegekaart
- geldig paspoort of identiteitskaart

De inschrijving voor het propedeutisch examen blijft van kracht zolang men ingeschreven is voor de opleiding Natuur- en Sterrenkunde en men nog niet geslaagd is voor het propedeutisch examen. Nadat men aan de eisen met betrekking tot de tentamens heeft voldaan, is men automatisch geslaagd voor het propedeutisch examen op de eerstvolgende examendatum.

De data waarop de examencommissie in het studiejaar 2008/2009 bijeenkomt staan vermeld in een appendix. Er zijn ieder jaar drie of vier bijeenkomsten.

Een plechtige uitreiking van de propedeuse getuigschriften vindt in november plaats. Alle examinandi worden hiervoor persoonlijk uitgenodigd.

9.3 Het bachelorexamen

Ook voor het bachelor examen dient men zich in te schrijven bij Studentenadministratie / Examenbureau. Men kan zich inschrijven als alle cijfers/uitslagen die op het examen betrekking hebben bij Studentenadministratie/Examenbureau verwerkt zijn (dus terug te vinden op KISS). De sluiting voor inschrijving is twee weken voor de examendatum. Bij de inschrijving is overlegging van de volgende stukken vereist:

- geldige collegekaart
- geldig paspoort of identiteitskaart
- laatst behaalde getuigschrift (indien elders/buiten de RU behaald)
- indien van toepassing: bevestiging van toekenning m.b.t. "vrijstellingen" van/door de betrokken Examencommissie
- de goedgekeurde vakkencombinatie dient bij de Studentenadministratie/Examenbureau aanwezig te zijn
- Extraneus-verklaring. (bij het aanvragen van het examen in te leveren.) In het studiejaar (de studie jaren) waarin werd deelgenomen aan praktische oefeningen, dient men ingeschreven te zijn geweest als student. Dit geldt ook voor scriptie- en stagebegeleiding. Voor de jaren dat men als extraneus of helemaal niet ingeschreven was, dient men een verklaring te overleggen van de scriptiebegeleider dat in die jaren geen scriptiebegeleiding is gegeven.

Nadat de student is geslaagd, dient hij/zij het getuigschrift aan te vragen bij het Bureau Examens, Comeniuslaan 4.

De examendata staan vermeld in een appendix. Vier keer per jaar is er een diploma uitreiking.

9.4 Regels en Richtlijnen van de Examencommissie

Artikel 1: Toepassingsgebied

Deze regels en richtlijnen zijn van toepassing op de tentamens in de opleiding Natuur- en Sterrenkunde, hierna te noemen: de opleiding.

Artikel 2: Begripsomschrijving

In deze regels en richtlijnen wordt verstaan onder:

1. examenregeling: de onderwijs- en examenregeling voor de in artikel 1 genoemde opleiding;
2. examinandus: degene die zich onderwerpt aan een tentamen of examen;
3. tentamen: het onderzoek naar en de beoordeling van kennis, vaardigheden en inzicht, ongeacht de vorm waarin dit onderzoek plaatsvindt;
4. student: degene die als zodanig is ingeschreven voor de opleiding;
5. examinerator: examinerator als bedoeld in artikel 7.12 lid 3 WHW.

Artikel 3: Dagelijkse gang van zaken examencommissie

De examencommissie wijst uit haar midden een lid aan dat belast is met de behartiging van de dagelijkse gang van zaken van de examencommissie.

Artikel 4: Vaststelling uitslag examen

1. De kandidaat is dan en alleen dan geslaagd voor het propedeutisch examen als de beoordelingen die hij ontvangen heeft voor de onderdelen van het propedeutisch examen voldoen aan de volgende voorwaarden:
 1. Alle beoordelingen op hoogstens één na zijn ten minste 6. Er zijn geen beoordelingen lager dan 5.
 2. Het gemiddelde van alle beoordelingen is ten minste 6.
2. De kandidaat is dan en slechts dan geslaagd voor het bachelor-examen als aan de volgende voorwaarden is voldaan:
 1. Voor elk examenonderdeel is bij de desbetreffende zitting van de examencommissie een beoordeling voorhanden.
 2. Alle beoordelingen op hoogstens 2 na zijn voldoende, i.e. ten minste 6, resp. voldaan, gevolgd of vrijstelling. Er zijn geen beoordelingen lager dan 5.
 3. Het gemiddelde van alle beoordelingen is tenminste 6.
3. De kandidaat is dan en slechts dan geslaagd voor het master-examen als aan de volgende voorwaarden is voldaan:
 1. Voor elk examenonderdeel is bij de desbetreffende zitting van de examencommissie een beoordeling voorhanden.
 2. Alle beoordelingen op hoogstens 1 na zijn voldoende, i.e. ten minste 6, resp. voldaan, gevolgd of vrijstelling. Er zijn geen beoordelingen lager dan 5.
 3. Het gemiddelde van alle beoordelingen is tenminste 6.
4. In bijzondere gevallen kan de examencommissie van het hierboven bepaalde afwijken.

Artikel 5: Judicia

Er worden 4 categorieën onderscheiden:

- Geen judicium: Het gemiddelde van alle vakken is kleiner dan 7.5
- Bene meritum: Het gemiddelde van alle vakken ligt tussen 7.5 en 8.0
- Cum Laude: Het gemiddelde van alle vakken ligt tussen 8.0 en 9.0
- Summa cum laude: Het gemiddelde van alle vakken is groter dan 9.0

Hierbij wordt de beoordeling van de bachelorstage tweemaal zo zwaar meegeteld als andere vakken. De beoordeling van de masterstage wordt driemaal zo zwaar meegeteld.

Artikel 6: Cijfers

De cijfers die voor de beoordeling van de tentamens uitsluitend gebruikt mogen worden zijn: 10,0; 9,5; 9,0; 8,5; 8,0; 7,5; 7,0; 6,5; 6,0; 5,0; 4,5; 4,0; 3,5; 3,0; 2,5; 2,0; 1,5; 1,0; voldaan.

Artikel 7: Aanmelding tentamens

1. Deelneming aan een schriftelijk tentamen als bedoeld in artikel 8 lid 1, kan pas plaatsvinden na deugdelijke en tijdige aanmelding bij de facultaire studentenadministratie.
2. Als tijdige aanmelding geldt een opgave tenminste 5 werkdagen voor het tijdstip waarop het desbetreffende tentamen zal worden afgenomen. De examencommissie kan in bijzondere gevallen toestaan dat een latere aanmelding niettemin als tijdig wordt aangemerkt.

Artikel 8: De orde tijdens een tentamen

1. De desbetreffende examinator zorgt dat t.b.v. de schriftelijke examinering, surveillanten worden aangewezen die erop toezien dat het tentamen in goede orde verloopt.
2. De examinandus is verplicht zich op verzoek van de surveillant te legitimeren.
3. De examinandus is verplicht de aanwijzingen van de examencommissie c.q. de examinator, die voor de aanvang van het tentamen zijn gepubliceerd, alsmede aanwijzingen die tijdens het tentamen en onmiddellijk na afloop daarvan worden gegeven, op te volgen.
4. Volgt de examinandus een of meer aanwijzingen als bedoeld in het derde lid niet op, dan kan hij door de examencommissie c.q. de examinator worden uitgesloten van de verdere deelname aan het desbetreffende tentamen. De uitsluiting heeft tot gevolg dat geen uitslag wordt vastgesteld van dat tentamen. Voordat de examencommissie c.q. de examinator een besluit tot uitsluiting neemt, stelt zij de examinandus in de gelegenheid te worden gehoord.

Artikel 9: Fraude

1. Er is sprake van fraude wanneer als gevolg van handelen of verzuim van handelen van een examinandus het vormen van een juist oordeel omtrent zijn kennis, inzicht en vaardigheden geheel of gedeeltelijk onmogelijk wordt.
2. In geval van fraude tijdens het afleggen van een tentamen kan de examinator de examinandus uitsluiten van verdere deelname aan het tentamen.
3. De beslissing inzake uitsluiting wordt genomen naar aanleiding van door de examinator of surveillant geconstateerde of vermoede fraude.
4. In spoedeisende gevallen kan de examinator een voorlopige beslissing tot uitsluiting nemen op grond van zijn constatering c.q. vermoeden of, indien van toepassing, een mondeling verslag van de surveillant. Desgevraagd draagt de examinator er zorg voor dat, binnen een

redelijke termijn, het verslag van de geconstateerde of vermoede fraude op schrift wordt gesteld en in afschrift aan de examinandus wordt verstrekt.

5. De examinandus kan aan de examencommissie verzoeken de uitsluiting ongedaan te maken.
6. Voordat de examencommissie een beslissing neemt op een verzoek, als bedoeld in het vijfde lid, stelt zij de examinandus en de examinerator in de gelegenheid te worden gehoord.
7. Een uitsluiting heeft tot gevolg dat geen uitslag wordt vastgesteld voor het in het tweede lid bedoelde tentamen.

Artikel 10: Dubbele Bachelor Wiskunde en Natuur- & Sterrenkunde

1. Studenten die de dubbele bachelor Wiskunde en Natuur- & Sterrenkunde volgen, hebben een verzaamd studieprogramma in de propedeusefase (72 ec) en de postpropedeusefase (153 ec).
2. In de propedeusefase wordt een keuze gemaakt tussen de vakken Computergebruik (2 ec) en Wiskunde en Computers (3 ec). Het natuurkundevak Inleiding Computergebruik (1 ec) komt te vervallen als verplicht vak.
3. In de propedeusefase komen de wiskundevakken Problem Solving (1 ec), Project (2 ec) en Euclidische Meetkunde (3 ec) te vervallen als verplichte vakken.
4. In de postpropedeusefase zijn de wiskundevakken Inleiding Statistiek (3 ec), Analytische Meetkunde (3 ec) en Inleiding Partiële Differentiaalvergelijkingen (6 ec) verplichte vakken.
5. In de postpropedeusefase wordt een keuze gemaakt tussen het wiskundevak Discrete Wiskunde 1 (3 ec) en het natuurkundevak Programmeren (4 ec).
6. In de postpropedeusefase komen het wiskundevak Logica (3 ec) en het natuurkundevak Elektronica (3 ec) te vervallen als verplichte vakken.
7. In de postpropedeusefase wordt één Bachelorstage (12 ec) verricht bij een Wis- of Natuurkunde-afdeling naar keuze.

Artikel 11: Minoren

1. Het samenhangende vakkenpakket omvattende Getallen (7 ec), Analyse 1 (6 ec), Analyse 2 (6 ec), Symmetrie (6 ec), Inleiding Fouriertheorie (3 ec), Analytische Meetkunde (3 ec) is goedgekeurd als minor Wiskunde.
2. Het samenhangende vakkenpakket omvattende Markov ketens (3 ec), Voortgezette Kansrekening (3 ec), Toegepaste Wiskunde (6 ec), Neurofysica (3 ec), Inleiding Biofysica (3 ec), Neural Networks and Information Theory (3 ec), Inleiding Magnetische Resonantie (2 ec), Magnetic Resonance of Living Systems (4 ec), en een verplicht keuzevak (3 ec) is goedgekeurd als minor Neurosciences. Voor het verplichte keuzevak dient te worden gekozen uit Stochastische Processen (6 ec; in plaats van Markov ketens), Moleculaire Biofysica (3 ec), Biologische Stromingsleer (3 ec) of Complexiteit (3 ec).

Artikel 12: Wijziging regels en richtlijnen

Geen wijzigingen vinden plaats die van toepassing zijn op het lopende studiejaar, tenzij de belangen van de studenten daardoor redelijkerwijs niet worden geschaad.

Artikel 13: Inwerkingtreding

Deze regels en richtlijnen treden in werking op 1 september 2008

Aldus vastgesteld door de examencommissie voor de opleiding Natuur- en Sterrenkunde.

10 De bestuursstructuur

De opleiding Natuur- en Sterrenkunde is een van de opleidingen van de Faculteit Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica (FNWI). In dit hoofdstuk wordt kort uiteengezet hoe de bestuursstructuur van de faculteit is.

De faculteit wordt geleid door de decaan, twee vice-decanen en de faculteitsdirecteur. De decaan is belast met de algemene leiding. De vice-decanen zijn resp. belast met het onderzoeksbeleid en het onderwijsbeleid en de faculteitsdirecteur is belast met de bedrijfsvoering. Een student-assessor staat tijdens gezamenlijke vergaderingen van de decaan en de vice-decanen hen met raadgevende stem bij. Er is een Facultaire Gezamenlijke Vergadering (FGV) van de onderdeelcommissie (OC), waarin het personeel is vertegenwoordigd, en de Facultaire Studenten Raad (FSR). De FGV heeft o.a. instemmingsrecht met betrekking tot beleidsplannen, faculteitsreglementen, de onderwijs- en examenregeling en de wijze van kwaliteitsbewaking van onderwijs en onderzoek.

Alle faculteiten samen vormen de gehele universiteit. Deze wordt bestuurd door het College van Bestuur (CVB). Het CVB wordt weer geadviseerd door de Universitaire Gezamenlijke Vergadering van Ondernemingsraad en Studentenraad.

10.1 Het Onderwijsinstituut Wis-, Natuur- en Sterrenkunde (WiNSt)

Directeur en opleidingscoördinator:	Prof. Dr. J.J. ter Meulen
Studiecoördinator N&S:	Dr. G.W.M. Swart

De faculteit NWI kent zes Onderzoeksinstituten en vier Onderwijsinstituten. Het Onderwijsinstituut Wiskunde, Natuur- en Sterrenkunde (WiNSt) is één van de vier. Ieder onderwijsinstituut staat onder leiding van een onderwijsdirecteur. Als een onderwijsinstituut meerdere opleidingen verzorgt, is er per opleiding een opleidingscoördinator. Bij Natuur- en Sterrenkunde is op dit moment de onderwijsdirecteur tevens opleidingscoördinator voor Natuur- en Sterrenkunde. Hij wordt ondersteund door een studiecoördinator. Iedere opleiding heeft een eigen examencommissie. Deze bestaat uit maximaal 10 leden van het wetenschappelijk personeel. De opleiding N&S heeft ook een opleidingscommissie. Deze bestaat uit acht leden waarvan de helft studenten. Deze commissie brengt gevraagd of ongevraagd advies uit aan de onderwijsdirecteur over alle aangelegenheden betreffende het onderwijs in de opleiding. Tenslotte is er een Commissie Studie-advies Eerste Jaar. Deze commissie brengt aan iedere student een voorlopig advies uit rond 1 februari en een definitief advies aan het einde van het eerste jaar.

11 Voorzieningen voor studenten

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van voorzieningen voor studenten. Namen en adressen zijn te vinden in appendix A. Sommige items worden uitgebreider besproken in het Vademecum.

Studieadviseur

Voor adviezen betreffende de studie kan de student terecht bij de studie-adviseur. (Zie appendix A). De studieadviseur houdt de studievoortgang van de studenten in het oog en roept studenten met te geringe voortgang op voor een gesprek. Dit is met name van belang i.v.m. de tempo- of prestatiebeurs. Bij twijfel over de gekozen studie kan de studieadviseur begeleiden of doorverwijzen naar adviseurs op centraal niveau of andere instanties. Ook kan hij informatie verstrekken over training in studievaardigheden en over studieplanning. De studieadviseur heeft geen spreekuur. Je kunt bij hem langslopen. Je wordt dan direct geholpen of er wordt een afspraak gemaakt.

Studieadvies eerste jaar

Halverwege en aan het eind van het eerste jaar wordt aan iedere student het wettelijk verplichte studieadvies uitgebracht. Dit houdt in dat de student van de Commissie Studieadvies Eerste Jaar te horen krijgt of hij/zij er verstandig aan doet om door te gaan met de studie of dat het wenselijk is om te stoppen. Ook een twijfeladvies behoort tot de mogelijkheden. De normen voor het advies liggen niet vast. De Cie betreft ook evt. persoonlijke omstandigheden in haar advies. Het advies heeft geen bindend karakter.

Centrale Studentenbalie

De Centrale Studentenbalie is het aanspreekpunt voor alle studenten op het gebied van centrale diensten, zoals de Centrale studentenadministratie en studentenbegeleiding. De medewerkers van de Centrale Studentenbalie zijn op de hoogte van allerhande procedures en kunnen je veelal direct helpen. Zaken waar je zoal voor terecht kunt:

- (Her-)Inschrijving, uitschrijving;
- Aanvragen van examens bij het Universitair Examenbureau;
- Studentenbegeleiding, zoals studentendecanen, -psychologen, studie- en beroepskeuze/loopbaanbegeleiding, cursussen en trainingen, vertrouwenspersoon, melding van studieovertraging wegens bijzondere omstandigheden;
- Informatie/aanvraag Afstudeerfonds; Leningen Noodfonds;
- KISS-wachtwoorden

Uitgebreide informatie over deze onderwerpen vind je op www.ru.nl/studenten en over KISS op www.ru.nl/student.

De balie is dagelijks geopend van 10.00 tot 17.00 uur, met uitzondering van de eerste vrijdagmiddag van elke maand en in roostervrije/vakantieperiodes. Bezoekadres: Comeniuslaan 4, telefonisch bereikbaar van 8.30 tot 12.30 uur en van 13.30 tot 17.00 uur of per e-mail: balie@dsz.ru.nl.

Herinschrijving aan de Radboud Universiteit Nijmegen

Je inschrijving is altijd voor één jaar geldig en eindigt altijd per 1 september. Voor een volgend jaar moet je je altijd herinschrijven en ook de betaling van collegegeld opnieuw regelen. Omstreeks juni ontvang je bericht over deze herinschrijving. Let hier goed op en regel de herinschrijving tijdig. Als je per september van enig jaar niet opnieuw ingeschreven staat kun je problemen krijgen met o.a. de studiefinanciering en ook bij het inschrijven voor vakken (TIS) en gebruik van Blackboard. Zie voor informatie over herinschrijven op Internet www.ru.nl/herinschrijven.

Studentenkaart en registratiekaart

De verwerking van jouw inschrijfpapieren duurt ongeveer 4 tot 6 weken. Vervolgens zul je een nieuwe Registratiekaart ontvangen. Dit is het bewijs dat je het nieuwe collegejaar ingeschreven bent als student. Elk jaar krijg je steeds een nieuwe registratiekaart waarop de periode vermeldt staat waarin je ingeschreven bent.

De studentenkaart is eenmalig verstrekt en houd je voor de hele duur van je studie. Met deze kaart toon je aan dat je student bent. Wanneer je een of beide kaarten kwijt bent dan kun je bij de Centrale Studententalie tegen betaling van € 10 nieuwe kaarten aanvragen.

Universitair examenbureau

Het Universitair Examenbureau verzorgt de examens voor de faculteiten Filosofie, Theologie, Sociale Wetenschappen, Rechtsgeleerdheid, Letteren, Managementwetenschappen, Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica en het ILS. Je kunt afstuderen als je aan alle eisen hebt voldaan. De examencommissie zal hiervoor een afstudeer- of masterverklaring afgeven. Met deze verklaring en overige documenten ga je vervolgens naar het Examenbureau. Hier wordt het afstuderen geregistreerd en wordt de afgifte van het getuigschrift en het examen en/of de buluitreiking verzorgd. Ook regel je dan de uitschrijving en eventuele gedeeltelijke restitutie van collegegeld. Houd er rekening mee dat er minimaal een maand de tijd zit tussen het aanvragen en het daadwerkelijke examen/de buluitreiking.

Extraneï dienen bij de aanvraag een docentverklaring te overleggen die bevestigt dat ze tijdens hun inschrijving als extraneus geen scriptiebegeleiding hebben gekregen. Als zo'n verklaring niet kan worden overlegd, kan de universiteit een boete opleggen.

Meer informatie over de examenaanvraag vind je op www.ru.nl/studenten. Het Universitair Examenbureau is geopend op werkdagen van 10.00 tot 12.00 uur. De aanmelding loopt via de Centrale Studententalie.

KISS (Internet Studenten Service)

Iedere student van de Radboud Universiteit Nijmegen heeft toegang tot KISS, een verzameling internetdiensten die nodig of handig zijn bij je studie. Via KISS schrijf je je onder in voor werkgroepen en tentamens, kun tentamenresultaten raadplegen, je adres wijzigen (TIS), e-mail ontvangen en verzenden, een eigen webpagina maken e.a. Geregeld komen er nieuwe functies bij. Ook wordt via KISS de maandelijkse nieuwsbrief verzonden aan alle studenten van de Radboud Universiteit Nijmegen. Hierin staan allerlei belangrijke nieuwtjes die te maken hebben met de universiteit.

Als je je wachtwoord kwijt bent, kun je op vertoon van je studentenkaart bij de Centrale Studentenbalie een nieuwe aanvragen.

Je vindt alle programma's van KISS inclusief uitleg en faq's op het internet via www.ru.nl/student. Voor verdere vragen en inlogproblemen kun je terecht bij de Centrale Studentenbalie. Voor **inhoudelijke** informatie over TIS en Blackboard kun je bij marinus.vanherpen@science.ru.nl

Informatiecentrum Bachelor Master

In het informatiecentrum Bachelor Master (Zie appendix A) vind je alle informatie en documentatie over opleidingen binnen en buiten de RU, over de arbeidsmarkt en over studeren en stage lopen in het buitenland. Ook beschikt de infotheek over uitstekende computervoorzieningen, waarmee je (eventueel met behulp van speciale zoekprogramma's) informatie op het Internet kunt zoeken.

Afdeling Studentenbegeleiding

De Afdeling Studentenbegeleiding (Zie appendix A) is er zowel voor vragen van zakelijke aard als voor vragen met een meer persoonlijk karakter. Bovendien worden er diverse cursussen en trainingen verzorgd. Onder andere op het gebied van vaardigheden voor studie en beroep, zoals een cursus 'Scriptie schrijven' of 'Spreken voor groepen'. Onder deze afdeling ressorteren:

1. de consulente studie- en beroepskeuze
2. de studentendecanen
3. de studentenpsychologen
4. de vaardigheidstrainers
5. vertrouwenspersoon en klachtencie ongewenst gedrag
6. SLAG: Studie en Loopbaan Advies Groep
7. Servicepunt Arbeidsmarkt voor Hoger Opgeleiden

Centrale Studentenadministratie

De Centrale Studentenadministratie (Zie appendix A) verzorgt de inschrijving van alle RU-studenten. Naast de verzorging van de inschrijving heeft de CSA tot taak:

1. het centraal beheer van studentgegevens
2. de verstrekking van bewijzen van inschrijving
3. de behandeling van aanvragen voor restitutie van het collegegeld

Een student is ingeschreven als de betaling van het collegegeld geregeld is en het inschrijfformulier verwerkt is. De beste controle hierop is het bezit van een collegekaart. Informatie over studieresultaten wordt verstrekt door het secretariaat van de eigen opleiding.

De student kan zelf een adreswijziging regelen bij KISS in het programma TIS. Deze adreswijziging zal vervolgens direct in de registratie opgenomen worden. Dit geldt overigens alleen voor adressen binnen Nederland. Buitenlandse adressen kunnen alleen handmatig door de Centrale Studentenbalie verwerkt worden. Deze kun je dan schriftelijk, per e-mail of persoonlijk door geven (NIET telefonisch) aan de Centrale Studentenbalie.

Computergebruik

Studenten kunnen gebruik maken van de computers die in verschillende computerruimtes zijn opgesteld. Iedere student heeft een zgn. login, waarmee hij toegang heeft tot het netwerk. Zodoende kan men e-mail versturen en ontvangen en het Internet gebruiken.

Universiteitsbibliotheek

De centrale Universiteitsbibliotheek (UB) ligt aan de Erasmuslaan 36, e-mail: info@ubn.ru.nl
 Algemene inlichtingen: telefoon: (024) 361 2428
 Vragen over uitlenen: telefoon: (024) 361 2437
 Open: maandag t/m donderdag van 8.30 tot 22.00 uur, vrijdag van 08.30 tot 20.00 uur en zaterdag van 9.00 tot 17.00 uur

Deze is voor iedereen toegankelijk. De uitleen geschiedt op vertoon van de collegekaart. De collectie van de UB staat voor het grootste gedeelte in gesloten magazijn: dit houdt in dat alle aanvragen voor boeken en tijdschriften uit de collectie van deze bibliotheek via de Online Publiekscatalogus (OPC) - de computercatalogus van de RU - moeten geschieden. De uitzondering wordt gevormd door de collectie naslagwerken in de Cataloguszaal en de Leeszaal. Deze zijn rechtstreeks voor het publiek toegankelijk. In de Cataloguszaal staan bibliotheekcatalogi, bibliografieën en adresboeken. In de Leeszaal zijn woordenboeken, encyclopedieën, biografisch materiaal, speciale bibliografieën, handschriften- en oude drukcatalogi te raadplegen. Voor meer informatie zie: www.ru.nl/ubn

Faculteitsbibliotheek

De faculteitsbibliotheek (Zie appendix A) is ook voor studenten toegankelijk. Men vindt er boeken en tijdschriften. Men kan hier studeren in het studielandschap en er kunnen boeken worden geleend.

Dictatencentrale

Dictaten worden verkocht in de dictatencentrale (Zie appendix A). In hoofdstuk 4 en 5 van deze gids wordt vermeld voor welke vakken dictaten bestaan. De kosten van boeken en dictaten bedragen niet meer dan een paar honderd euro per semester.

Facultaire Studentenadministratie

Voor het inschrijven voor examenonderdelen en examens en voor informatie omtrent inschrijving als student kan men terecht bij de studentenadministratie van de B-Faculteiten (Zie appendix A).

Algemene mededelingenbord

Bij de ingang van het Natuurkunde Practicum op de eerste etage bevindt zich het algemene mededelingenbord voor studenten Natuur- en Sterrenkunde. Actuele mededelingen betreffende colleges, tentamens e.d. worden hier opgehangen.

Beroepsmogelijkheden

Een student kan in beroep gaan inzake examens bij het College van Beroep voor de examens. Dit college is verbonden aan de RU. In het Vademecum is aangegeven hoe deze procedure in zijn werk gaat. Daarnaast is er een College van Beroep voor het hoger onderwijs te 's-Gravenhage. Ook hiervoor wordt verwezen naar het Vademecum.

Studeren met een lichamelijke functiebeperking, chronische ziekte of dyslexie

Onder functiebeperking en chronische ziekte vallen alle aandoeningen die (vooral) nog blijvend van aard zijn en die een vertragend effect hebben op de studievoortgang. Hieronder vallen: visuele, auditieve en motorische handicaps; stoornissen in de taal (dyslexie), spraak, in het uithoudingsvermogen, in het geheugen/concentratievermogen, in orgaanfuncties; het hebben van een psychische aandoening, epilepsie, reuma, M.E., zware migraine, whiplash, RSI etc.

Het onderwijs wordt zo ingericht dat je als student met een functiebeperking met evenveel kansen op succes als elke andere student een opleiding kan volgen. Je kunt daarvoor een beroep doen op allerlei wettelijke en universitaire regelingen op het gebied van financiën, huisvesting, studie-materiaal en studie- en tentamenregelingen. Om van de voorzieningen aan de RU optimaal gebruik te kunnen maken is het van groot belang om reeds op een vroeg tijdstip (bv. vóór aanvang van de studie) contact op te nemen met de studie-adviseur en met de studentendecaan. Benodigde voorzieningen en financiële consequenties kunnen dan besproken worden. Meer informatie vind je in het vademecum en op internet op de studentenpagina bij studeren: www.ru.nl/studenten/advies_en/functiebeperking

Daarnaast is aan de RU 'de klankbordgroep studeren met een handicap' werkzaam. Deze zet zich in voor studenten met een handicap, wil bestaande voorzieningen en het huidige beleid in alle geledingen van de RU bekendmaken, zo nodig aan de orde stellen of verder verbeteren in samenwerking met de studentendecanen.

De groep bestaat uit studenten, docenten, studentendecaan en beleidsmedewerker 'studeren met een handicap' en staat open voor signalen van studenten en docenten, als bepaalde (studie)regelingen ontbreken of niet goed functioneren (je kunt hierbij ook denken aan toegankelijkheid van de gebouwen).

Adres: Comeniuslaan 4, postbus 9102, 6500 HC Nijmegen, tel. (024) 3612345,
e-mail: <mailto:balie@dsz.run.nl>

Studentenkerk

Elk half uur hoor je op de campus onze klok slaan, een enkele keer ook luiden. Tempus locusque coalescendi staat in deze klok gegoten: tijd en plaats om samen te groeien. Kortere kunnen we niet samenvatten, wat de studentenkerk je te bieden heeft.

Ontdek en gun je deze ruimte

- waar je gehoord en gezien wordt
- waar je gastvrijheid ervaart
- om jezelf te zijn en je te ontplooien
- waar je je passie kunt delen
- om te putten uit inspirerende bronnen
- om te ontdekken waaruit je zelf leeft
- om elkaar te ontmoeten in ieders verscheidenheid
- om verbonden-zijn te beleven en te vieren
- om je in te zetten voor een betere wereld
- waar je als student zelf het programma mee vormgeeft

De Studentenkerk is een open huis waar studenten terecht kunnen met hun vragen, ideeën, suggesties of als ze moeilijkheden ondervinden in hun leven. Er is meestal een pastor aanwezig die tijd heeft en kan luisteren. Natuurlijk kunnen studenten ook een afspraak maken op het secretariaat, waar ook alle informatie over de activiteiten van de Studentenkerk verkrijgbaar is. Het secretariaat is geopend van maandag tot en met vrijdag van 10.00 tot 17.00 uur.

Adres: Erasmuslaan 9, tel. 024-3619188, e-mail adres info@studentenkerk.ru.nl

Op Erasmuslaan 9 is een ontmoetingsruimte die toegang biedt tot een prachtige tuin, een stiltecentrum, een kerkelijke ruimte en een speciaal ingerichte gebedsruimte voor moslimstudenten. Je kunt er piano spelen en een krant lezen. Openingsstijden zijn hetzelfde als die van het secretariaat.

Zondags van begin september tot begin juli is er op de Erasmuslaan 9 een kerkelijke viering om 11.00 uur. Deze diensten zijn oecumenisch: een protestantse of katholieke pastor gaat voor.

Meer informatie op de website www.ru.nl/studentenkerk

12 Studentenactiviteiten

12.1 Marie Curie

Marie Curie is een studievereniging (niet te verwarren met studentenvereniging) voor alle studenten van de opleiding Natuur- en Sterrenkunde, met het voornaamste doel studenten met elkaar in contact te laten komen.

- Zo hebben we samen met de andere studieverenigingen van de faculteit twee kantines. Hierin worden in de pauze repen, blikjes drinken, tosti's en andere versnaperingen tegen studentvriendelijke prijzen verkocht. Daarnaast is er de hele dag koffie en thee beschikbaar. Maar bovenal kun je hier voor, tussen en na je colleges gezellig praten met je studiegenoten, studeren met een relaxed muziekje, lekker onderuit hangen op een van de banken of een krantje lezen. Hier vindt ook elke donderdagmiddag een biermiddag plaats.
- Daarnaast organiseren we een keur aan activiteiten, voor ieder wat wils. Een paar voorbeelden hiervan zijn: poolen, karten, laserquesten, een culturele avond, films, enzovoort. Ook worden er met grote regelmaat borrels voor de leden georganiseerd, al dan niet met thema, zoals de megaquizborrel, casino-coctailborrel, of speciaalbiërborrel.
- Natuurlijk is er ook aandacht voor wat meer studiegerelateerde activiteiten. Zo is er een aantal maal per jaar een excursie waarin een bedrijf of instituut dat interessant is voor natuurkundigen (te denken valt aan ESA/ESTEC, FOM en Océ) bezocht wordt. Ook vindt er eenmaal per jaar een door studenten georganiseerd symposium plaats, waarin de natuurkunde van een andere kant belicht wordt.
- Tevens bestaat de mogelijkheid om via Marie Curie vier keer per jaar de benodigde studieboeken te bestellen. De prijzen liggen ruim onder de gangbare prijzen die in boekhandels gelden. Dit staat overigens los van de aanschaf van Serway en Vector Calculus dat via het Onderwijsbureau Natuur- en Sterrenkunde loopt.
- Marie Curie heeft ook haar eigen verenigingsblad, Impuls genaamd. Hierin worden ins en outs van je studie besproken, maar je vindt er vooral interessante interviews, sterke verhalen, beschouwingen, en van alles over wat zich binnen en buiten de vereniging afspeelt.
- Elk jaar vindt er een studiereis plaats. Afgelopen jaren zijn we naar Japan, Zuid-Afrika, India en Canada gegaan en dit jaar gaan we naar Scandinavië. Verder zijn er ook excursies naar bijvoorbeeld CERN in Genève.

Mocht bovenstaande je nog niet over de streep hebben getrokken: lidmaatschap kost je slechts 8 euro en is (natuurlijk) niet verplicht. In de praktijk blijkt echter meer dan 90% van de studenten Natuur- en Sterrenkunde lid te zijn. Dus, wil je op een ongedwongen en gezellige manier je medestudenten leren kennen, word dan lid! Heb je naar aanleiding van dit stukje vragen of opmerkingen of wil je meer weten? Meer informatie kun je vinden op onze website www.marie.science.ru.nl of stuur een email naar bestuur@marie-curie.nl

Het Mariebestuur

12.2 De Natuurkunde Studenten Fractie

De Natuurkundestudentenfractie (NSF) heeft tot doel de belangenbehartiging van alle Natuur- en Sterrenkunde studenten in Nijmegen. De alledaagse bezigheden betreffen vooral de beoordeling van colleges en practica. Hierbij komen bijvoorbeeld de kwaliteit van docenten, de inhoud van colleges en de opbouw van het curriculum aan bod.

Studenten kunnen op universitair, facultair en opleidingsniveau invloed uitoefenen op het beleid. Deze inspraak geschiedt via de gekozen student-vertegenwoordigers die zitting hebben in diverse besturen, raden en commissies. Onder andere vanuit de NSF worden ieder jaar studenten voorgedragen om daarin zitting te nemen. Voor de posities van deze vertegenwoordigers is steun van hun achterban essentieel. De NSF dient dan ook als tussenpost tussen studenten en studentvertegenwoordigers, waardoor de vertegenwoordigers op de hoogte zijn van de belangen en standpunten van de achterban, en waardoor andersom de achterban op de hoogte blijft van belangrijke ontwikkelingen op diverse bestuurlijke niveaus.

Het belangrijkste middel om bovenstaande zaken te bewerkstelligen, zijn de openbare NSF-bijeenkomsten. Tijdens deze bijeenkomsten krijgt iedereen de kans om zijn of haar klachten te spuien. In de discussie die volgt, wordt dan duidelijk waar het gemeenschappelijke standpunt van de studenten ligt inzake voorliggende kwesties. Zo wordt voorkomen dat bepaalde problemen niet gesignaleerd worden door de betreffende vertegenwoordigers. Anderzijds staan zij als vertegenwoordigers veel sterker doordat ze niet alleen namens zichzelf, maar namens een meerderheid van de studenten kunnen spreken in hun besturen, raden en commissies.

Uiteindelijk staat of valt het functioneren van de NSF dus met de deelname van een meerderheid van de studenten aan deze NSF-bijeenkomsten. Bij deze dus: tot ziens op de NSF-vergadering!

De NSF is direct te bereiken per e-mail: nsf@science.ru.nl

13 Appendices

In deze appendices wordt een aantal praktische gegevens vermeld die voor studenten van belang zijn.

Er wordt hierin een aantal telefoonnummers genoemd. Meestal zien ze er zo uit: (36)52312. De betekenis hiervan is de volgende. Wil men dit toestel bellen vanaf een ander toestel binnen de universiteit dan kan men volstaan met het 5-cijferige nummer 52312. Belt men van buiten de universiteit, maar wel vanuit Nijmegen, dan moet het 7-cijferige nummer worden gedraaid, dus met 36 ervoor. Van buiten Nijmegen moet ook nog het kengetal van Nijmegen ervoor worden gezet. Het kengetal is 024.

13.1 Appendix A: Belangrijke instanties en personen

1. Onderwijsinstituut Wiskunde, Natuur- en Sterrenkunde (WiNSt)

Directeur en opleidingscoördinator nat./ster.:	Prof. Dr J.J. ter Meulen
Opleidingscoördinator wiskunde:	Prof. Dr H.T. Koelink
Studiecoördinator natuur-/sterrenkunde:	Dr G.W.M. Swart
Studiecoördinator wiskunde:	Dr Ing. M.G.M. van Doorn
Studentassessor natuur-/sterrenkunde:	Sander Uijlen
Studentassessor wiskunde:	Anna Kiriliouk
Secretariaat natuur-/sterrenkunde:	Mw J.Th.M. Vos- v.d. Lugt
Secretariaat wiskunde:	Mw M. Beck
	Kamer HG 01.831
	Tel: 024-(36)52739
	E-mail: secrons@science.ru.nl

Het secretariaat is geopend op maandag tot donderdag van 08.30 - 16.30 uur en vrijdags van 08.30 - 12.30 uur

2. Examencommissie Natuur- en Sterrenkunde

Voorzitter:	Prof. Dr T.H.M. Rasing
Leden:	Prof. Dr A. Fasolino
	Prof. Dr S.J. de Jong
	Prof. Dr J.J. ter Meulen
	Dr G.W.M. Swart

3. Opleidingscommissie Natuur- en Sterrenkunde

Voorzitter: Prof.Dr N. de Groot
 Leden: Dr W. Beenakker
 Dr A. Kimel
 Dr G. Nelemans
 Dr G.W.M. Swart
 L. van Heeringen (studente)
 E. Hopman (studente)
 L. van Tilburg (student)
 S. Uijlen (student)

4. PR commissie WiNSt

Voorzitter: Prof. Dr Wim v.d. Zande
 Leden: Prof. Dr Paul Groot
 Prof. Dr Erik Koelink
 Dr Theo Smits
 Dr Stefan Maubach
 Norbert a' Campo (student)
 Antonie v.d.Heuvel (student)
 Mike Hoffmeister (student)
 Margot Peters (studente)

5. Studieadviseur

Dr G.W.M. Swart
 Kamer: HG 01.832
 Tel: (36)52559
 E-mail: g.swart@science.ru.nl

6. Studiecoördinator Natuur- en Sterrenkunde

Dr G.W.M. Swart
 Kamer: HG 01.832
 Tel: (36)52559
 E-mail: g.swart@science.ru.nl

7. Coördinator Internationalisering Natuurkunde

Prof.Dr D. Parker
 Kamer: HG 01.718
 Tel: (36)53423
 E-mail: parker@science.ru.nl

8. Faculteitsbibliotheek annex studielandschap

Adres: Huygensgebouw, begane grond, vleugel 2 naast de kantine

Tel. (36) 52274

Openingstijden bibliotheek: maandag t/m vrijdag, 08.30 - 20.00 uur

Openingstijden studielandschap: maandag t/m/ vrijdag 08.30 - 20.00 uur

In de zomervakantie vervalt de avondopenstelling

Internetadres: www.ru.nl/fnwi/bibliotheek

9. Facultaire Studentenadministratie/examenbureau

Kamer: HG 00.134

Tel: (36)53392 of (36)52247

Openingstijden:

- maandag t/m donderdag, 13.00 - 16.00 uur
- vrijdag, 09.00 - 12.00 uur

10. Dictatencentrale

Adres: Erasmusplein 1, 2^e verdieping, kamer 2.031A,

Telefoon: (36) 16250

Openingstijden:

- maandag t/m donderdag 09.00 - 16.30 u
- vrijdag 09.00 - 13.00 uur

Tijdens collegevrije perioden gelden gewijzigde openingstijden.

Een overzicht van de beschikbare dictaten is te vinden op www.ru.nl/dictaten

11. Centrale Studentenbalie

Tevens: Centrale Studentenadministratie / Informatiecentrum Bachelor Master

Postadres: Postbus 9102, 6500 HC Nijmegen

Bezoekadres: Comeniuslaan 4

Tel: (36)12345

Hier kun je terecht alles wat te maken heeft met:

- (Her-)Inschrijving, uitschrijving;
- Aanvragen van examens bij het Universitair Examenbureau;
- Studentenbegeleiding, zoals studentendecanen, -psychologen, studie- en beroepskeuze/loopbaanbegeleiding, cursussen en trainingen, vertrouwenspersoon, melding van studieovertraging wegens bijzondere omstandigheden;
- Informatie/aanvraag Afstudeerfonds; Leningen Noodfonds;
- KISS-wachtwoorden

Openingstijden: werkdagen van 10.00-17.00 uur (met uitzondering van de eerste vrijdagmiddag van iedere maand)

Emailadres: balie@dsz.ru.nl

Internetadres: www.ru.nl/studenten

12. Studentenkerk

Studentenpastores: John Hacking, Theo Koster o.p. en mw ds Froukien Smit
 Erasmuslaan 9, 6525 GE Nijmegen, tel. 3619188
 Email: info@studentenkerk.ru.nl
 Internet: www.ru.nl/studentenkerk

13. Faculteitsbestuur Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica

Decaan:	Prof. Dr J.M.E. Kuijpers
Vicedecaan onderwijs:	Prof. Dr J.M. van Groenendael
Vicedecaan onderzoek:	Prof. Dr Ir. J.C.M. van Hest
Directeur bedrijfsvoering:	Mw Dr M.J.J.M. van Kemenade
Student-assessor:	C. Doorenweerd (bio)
Ambt. Secr.	Ir J.J. Zijlstra
Plv. Secr.	Drs B. Bauland

14. Bestuur Marie Curie

Voorzitter:	Han van der Pluijm
Vice-voorzitter:	Luc Hendriks
Secretaris:	Sjoerd Verhagen
Penningmeester:	Remko Logemann
Algemeen bestuurslid:	Elise Hopman
	Tim Steenvoorden
	Martijn Jongen

15. Facultaire Studentenraad

Leden:	Xander Damen, Informatica
	Mahsa Fahimnia, Scheikunde
	Cathelijne Glaser, Scheikunde
	Ralph Jaspers, Med. Biologie
	Yvette Krijnen, Scheikunde

Internetadres: www.ru.nl/fnwi/fsr

13.2 Appendix B: Examendata 2008/2009

Propedeuse examen

examendatum	aanmelding sluit	diploma uitreiking
6 oktober 2008	29 september 2008	14 november 2008
2 maart 2009	23 februari 2009	13 november 2009
28 augustus 2009	24 augustus 2009	13 november 2009

Na het examen van 28 augustus vindt een plechtige uitreiking van de diploma's plaats in november. Alle examinandi krijgen hiervan persoonlijk bericht.

Bachelor examen

examendatum	aanmelding sluit	diploma uitreiking
25 september 2008	11 september 2008	18 december 2008
30 oktober 2008	16 oktober 2008	18 december 2008
27 november 2008	13 november 2008	26 maart 2009
18 december 2008	04 december 2008	26 maart 2009
29 januari 2009	15 januari 2009	26 maart 2009
19 februari 2009	05 februari 2009	25 juni 2009
26 maart 2009	12 maart 2009	25 juni 2009
23 april 2009	09 april 2009	25 juni 2009
28 mei 2009	15 mei 2009	1 oktober 2009
25 juni 2009	11 juni 2009	1 oktober 2009
31 augustus 2009	29 mei 2009	1 oktober 2009

Aanvragen mag als alle cijfers c.q. uitslagen welke op het examen betrekking hebben, bij Studentenadministratie / Examenbureau verwerkt zijn (dus terug te vinden zijn bij KISS). Teneinde het examen te kunnen aanvragen is overlegging van de (geldige) collegekaart verplicht. Als 29 augustus de examendatum is en alle cijfers uiterlijk 29 augustus 2009 bij Studentenadministratie / Examenbureau zijn verwerkt, dan hoeft men zich niet meer in te schrijven voor het studiejaar 2009/2010.

13.3 Appendix C: Jaarindeling onderwijs 2008/2009

Het studiejaar begint op 1 september 2008 en eindigt op 31 augustus 2009.

Het onderwijs van het academisch jaar 2008/2009 start op maandag 1 september 2008.

1. Semesterindeling:
 - 1^e semester: maandag 1 september 2008 t/m vrijdag 30 januari 2009
 - 2^e semester: maandag 2 februari 2009 t/m vrijdag 10 juli 2009
2. Kwartaalindeling:
 - 1^e kwartaal: maandag 1 september 2008 t/m vrijdag 7 november 2008
 - 2^e kwartaal: maandag 10 november 2008 t/m vrijdag 30 januari 2009
 - 3^e kwartaal: maandag 2 februari 2009 t/m vrijdag 17 april 2009
 - 4^e kwartaal: maandag 20 april 2009 t/m vrijdag 10 juli 2009
3. Vaste onderwijsloze perioden zijn:
 - de Kerstvakantie: maandag 22 december 2008 t/m vrijdag 2 januari 2009
 - de carnavalsvakantie: maandag 23 februari 2009 t/m 27 februari 2009
 - de meivakantie: maandag 27 april 2009 t/m dinsdag 5 mei 2009
 - in deze periode vallen Koninginnedag en Bevrijdingsdag
 - de zomervakantie: maandag 13 juli 2009 t/m vrijdag 28 augustus 2009
4. Overige onderwijsloze dagen zijn:
 - Pasen: vrijdag 10 april 2009 t/m maandag 13 april 2009
 - Hemelvaartsdag: 21 mei 2009 t/m 22 mei 2009
 - Tweede Pinksterdag: maandag 1 juni 2009

Nota Bene:

Tijdens de carnavalsvakantie, meivakantie en in de maand augustus zijn wel tentamens en examens gepland.

13.4 Docentenlijst

Naam	Email	Tel.nr.	Kamer nr.
Aerts, Prof. dr. C.C.	aerts@astro.ru.nl	52983	
Beenakker, Dr. W.J.P.	w.beenakker@science.ru.nl	52803	HG03.828
Bosma, Dr. W.	w.bosma@math.ru.nl	52311	HG03.716
Broek, Drs. J.G.J. van den	j.vandenbroek@science.ru.nl	53346	HG00.109
Christianen, Dr. P.C.M.	p.christianen@science.ru.nl	52245	HFML 02.05
Clauwens, Dr. F.J.B.J.	f.clauwens@math.ru.nl	52996	HG03.713
Dankbaar, Prof. dr. B.	b.dankbaar@fm.ru.nl	13085	01.41
Dominik, Prof. dr. C.	carsten.dominik@gmail.com		
Dresen, H.M.	l.dresen@science.ru.nl	52269	HG02.814
Eck, Dr. E.R.H. van	erhve@nmr.ru.nl	53105	HG03.337
Engelkamp, Dr. H.	h.engelkamp@science.ru.nl	53367	HFML 02.04
Essen, Dr. A.R.P. van den	a.vanenessen@math.ru.nl	52993	HG03.715
Falcke, Prof. dr. H.D.E.	falcke@astro.ru.nl	52823	HG03.729
Fasolino, Prof. dr. A.	a.fasolino@science.ru.nl	52222	HG03.073
Filthaut, Dr. F.	f.filthaut@science.ru.nl	52308	HG03.808
Groot, Prof. dr. N. de	n.degroot@hef.ru.nl	53343	HG03.828
Groot, Prof. dr. P.J.	p.groot@astro.ru.nl	52801	HG03.731
Groot, Prof. dr. R.A. de	r.degroot@science.ru.nl	52211	HG03.065
Hörandel, Dr. J.R.	j.horandel@astro.ru.nl	52802	HG03.734
Haren, Ir. R.A.H.M. van	r.vanharen@science.ru.nl	52007	HG01.827
Harren, Dr. F.J.M.	f.harren@science.ru.nl	52128	HG01.732
Heckman, Prof. dr. G.J.	g.heckman@math.ru.nl	53233	HG03.737
Heerschap, Prof. dr. A.	A.Heerschap@rad.umcn.nl	14795	
Jong, Prof. dr. S.J. de	s.dejong@hef.ru.nl	52168	HG03.827
Kappen, Prof. dr. H.J.	b.kappen@science.ru.nl	14241	0.12 M244
Kimel, Dr. A.V.	a.kimel@science.ru.nl	53026	HG01.078
Kiriliouk, Dr. A.I.	a.kirilyuk@science.ru.nl	53183	HG01.077
Kleiss, Prof. dr. R.H.P.	r.kleiss@science.ru.nl	53283	HG03.826
Klok, Drs. P.F.	p.klok@hef.ru.nl	52214	HG03.077
Koelink, Prof.dr. H.T.	e.koelink@math.ru.nl	52597	HG03.742
Kuijpers, Prof. dr. J.M.E.	kuijpers@astro.ru.nl	52804	HG03.732
Landsman, Prof. dr. N.P.	np.landsman@math.ru.nl	52874	HG03.740
Leijenhorst, Dr. D.C. van	bolke@cs.ru.nl	52232	HG02.541
Maan, Prof. dr. ir. J.C.	jc.maan@science.ru.nl	53422	HFML 02.14
Maassen, Dr. J.D.M.	h.maassen@math.ru.nl	52991	HG03.710
Maubach, S.J.	s.maubach@math.ru.nl	52865	HG03.829
Meerts, Prof. dr. W.L.	leo.meerts@science.ru.nl	53023	HG01.713
Meulen, Prof. dr. J.J. ter	h.termeulen@science.ru.nl	53022	HG01.720
Muger, Dr. M.H.A.H.	m.mueger@math.ru.nl	52992	HG03.744
Nelemans, Dr. G.A.	nelemans@astro.ru.nl	52983	HG03.735
Norris, Prof. dr. D.G.	david.norris@fcdonders.ru.nl	10649	38
Opstal, Prof. dr. A.J. van	j.vanopstal@science.ru.nl	14251	-1.08 M244
Perenboom, Dr. J.A.A.J.	j.perenboom@science.ru.nl	53370	HFML 02.07
Rasing, Prof. dr. T.H.M.	th.rasing@science.ru.nl	53102	HG01.072
Schermer, Dr. ir. J.J.	j.schermer@science.ru.nl	53436	HG03.523
Seevinck, Drs. M.P.			

Segers, S.A.J.	s.segers@science.ru.nl	53201	HG02.832
Smits, Dr. T.J.M.	t.smits@science.ru.nl	52021	HG01.830
Souvignier, Dr. B.D.	b.souvignier@math.ru.nl	53225	HG03.717
Speller, Prof. dr. S.E.	s.speller@science.ru.nl	52369	HG01.075
Timmermans, Dr. C.W.J.P.	c.timmermans@hef.ru.nl	52223	HG03.809
Water, Prof. dr. ir. W. van de	w.v.d.water@tue.nl	33944	HG01.714
Wiegerinck, Dr. W.A.J.J.	w.wiegerinck@science.ru.nl	15040	0.24 M244
Wijs, Dr. ir. G.A. de	g.dewijs@science.ru.nl	52984	HG03.075
Zande, Prof. dr. W.J. van der	w.vanderzande@science.ru.nl	52101	HG01.715
Zeitler, Dr. U.	u.zeitler@science.ru.nl	53061	HFML 02.08
Zwart, Prof. dr. H.A.E.	h.zwart@science.ru.nl	52038	HG02.808

Vakkenindex

Analyse 1.....	43
Analytische Mechanica.....	49
Asteroseismologie.....	51
Astronomisch Practicum 1.....	44
Astronomisch Practicum 2.....	89
Bachelorstage Natuurkunde.....	52
Bachelorstage Sterrenkunde.....	78
Beroepsoriëntatie.....	53
Biologische Stromingsleer.....	90
Brain and Behaviour 1.....	91
Calculus 1.....	14
Calculus 2.....	15
Calculus 3.....	16
Calculus 4.....	17
Complexe Functies.....	54
Complexiteit.....	93
Computergebruik.....	18
Elektriciteit en Magnetisme 1B.....	19
Elektriciteit en Magnetisme 2B.....	20
Elektromagnetisme 1.....	55
Elektromagnetisme 2.....	56
Elektronica.....	57
Elementaire Deeltjes.....	45
Geschiedenis en Grondslagen van de Kwantummechanica.....	105
Inleiding Algemene Relativiteitstheorie.....	60
Inleiding Atoom- en Molecuulfysica.....	95
Inleiding Biofysica.....	96
Inleiding Computergebruik.....	22
Inleiding Groepentheorie.....	61
Inleiding in de Chemie en Fysica van de Atmosfeer.....	98
Inleiding in de filosofie en ethiek.....	58
Inleiding Kwantummechanica.....	23
Inleiding Magnetische Resonantie.....	99
Inleiding Nanowetenschap en Technologie.....	46
Inleiding Patroonherkenning.....	101
Inleiding Subatomaire Fysica.....	102
Inleiding Vaste-stoffysica.....	104
Kaleidoscoop Sterrenkunde.....	25
Kansrekening.....	62
Kosmische Magnetohydrodynamica.....	63
Kwantummechanica 1a.....	64
Kwantummechanica 1b.....	66
Kwantummechanica 2.....	67
Kwantummechanica 3.....	107
Lineaire Algebra 1.....	27
Lineaire Algebra 2.....	28

Lineaire Algebra 3.....	29
Lineaire Algebra 4.....	30
Markovketens.....	109
Mechanica 1B.....	31
Mechanica 2B.....	32
Mechanische Golven.....	33
Moleculaire Biofysica.....	110
MR of Living Systems.....	112
Nano-elektronica.....	113
Nanofysica.....	114
Neural Computation.....	115
Neural Networks and Information Theory.....	116
Newtoniaanse Kosmologie.....	47
Optica en Sterrenkijker 1.....	35
Optica en Sterrenkijker 2.....	36
Optica: de manipulatie van licht.....	117
Orientatie cursus Communicatie, Educatie & Management.....	69
Planetenstelsels.....	70
Practicum Natuurkunde 1a.....	37
Practicum Natuurkunde 1b.....	38
Practicum Natuurkunde 2a.....	71
Practicum Natuurkunde 2b.....	73
Programmeren.....	75
Radioastronomie.....	48
Speciale Relativiteitstheorie.....	39
Statistische Mechanica.....	76
Stereolutie.....	77
Sterrenstelsels.....	79
Stochastische Processen.....	118
Stralingsprocessen.....	80
Stromingsleer.....	81
Structuur der Materie.....	82
Tensoren en Toepassingen.....	84
Thermodynamica.....	85
Toegepaste Wiskunde 1.....	119
Trillingen en Golven.....	87
Voortgezette Kansrekening.....	120
Warmteleer.....	41