



Universiteit Leiden

*Bijlagen bij de
Onderwijs- en Examenregeling van de
bacheloropleidingen en minoren van
de Faculteit Wiskunde en
Natuurwetenschappen*

geldig vanaf 1 september 2021

Bijlage 1 - Bacheloropleidingen

BSc opleiding Bio-Farmaceutische Wetenschappen.....	4
BSc opleiding Biologie.....	13
BSc opleiding Informatica	18
BSc opleiding Natuurkunde.....	27
BSc opleiding Sterrenkunde.....	35
BSc opleiding Wiskunde	43

Bijlage 2 - minoren

Minor Biodiversity	51
Minor Computational Approaches to Disease, Signaling and Drug Targets.....	53
Minor Cyber Security Governance Essentials	55
Minor Data Science & Artificial Intelligence.....	57
Minor Human Evolution.....	59
Minor Modern Drug Discovery	61
Minor Molecular Biotechnology.....	62
Minor Quantitative Biology.....	63
Minor Science, Business, and Innovation	65
Minor Sustainable development.....	66
Vooropleidingseisen Minoren	68

Bijlage 3

Studiegids	www.studiegids.leidenuniv.nl
------------------	--



Universiteit Leiden

Bijlage 1

Bacheloropleidingen

BSc opleiding Bio-Farmaceutische Wetenschappen

Crohonummer 50207

Hoofdstuk 1. Omschrijving van het programma (Onderwijs- en Examenregeling art. 2)

De opleiding *Bio-Farmaceutische Wetenschappen* en afstudeerrichting *Bio-Farmaceutische Wetenschappen en Farmacie (BFW en Farmacie)* worden in Leiden verzorgd door het Leiden Academic Centre for Drug Research (LACDR).

Het BSc programma Bio-Farmaceutische Wetenschappen (BFW) is een driejarige studie (180 EC) gericht op het opleiden van studenten tot (junior) geneesmiddelenonderzoeker. Het eerste jaar (propedeutische fase) en het tweede jaar bestaan uit een vast programma. De eerste helft van het derde jaar bestaat uit vrije keuzeruimte (30 EC), die ingevuld kan worden met een zelf samen te stellen vakkenpakket of door een minor aangeboden door de Universiteit Leiden, TU Delft of Erasmus Universiteit Rotterdam te volgen. Ook is het mogelijk in te stromen in de BSc afstudeerrichting "*BFW en Farmacie*". De opleiding wordt afgesloten met een onderzoeksproject (16 EC).

1.2 Eindkwalificaties (Onderwijs- en Examenregeling art. 2.3)

Afgestudeerden van de opleiding hebben de volgende specifieke geoperationaliseerde eindkwalificaties van de opleiding bereikt:

Eindkwalificaties BFW		Dublin descriptor	Eindkwalificaties FWN (Onderwijs- en Examenregeling art. 2.3)
1.	heeft kennis van en inzicht in wiskunde, statistiek en bio-informatica als basis voor geneesmiddelenonderzoek	Kennis en inzicht	Kennis van en inzicht in de basisvakken, actuele concepten en werkwijzen van geneesmiddelenonderzoek
2.	heeft kennis van en inzicht in organische, anorganische en fysische chemie als basis voor geneesmiddelenonderzoek		
3.	heeft kennis van en inzicht in celbiologische en biochemische processen en moleculaire genetica		
4.	heeft kennis van en inzicht in de humane biologie en de werking van het menselijk lichaam		
5.	heeft kennis van en inzicht in relatie tussen fysiologie, pathologie en geneesmiddel van moleculair tot systeem niveau		
6.	heeft kennis van en inzicht in actuele concepten en werkwijzen van geneesmiddelenonderzoek		
7.	heeft kennis van en inzicht in het ontwikkelingstraject van geneesmiddelen en de rol van verschillende onderzoeksgebieden daarin		
8.	is in staat om (onder supervisie) een onderzoeksplan op te stellen waarbij de onderzoeksvraag, de	Toepassen kennis en inzicht	Voldoende theoretische en praktische vaardigheden op het gebied van geneesmiddelenonderzoek

	hypothese en het experimentele design worden gerelateerd aan relevante literatuur		om onder (strikte) supervisie onderzoek te kunnen uitvoeren
9.	is in staat om (onder supervisie) wetenschappelijke experimenten op het gebied van geneesmiddelenonderzoek uit te voeren, en data te verzamelen, analyseren, visualiseren en modelleren		
10.	is in staat om veilig te werken in laboratoria		
11.	heeft kennis van en inzicht in de empirische onderzoekscyclus en is in staat om het best passende experimentele design te kiezen om hypothesen te toetsen		Inzicht in de wijze waarop gangbare hypothesen via experimenten kunnen worden getoetst, en hoe verworven kennis kan leiden tot theorievorming
12.	is in staat tot het selecteren, kritisch lezen en beoordelen van wetenschappelijke literatuur op het gebied van geneesmiddelenonderzoek	Oordeelvorming	Het vermogen om kritisch te denken, te abstraheren, en een wetenschappelijke probleemstelling te analyseren
13.	is in staat om kritisch te denken, te abstraheren en een wetenschappelijke probleemstelling te analyseren		
14.	is in staat om onderzoeksresultaten te interpreteren en te relateren aan wetenschappelijke literatuur		
15.	heeft kennis en begrip van de maatschappelijke rol en ethische aspecten van het geneesmiddelenonderzoek om vanuit opgedane kennis en inzicht te kunnen reflecteren op wetenschappelijke en maatschappelijke problemen		Voldoende kennis en begrip van de maatschappelijke rol van het geneesmiddelenonderzoek om vanuit opgedane kennis en inzicht te kunnen reflecteren op wetenschappelijke en maatschappelijke problemen
16.	is in staat om effectief samen te kunnen werken met collega-onderzoekers	Communicatie	De vaardigheid om met vakgenoten te communiceren over onderzoeksresultaten
17.	is in staat om, zowel mondeling als schriftelijk, te communiceren over uitgevoerd geneesmiddelenonderzoek, de verkregen resultaten en de daaruit voortkomende bevindingen		
18.	kan zelfstandig kennis vergaren om zich verder te verdiepen in onderdelen van de empirische onderzoekscyclus op het gebied van geneesmiddelenonderzoek	Leervaardigheden	In staat zijn om zich zelfstandig verder te verdiepen in relevante onderwerpen en om zich te bekwamen in de noodzakelijke vaardigheden voor een vervolgstudie die een hoog niveau van autonomie veronderstelt
19.	is in staat om te reflecteren op eigen kennis en ontwikkeling		
20.	heeft een gefundeerd beeld van eigen carrièrepad en een daartoe passende vervolgopleiding		

1.3 Eindkwalificaties afstudeerrichting BFW en Farmacie

In aanvulling op bovenstaande eindkwalificaties voldoen afgestudeerden van de opleiding met de afstudeerrichting *BFW en Farmacie* aan de eindkwalificaties zoals vastgelegd voor de bacheloropleiding Farmacie in het Raamplan Farmacie 2016¹.

Hoofdstuk 2. Programma (Onderwijs- en Examenregeling art. 3)

1^e jaar	niveau	EC	Studiegids- nummer
Academische Vorming 1	100	3	4011ACV13Y
Bioanalyse van Geneesmiddelen	200	6	4011BIAN6Y
Biochemie 1	100	3	4011BIOCHY
Biochemie 1 Practicum	100	3	4011BIOCTY
Calculus	100	3	4011CALC3Y
Celbiologie	100	3	4602CELBIY
Fysiologie	100	6	4011FSIO6Y
Histologie	100	2	4011HSTOLY
Inleiding Bio-Farmaceutische Wetenschappen	100	2	4011IBFW2Y
Mentoraat	100	1	4011MENTOY
Moleculaire Genetica 1	100	3	4011MOLGEY
Organische Chemie 1	200	5	4011OCH15Y
Organische Chemie Practicum	100	3	4011ORGCPY
Scheikunde	100	4	4011SCHK4Y
Statistiek 1	200	2	4011STAT1Y
Fysiologie van ADME	200	4	4011FADMEY
Farmacokinetiek en Farmacodynamiek	200	7	4011PKPD7Y
Totaal		60	

2^e jaar	niveau	EC	Studiegids- nummer
Academische Vorming 2	200	4	4012AV24CY
Anatomie	200	3	4012ANATPY
Cellulaire Biochemie	200	4	4012CBICHY
Practicum Cellulaire Biochemie	200	5	4012PRCB5Y
Farmacologie	300	5	4012FCOL5Y
Statistiek 2	300	2	4012STAT2Y
Immunologie	200	3	4012IMMUNY
Integratieopdracht in silico Geneesmiddelontwikkeling	300	3	4012IISGOY
Moleculaire Genetica 2	200	3	4012MOLG2Y
Organische Chemie 2	300	5	4012OCH25Y
Pathologie	200	3	4012PATHOY
Toxicologie	300	4	4012TOX04Y

¹Het Raamplan Farmacie 2016 is te raadplegen op: <https://www.knmp.nl/downloads/domeinspecifiek-referentiekader-en-raamplan-farmacie-2016.pdf>

Geldig per 1 september 2021

Biofarmacie en -fysica	200	6	4012BIOFFY
Practicum Biofarmacie en -fysica	300	4	4012PRBFFY
Ontwerp & Synthese	300	4	4012ONSYN
Practicum Ontwerp & Synthese	300	2	4012PROS2Y
Totaal		60	

3^e jaar	niveau	EC	Studiegids- nummer
Academische Vorming 3	300	1	4012ACV31Y
Bachelor onderzoeksopdracht, inclusief thesis en mondelinge presentatie	400	16	Zie Art. 2.7
Ontwikkelingstraject Moderne Geneesmiddelen	300	13	4012OMG13Y
Vrije keuzeruimte	200-500	30	n.v.t.
Totaal		60	

2.2 Overgangsregelingen

1. Na een noemenswaardige wijziging of opheffing van een vak, wordt studenten het eerstvolgende academisch jaar nog éénmaal de mogelijkheid geboden om het tentamen van dat vak af te leggen, al dan niet via deeltentamens en/of vervangende opdrachten.
2. Indien een student de onder 1 genoemde mogelijkheid niet benut of niet met een voldoende afrondt, wordt de student geacht de studiepunten van de vervallen vakken in de vorm van de nieuwe vakken te behalen volgens de equivalentie weergegeven in tabel 1.
3. Resultaten voor vakken die in het verleden zijn behaald blijven geldig en kunnen vaak gebruikt worden voor een ontheffing van programmaverplichtingen in de huidige OER conform de equivalentie weergegeven in tabel 1. Daarbij geldt dat deze 'oude' vakken voor het oorspronkelijke aantal ECs meetellen en dat een diploma minimaal 180 EC vereist.
4. Indien een student, met inachtneming van de equivalente vakken vermeld in tabel 1, desondanks niet kan voldoen aan het programma zoals beschreven in deze OER, kan de Examencommissie BFW/BPS een alternatief programma goedkeuren. Daarbij toetst de examencommissie of met dat alternatieve programma alle eindtermen worden behaald.

Tabel 1 Wijzigingen in het programma van de bachelor Bio-Farmaceutische Wetenschappen

- * Studenten die vóór 2012-2013 zijn gestart met de bachelor en die een deel van het oorspronkelijke programma nog niet hebben afgerond, bespreken met de studieadviseur op welke wijze zij alsnog aan de exameneisen kunnen voldoen. De Examencommissie BFW/BPS besluit over het voorgestelde examenprogramma.
- ** Indien achter een vervallen vak meerdere equivalente vakken zijn vermeld, dienen alle vermelde vakken met een voldoende te worden afgerond. De periode waarin equivalente vakken beschikbaar zijn/waren is vermeld.
- # vak is meer dan eens vervallen; daaraan equivalent(e) nieuwe vak(ken) staan eronder per periode vermeld.

Geldig per 1 september 2021

Jaar 1							
periode	vak dat is vervallen	Aantal EC	studiegids-nummer	equivalent(e) nieuwe vak(ken)**	Aantal EC	studiegids-nummer	periode
2012-2013*	Scheikunde voor BFW	2	4011SCBFWY	Statistiek 1	2	4011STAT1Y	2013-2014 t/m 2021-2022
	Scheikunde 1	4	4011SCHKTY	Scheikunde	4	4011SCHK4Y	
	ICT en veiligheid	1	4011INTPVY	Inleiding BFW (2 EC)	2	4011BFW2Y	
	Inleiding BFW (1 EC)	1	4011INBFWY				
2012-2013* t/m 2013-2014	Organische Chemie 1 (6 EC)	6	4051ORGCHY	Organische Chemie 1 (5 EC)	5	4011OCH15Y	2014-2015 t/m 2021-2022
	Casus effecten van geneesmiddelen	2	4011CEFGY	Academische Vorming 1	3	4011ACV13Y	
2012-2013* t/m 2018-2019	Thema Effecten van geneesmiddelen 1	6	4011TEGE1Y	Fysiologie van ADME	4	4011FADMEY	2019-2020 t/m 2020-2021#
				Farmacokinetiek en Farmacodynamiek	5	4011FARKDY	
				Integratieopdracht PK/PD data: observeren, analyseren en interpreteren	3	4011IPKPDY	
	Thema Effecten van geneesmiddelen 2	5	4011TEGE2Y	Farmacokinetiek en Farmacodynamiek	5	4011FARKDY	
				Integratieopdracht PK/PD data: observeren, analyseren en interpreteren	3	4011IPKPDY	
	Analytische chemie 1	6	4011ANAL1Y	Bioanalyse van geneesmiddelen	5	4011BIOANY	
Integratieopdracht PK/PD data: observeren, analyseren en interpreteren				3	4011IPKPDY		
2019-2020 t/m 2020-2021	Integratieopdracht PK/PD data: observeren, analyseren en interpreteren	3	4011IPKPDY	Bioanalyse van geneesmiddelen	6	4011BIAN6Y	2021-2022
				Farmacokinetiek en Farmacodynamiek	7	4011PKPD7Y	
	Bioanalyse van geneesmiddelen	5	4011BIOANY	6	4011BIAN6Y		
	Farmacokinetiek en Farmacodynamiek	5	4011FARKDY	Farmacokinetiek en Farmacodynamiek	7	4011PKPD7Y	
Jaar 2							
periode	vak dat is vervallen	Aantal EC	studiegids-nummer	equivalent(e) nieuwe vak(ken)**	Aantal EC	studiegids-nummer	periode
2012-2013*	Farmacologie en Statistiek	8	4012FCST8Y	Statistiek 1 of Statistiek 2	2	4011STAT1Y of 4012STAT2Y	2013-2014 t/m 2021-2022
				Farmacologie (6 EC)	6	4012FRM06Y	2013-2014 t/m 2018-2019#
2012-2013* t/m 2013-2014	Organische Chemie 2 (6 EC)	6	4012ORGC2Y	Organische Chemie 2 (5 EC)	5	4012OCH25Y	2014-2015 t/m 2021-2022
				Academische Vorming 2 (3 EC)	3	4012ACAV2Y	2014-2015#
	Biochemie 2 practicum (4 EC)	4	4012BICP4Y	Academische Vorming 2 (3 EC)	3	4012ACAV2Y	2014-2015#
				Biochemie 2 practicum (2 EC)	2	4012BICP2Y	2014-2015 t/m 2015-2016#
2012-2013* t/m 2014-2015	Thema geneesmiddeltoediening en -afgifte (11 EC)	11	4012TGA11Y	Thema geneesmiddeltoediening en -afgifte (10 EC)	10	4012TGA10Y	2015-2016 t/m 2018-2019#
				Academische Vorming 2 (4 EC)	4	4012ACV24	2015-2016 t/m 2021-2022
2014-2015	Academische Vorming 2 (3 EC)	3	4012ACAV2Y	Academische Vorming 2 (4 EC)	4	4012ACV24	2015-2016 t/m 2021-2022
2014-2015 t/m 2015-2016	Biochemie 2 practicum (2 EC)	2	4012BICP2Y	Biochemie 2 practicum (3 EC)	3	4012BICP3Y	2016-2017#
2012-2013* t/m 2015-2016	Stralingshygiene	1	4012STRALY				
2016-2017	Biochemie 2 practicum (3 EC)	3	4012BICP3Y	Practicum Cellulaire Biochemie	5	4012PRCB5Y	2017-2018 t/m 2021-2022
2012-2013* t/m 2016-2017	Celbiologie practicum	2	4012CBPR2T				
2013-2014 t/m 2018-2019	Farmacologie (6 EC)	6	4012FRM06Y	Farmacologie (5 EC)	5	4012FCOL5Y	2019-2020 t/m 2021-2022
				Integratieopdracht <i>in silico</i> geneesmiddelontwikkeling	3	4012IISGOY	
2015-2016 t/m 2018-2019	Thema geneesmiddeltoediening en -afgifte (10 EC)	10	4012TGA10Y	Biofarmacie en -fysica	6	4012BIOFFY	
				Practicum Biofarmacie en -fysica	4	4012PRBFFY	
2012-2013* t/m 2018-2019	Thema Effecten van geneesmiddelen 3	5	4012TEG35Y of	Toxicologie	4	4012TOX04Y	2019-2020 t/m 2021-2022
				Cellulaire Biochemie	4	4012CBICHY	
	Biochemie 2	3	4012DBIOCY	Cellulaire Biochemie	4	4012CBICHY	
				Ontwerp & Synthese	4	4012ONS2Y	
				Practicum Ontwerp & Synthese	2	4012PROS2Y	
Thema Ontwerp & Synthese	8	4012TONSY of 4012TOS8DY	Integratieopdracht <i>in silico</i> geneesmiddelontwikkeling	3	4012IISGOY		
2021-2022	Anatomie	3	4012ANAT3Y	Anatomie	3	4012ANATPY	2021-2022

Jaar 3							
periode	vak dat is vervallen	Aantal EC	studiegids-nummer	equivalent(e) nieuwe vak(ken)**	Aantal EC	studiegids-nummer	periode
v.a. 2012-2013* t/m 2014-2015	Communiceren over geneesmiddelen	3	4012COMGMY	Ontwikkelingstraject geneesmiddelen (10 EC)	10	4012OTG10Y	2015-2016 t/m 2019-2020#
				Academische Vorming 3	1	4012ACV31Y of 4012AV31DY	
	Ontwikkelingstraject geneesmiddelen (8 EC)	8	4012ONTGNY	Ontwikkelingstraject geneesmiddelen (10 EC)	10	4012OTG10Y	
v.a. 2015-2016* t/m 2019-2020	Farmaco-epidemiologie	3	4012FEPIDY	Ontwikkelingstraject Moderne Geneesmiddelen	13	volgt in Studiegids	2020-2021 t/m 2021-2022
	Ontwikkelingstraject geneesmiddelen (10 EC)	10	4012OTG10Y				

Tabel 1. Wijzigingen in het programma van de bachelor Bio-Farmaceutische Wetenschappen

2.3 Vrije keuzeruimte Bio-Farmaceutische Wetenschappen (Onderwijs- en Examenregeling art. 3.2)

1. De vrije keuzeruimte (30 EC, niveau 200-500) kan worden ingevuld met één van de minoren uit het aanbod van de Universiteit Leiden, Technische Universiteit Delft of de Erasmus Universiteit Rotterdam of het keuzevakkenpakket DSDT. Indien een minor van 15 EC (LUMC of Erasmus Universiteit Rotterdam) wordt aangevuld met keuzevakken of indien de vrije keuzeruimte op een andere manier wordt ingevuld, zal vooraf toestemming moeten worden gevraagd aan de examencommissie Bio-Farmaceutische Wetenschappen. De examencommissie zal het samengestelde vakkenpakket toetsen op samenhang en niveau.
2. Kosten verbonden aan het volgen van keuzeonderdelen komen geheel ten laste van de student.
3. De afstudeerrichting Farmacie kent geen vrije keuzeruimte (zie hoofdstuk 4).

2.4 Praktische oefeningen; (Onderwijs- en Examenregeling art. 3.3)

Indien een onderwijseenheid een of meerdere praktische oefeningen bevat, geldt dat voor het succesvol afronden van de onderwijseenheid ten minste actieve deelneming aan alle onderdelen van de desbetreffende praktische oefening(en) verplicht is, behoudens die onderdelen waarvoor door of namens de examencommissie vrijstelling is verleend.

De student die tweemaal een praktische oefening niet heeft gehaald of afgerond, kan pas deelnemen aan een volgende gelegenheid van de betreffende praktische oefening nadat daarvoor toestemming is verleend door de examencommissie.

2.5 Deelname aan onderwijseenheden (Onderwijs- en Examenregeling art. 3.4.1.3)

Indien een onderwijseenheid een of meerdere praktische oefeningen bevat, geldt dat inschrijving voor de onderwijseenheid mogelijk is tot uiterlijk achtentwintig kalenderdagen voor aanvang van de onderwijseenheid. De desbetreffende onderwijseenheid en de bijbehorende inschrijftermijn staan vermeld in de Studiegids.

2.6 Bachelor onderzoeksopdracht

De BSc onderzoeksopdracht dient uitgevoerd te worden bij één van de onderzoeksgroepen binnen de divisies van het Leiden Academic Centre for Drug Research (LACDR) van de Universiteit Leiden, bij het Centre for Human Drug Research (CHDR), bij de afdeling Bio-organic Synthesis van het Leiden Institute of Chemistry (LIC) of bij de afdeling Klinische Farmacie en Toxicologie van het Leids Universitair Medisch Centrum (LUMC). Na goedkeuring door de examencommissie kunnen bachelor onderzoeksopdrachten met een bio-farmaceutisch karakter ook plaatsvinden bij externe onderzoeksgroepen waaraan hoogleraren van het LACDR verbonden zijn of onder begeleiding van

een staflid van het LACDR of het CHDR. De regels voor de bachelor onderzoeksopdracht, mondelinge presentatie en thesis zijn geformuleerd in de Studiegids.

De bachelor onderzoeksopdracht behelst een wetenschappelijke vraagstelling op het gebied van geneesmiddelenonderzoek en is in de regel gerelateerd aan één van de lopende onderzoeksthema's van geautoriseerde onderzoeksgroepen. Indien de vraagstelling buiten deze onderzoeksthema's valt, staat deze onder begeleiding van een staflid van het LACDR of CHDR. De bachelor onderzoeksopdracht omvat de volgende onderdelen:

	niveau	EC	Studiegids-nummer
Literatuur onderzoek, onderzoeksplan, praktische implementatie en uitvoering	400	12	4012BOO12Y
Schriftelijke rapportage (thesis)	400	3	4012BTTHESY
Mondelinge presentatie	400	1	4012BMOPRY

Hoofdstuk 3. Verplichte volgorde (Onderwijs- en Examenregeling art. 4.2)

Aan het onderwijs en tentamen van de volgende onderwijseenheden kan pas worden deelgenomen indien de tentamens van de daarbij vermelde voorafgaande onderwijseenheden met goed gevolg zijn afgelegd:

Onderwijseenheid:	Deelname aan onderwijs en tentamen:
Alle practica van de bacheloropleiding BFW	- na het behalen van het onderdeel Veiligheid binnen het vak Inleiding BFW
bachelor onderzoeksopdracht (3 ^e jaar)	- na behalen van alle onderwijseenheden uit de propedeutische fase Bio-Farmaceutische Wetenschappen of indien het propedeusediploma zoals beschreven in de Onderwijs- en Examenregeling van 2018-2019 of eerder is verkregen én - na behalen van alle onderwijseenheden van het tweede studiejaar <i>welke een praktische oefening omvatten</i> , zijnde Practicum Ontwerp & Synthese, practicum Cellulaire Biochemie, Integratieopdracht in silico Geneesmiddelontwikkeling, Practicum Biofarmacie en -fysica of de equivalente vakken zoals vermeld in tabel 1. Indien slechts één van de betreffende vakken van het tweede studiejaar nog niet met goed gevolg is afgerond, is het toegestaan om, <i>afhankelijk van de voorkennis, binnen een beperkter aanbod</i> aan de bachelor onderzoeksopdracht deel te nemen

Voor de onderwijseenheden en de tentamens waarmee deze worden afgesloten die in een bepaalde volgorde moeten worden doorlopen, kan de examencommissie in bijzondere gevallen op schriftelijk en gemotiveerd verzoek van de student een andere volgorde bepalen.

Hoofdstuk 4. Afstudeerrichting Bio-Farmaceutische Wetenschappen en Farmacie (Onderwijs- en Examenregeling art. 2.2)

Per 1 september 2016 kent de opleiding de afstudeerrichting BFW en Farmacie. Deze afstudeerrichting is alleen toegankelijk voor BFW-studenten die aan de ingangseisen van deze afstudeerrichting voldoen (zie hieronder). Het aantal BFW-studenten dat afstudeerrichting BFW en Farmacie kan volgen is beperkt en is voor het academisch jaar 2021-2022 bepaald op minimaal 10 en maximaal 50 BFW-studenten.

4.2 Ingangseisen afstudeerrichting BFW en Farmacie

De afstudeerrichting BFW en Farmacie is uitsluitend toegankelijk voor BFW-studenten die hun propedeutische fase in het geheel met goed gevolg hebben afgelegd. Selectie voor deze afstudeerrichting in 2021-2022 geschiedt op basis van de mate van studievoortgang van de vakken die tot het examenprogramma van de bacheloropleiding BFW behoren, zoals deze op peildatum 1 maart 2021 in uSis geregistreerd staat. In het geval de mate van studievoortgang voor meerdere studenten gelijk is, vindt selectie vervolgens plaats op basis van de volgorde van inschrijving in uSis. De selectieprocedure voor de afstudeerrichting BFW en Farmacie, waarvan de onderwijsonderdelen in academisch jaar 2021/2022 worden verzorgd, wordt in principe in maart 2021 afgerond. De selectieprocedure voor de afstudeerrichting BFW en Farmacie, waarvan de onderwijsonderdelen in academisch jaar 2022/2023 worden verzorgd, wordt in principe in maart 2022 afgerond.

4.3 Programma afstudeerrichting BFW en Farmacie

BFW-studenten van de afstudeerrichting Farmacie volgen het algemene programma van de opleiding BFW met uitzondering van de vrije keuzeruimte. In plaats van de vrije keuzeruimte kent de afstudeerrichting BFW en Farmacie een verplicht integraal Farmacie-programma van in totaal 30 EC dat de volgende vakken omvat:

Verplicht Farmacie programma	niveau	EC	Studiegids-nummer
Apotheekbereidingen en Analyse	300	11	4012APA11Y
Apotheker en Maatschappij	300	4	4012APOMAY
Farmaceutische technologie	300	5	4012FTECHY
Farmacie en Kwaliteit	300	4	4012FCIEQY
Farmacotherapie	300	6	4012FTHE6Y
Totaal		30	

Het verplichte Farmacie-programma wordt uitsluitend aangeboden aan BFW-studenten van de afstudeerrichting BFW en Farmacie.

Hoofdstuk 5. Studieadvies (aanvullend op artikel 6.3.2 van de Onderwijs- en Examenregeling)

1. Indien het cijfer van een onderwijseenheid samengesteld wordt uit meerdere deeltentamens, dan gelden voor uitvoering van de Regeling Bindend Studieadvies Universiteit Leiden de afzonderlijke studiepunten van deze deeltentamens pas als behaald als de betreffende onderwijseenheid in haar geheel met goed gevolg is afgerond.
2. Voor de opleiding Bio-Farmaceutische Wetenschappen geldt voor het eerste studiejaar als aanvullende eis op de in de Regeling Bindend Studieadvies Universiteit Leiden genoemde eisen voor het eerste studiejaar, dat ten minste één van de volgende onderdelen met goed gevolg moet zijn voltooid: Bioanalyse van Geneesmiddelen, Biochemie 1 Practicum en Organische Chemie

Geldig per 1 september 2021

Practicum. Voor de consequenties die worden of kunnen worden verbonden aan het niet voldoen aan deze aanvullende eis, wordt verwezen naar de Regeling Bindend Studieadvies Universiteit Leiden zoals die geldt in het betrokken studiejaar.

BSc opleiding Biologie

Crohonummer 56860

Hoofdstuk 1. Omschrijving van het programma (Onderwijs- en Examenregeling art. 2)

De opleiding *Biologie* wordt in Leiden verzorgd door het Institute of Biology Leiden (IBL), het Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden (CML) en Naturalis Biodiversity Center (Naturalis).

Doel van de opleiding

Het bachelorprogramma Biologie omvat drie jaar (180 EC) en beoogt het bijbrengen van kennis, vaardigheden en inzicht in biologische en aangrenzende vakgebieden, het aanleren van een wetenschappelijke attitude en kennismaking met het zelfstandig uitvoeren van wetenschappelijk onderzoek via het concept van “studeren in een onderzoeksomgeving”. Het programma bestaat uit een breed en uniform programma van anderhalf jaar (90 EC) gevolgd door anderhalf jaar met veel keuzemogelijkheden. Het derde jaar van de opleiding biedt o.a. ruimte tot het volgen van een minor of tot het volgen van vakken in het buitenland in het kader van deelname aan een universitair uitwisselingsprogramma. De opleiding Biologie biedt drie minoren aan in het derde studiejaar, te weten Biodiversity, Human Evolution en Molecular Biotechnology. De bacheloropleiding wordt afgesloten met een zelfstandig uitgevoerd onderzoek.

Studenten die het programma afronden ontvangen een diploma Bachelor of Science in Biologie, waarmee zij kunnen instromen in een aansluitende masteropleiding of de arbeidsmarkt. Studenten met een Leidse Bachelor of Science Biologie kunnen instromen in elke specialisatie van de Leidse masteropleiding Biology, ongeacht de gemaakte keuzes tijdens de bacheloropleiding.

Eindkwalificaties

Afgestudeerden van de opleiding hebben de onderstaande eindkwalificaties bereikt.

Kennis en inzicht

De afgestudeerde bachelor:

1. Heeft kennis van en inzicht in de fundamentele mechanismen (*) die ten grondslag liggen aan de opbouw en het functioneren van de levende materie en kan uiteenzetten hoe deze mechanismen de basis vormen voor de diverse organisatieniveaus in de natuur.
2. Heeft kennis van vigerende concepten binnen een aantal biologische deelgebieden en kan aangeven hoe deze inzichten zijn verkregen.
3. Heeft inzicht in de positie van genoemde deelgebieden binnen het geheel van de biologie en hun relatie tot aanpalende wetenschapsgebieden.
4. Heeft inzicht in de wijze waarop gangbare theorieën via experimenten en gerichte waarnemingen getoetst kunnen worden en hoe verworven kennis kan leiden tot theorievorming.
5. Heeft inzicht in het belang en de beperkingen van het gebruik van modelorganismen.
6. Heeft een zodanige kennis van relevante steunvakken (=niet biologische basisvakken (**)) dat hij/zij in staat is tot multidisciplinair denken en inzicht heeft in het belang van andere subdisciplines voor zijn eigen vakgebied.

Competenties

De afgestudeerde bachelor:

1. Is door het begrijpend en kritisch lezen van door hem-/haarzelf geselecteerde Nederlandstalige en Engelstalige vakliteratuur in staat zich nieuwe kennis eigen te maken, kan daarbij hoofd- en bijzaken onderscheiden, en kan deze nieuwe kennis integreren met zijn/haar reeds aanwezige kennis.
2. Is, mede door het vermogen tot abstraheren, in staat om een wetenschappelijk probleem te herleiden tot toetsbare deelproblemen en kan vanuit de resultaten een synthese tot stand brengen die relevant is voor de totale probleemstelling.
3. Is in staat wetenschappelijk relevant experimenteel onderzoek op te zetten en uit te voeren aan de hand van een door hem-/haarzelf opgesteld onderzoekplan, waarin opzet, uitvoering, analyse en te toetsen hypothesen zijn opgenomen in relatie tot de relevante literatuur.
4. Is in staat een verscheidenheid aan relevante, basale technieken te hanteren en heeft het vermogen zich nieuwe technische vaardigheden eigen te maken.
5. Is in staat de resultaten van zijn/haar onderzoek op een heldere manier schriftelijk te verwoorden, conform de opbouw van een wetenschappelijk artikel.
6. Is in staat tot het houden van een heldere mondelinge presentatie over het door haar/hem uitgevoerde onderzoek en de bijbehorende literatuur voor een niet-specifiek deskundig publiek.
7. Is in staat schriftelijk en mondeling een inhoudelijke bijdrage te leveren aan wetenschappelijke discussies op zijn/haar vakgebied.
8. Is in staat te functioneren in een (mono- of multidisciplinair samengesteld) wetenschappelijk team, waarbij hij/zij de hem opgedragen deeltaak weet te analyseren, de behaalde resultaten intern weet te communiceren, en aan kan geven hoe zijn/haar resultaten bijdragen tot de taakstelling van het team.
9. Heeft zich een mening gevormd over de maatschappelijke en ethische consequenties van wetenschappelijk onderzoek op zijn vakgebied, en is in staat als onderdeel van een verantwoorde beroepsuitoefening haar/zijn mening in discussies met vakgenoten en niet-vakgenoten te onderbouwen.
10. Is in staat tot zelfreflectie en weet in gesprekken met anderen zijn/haar eigen functioneren te evalueren.
11. Is na oriëntatie op de mogelijke afstudeervarianten en afweging van maatschappelijke perspectieven in staat een gefundeerde keuze te maken voor een masteropleiding.

(*) Bedoelde fundamentele mechanismen hebben in ieder geval betrekking op (a) het doorgeven van genetische informatie aan het nageslacht, en de expressie van die informatie in organismen; (b) de ontwikkeling, de structuur en het functioneren van organismen; (c) de dynamica van levensgemeenschappen en ecosystemen. (d) evolutionaire aspecten van de ontwikkeling en dynamiek van het leven, in relatie tot biologische variatie; (e) de ordening binnen de soortenrijkdom.

(**) Tot de niet-biologische basisvakken behoren in ieder geval wiskunde (statistiek, bio-informatica), natuurkunde, scheikunde, aardwetenschappen en voor medische biologische opleidingen relevante aspecten van de medische wetenschappen.

NB: De eindkwalificaties zijn vertaald naar leerdoelen per vak. Deze zijn opgenomen in de studiegids.

Hoofdstuk 2 Programma (Onderwijs- en Examenregeling art. 3)

1e jaar (2020-2021) – 60 EC	Niveau	EC	Studiegidsnummer
Studieloopbaanoriëntatie 1	100	1	
Semester 1			
Blok 1: Fundamenten van het Leven			
Basiswiskunde	100	1	40211BW06Y
Basispracticum 1	100	4	40211BP20Y
Chemie van het Leven	100	3	40211CL17Y
Introductie en Veiligheid	100	0	
Moleculaire Genetica 1	100	5	40211MG10Y
Blok 2: De Cel			
Basispracticum 2	100	3	40212BP20Y
Celbiologie	100	3	4602CELBIY
Celfysiologie	200	3	40212CF15Y
Microbiologie	200	3	40212MB15Y
Project Microbiologie	100	1	40212MB19Y
Blok 3: Project popularisering van Wetenschap			
Populair Wetenschappelijk Schrijven	100	2	40213WS10Y
Boekproject	100	1	40213BP17Y
Semester 2			
Blok 4: Tree of Life			
Biodiversiteit Plant	Niveau 100	EC 7	40215BP20Y
Evolutiebiologie 1	100	2	40214EV18Y
Biodiversiteit Dier	100	4	40214BD20Y
Blok 5: Het organisme			
Biologie van het Organisme Plant	200	2	40215BP15Y
Biologie van het Organisme Dier	200	4	40215BD15Y
Blok 6: Het organisme en omgeving			
Ecologie	200	1	40216EC17Y
Gedragbiologie 1	200	1	40216GB20Y
Milieubiologie 1	200	1	40216MI20Y
Excursies Flora & Fauna	100	2	40216EF15Y
Statistiek	200	4	40216ST14Y
Project Ecologie, Biodiversiteit en Gedrag	200	2	40216PE16Y
2e jaar (2020-2021) – 60 EC			
Verplichte onderdelen	Niveau	EC	Studiegidsnummer
Bio-ethiek	200	4	4022BET20Y
Evolutiebiologie 2	300	7	4022EV218Y
Microbiële Evolutie en Ecologie	200	3	4022MEE17Y
Moleculaire Biologie	200	3	4022MOB20Y
On being a Scientist	200	3	4602OBASCY
Ontwikkelingsbiologie Dier en Plant	200	6	4022ODP17Y

Geldig per 1 september 2021

Studieloopbaanoriëntatie 2	200	2	4022SLO20Y
Systeembioologie	300	3	4022SYS17Y
Keuzeonderdelen	Niveau	EC	Studiegidsnummer
Biochemie	200	6	4022BIP03Y
Biodiversiteit	200	5	4022BID17Y
Celbiologie en Kanker	300	3	4022CEK16Y
Populatie en Community Ecologie	300	6	4022PCE20Y
Ecosysteem Ecologie	300	3	4022ECS20Y
Gedragsbiologie 2	300	6	4022GBI20Y
Immunobiologie	300	3	4022IMB16Y
Microscopie en Imaging	300	6	4022MIM20Y
Milieubiologie 2	200	3	4022MIL20Y
Moleculaire Genetica 2	300	6	4022MG220Y
Moleculaire Microbiologie	300	5	4022MMB17Y
Veldonderzoek Ecologie	300	6	4022VOE17Y
Veldonderzoek Gedragsbiologie	300	5	4022VOG17Y
Veldonderzoek Flora	300	6	4022VOF17Y
Veldonderzoek Milieubiologie	300	6	4022VOM17Y

3^e jaar (2020-2021)-60 EC

Tot het 3^e-jaarsprogramma (totaal 60 EC) behoren in ieder geval de volgende onderdelen:

	Niveau	EC	Studiegidsnummer
Keuzeruimte	200-400	30	
General Research Skills	400	5	4023GRS17Y
Studieloopbaanoriëntatie 3	300	1	4023SLO20Y
Bachelor Research Project	400	24	4023BST07Y / 4023BRPCMY

Bachelor Research Project

Het Bachelor Research Project kan plaatsvinden bij een van de onderzoeksgroepen van de instituten die de opleiding Biologie verzorgen, bij een van de overige instituten van de Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen, bij het Leids Universitair Medisch Centrum, of bij het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO). Na toestemming van de Examencommissie kan een project eventueel elders gedaan worden.

Hoofdstuk 3. Tentamens en examen (Onderwijs- en Examenregeling art. 4)

Artikel 3.1 Verplichte volgorde

Aan het onderwijs en tentamens van de volgende onderwijseenheden kan pas worden deelgenomen indien de tentamens van de daarbij vermelde voorafgaande onderwijseenheden met goed gevolg zijn afgelegd:

<i>Onderwijseenheid:</i>	<i>Deelname aan onderwijs en tentamen na behalen van:</i>
Veldonderzoek Gedragsbiologie	Gedragsbiologie 2
Veldonderzoek Milieubiologie	Minimaal één van de cursussen Milieubiologie 2 , Populatie en Community Ecologie of Ecosysteem Ecologie

Voor de onderwijseenheden en de tentamens waarmee deze worden afgesloten die in een bepaalde volgorde moeten worden doorlopen, kan de examencommissie in bijzondere gevallen op schriftelijk en gemotiveerd verzoek van de student een andere volgorde bepalen.

Artikel 3.2. Toegangseisen voor onderwijsonderdelen, tentamens en practica

3.2.1 Studenten dienen de voor een onderwijsonderdeel verplichte literatuur, zoals vastgelegd in de vakbeschrijving op de Studiegids en/of in Brightspace aan te schaffen. Een student die niet in het bezit is van de verplichte literatuur kan voor deelname aan het betreffende onderwijsonderdeel geweigerd worden.

3.2.2. Voor zover keuzeonderdelen ingangseisen of aanvullende voorwaarden kennen zijn deze geformuleerd in artikel 3.1 en in de studiegids.

3.2.3. Bij de keuzeonderdelen van jaar 2 en jaar 3 van de bachelorfase kan een docent deelname aan de colleges verplicht stellen.

3.2.4. Kosten verbonden aan het volgen van keuzeonderdelen komen geheel ten laste van de student.

3.2.5. Indien deelname aan keuzeonderdelen van de bacheloropleiding die door de opleiding worden verzorgd beperkt is, wordt per keuzeonderdeel een plaatsingsprocedure bepaald. De plaatsingsprocedure wordt vooraf aan studenten kenbaar gemaakt, zo mogelijk in de studiegids.

BSc opleiding Informatica

Crohonummer 56978

1. Beschrijving van de opleiding (Onderwijs- en Examenregeling art. 2)

Het BSc-programma *Informatica* wordt in Leiden verzorgd door het Leiden Institute of Advanced Computer Science (LIACS).

1.2 Doel van de opleiding (Onderwijs- en Examenregeling art. 2.1)

De opleiding heeft als doel studenten een grondige kennis te verschaffen van zowel de theoretische als de praktische aspecten van de informatica-discipline. De opleiding stelt studenten in staat om een sterke basis in de discipline te ontwikkelen, evenals specialisatie in bepaalde gebieden te verkennen door middel van afstudeerrichtingen of flexibiliteit in het curriculum.

1.3 Afstudeerrichtingen (Onderwijs- en Examenregeling art. 2.2)

Het BSc-programma *Informatica* biedt vier afstudeerrichtingen die overeenkomen met belangrijke onderzoeksthema's in de informatica: *Informatica*, *Bioinformatica*, *Informatica & Economie* en *Kunstmatige Intelligentie* (soms ook *AI* of *Artificial Intelligence* genoemd).

De afstudeerrichting *Bioinformatica* wordt in Leiden verzorgd door het Leiden Institute of Advanced Computer Science (LIACS) en het Institute of Biology Leiden (IBL).

De afstudeerrichting *Informatica & Economie* wordt in Leiden, Den Haag en Rotterdam verzorgd door het Leiden Institute of Advanced Computer Science (LIACS) en de Erasmus School of Economics (ESE; Erasmus University Rotterdam).

Verder, zowel het dubbele propedeuse-programma als de dubbele BSc-opleiding *Informatica en Wiskunde* worden verzorgd door het Leiden Institute of Advanced Computer Science (LIACS) en het Mathematisch Instituut (MI).

1.4 Eindkwalificaties (Onderwijs- en Examenregeling art. 2.3)

Afgestudeerden van de opleiding *Informatica* hebben de onderstaande eindkwalificaties bereikt:

- a. kennis van en inzicht in de basisvakken, actuele concepten en werkwijzen van de informatica;
- b. in staat zijn om zich zelfstandig verder te verdiepen in relevante onderwerpen en om zich te bewamen in de noodzakelijke vaardigheden voor een vervolgstudie die een hoog niveau van autonomie veronderstelt;
- c. voldoende theoretische en praktische vaardigheden op het gebied van informatica om onder (strikte) supervisie onderzoek te kunnen uitvoeren;
- d. het vermogen om kritisch te denken, te abstraheren, en een wetenschappelijke probleemstelling te analyseren;
- e. inzicht in de wijze waarop gangbare hypothesen via experimenten kunnen worden getoetst, en hoe verworven kennis kan leiden tot theorievorming;
- f. inzicht in de positie van verschillende deelgebieden binnen informatica en hun relatie tot aanpalende wetenschapsgebieden;
- g. de vaardigheid om met vakgenoten te communiceren over onderzoeksresultaten;
- h. voldoende kennis en begrip van de maatschappelijke rol van de natuurwetenschappen om vanuit opgedane kennis en inzicht te kunnen reflecteren op wetenschappelijke en maatschappelijke problemen.

In aanvulling op de bovenstaande algemene kwalificaties, moeten alle afgestudeerden van de bacheloropleiding *Informatica* in staat zijn om wiskundige grondslagen, algoritmische principes en computationele theorie toe te passen bij het modelleren en ontwerpen van software-systemen op een

manier die het begrip van de compromissen toont die betrokken zijn bij ontwerpkeuzes. Ze zijn ook in staat om op een computersysteem een proces, component of programma alleen of in teamverband te ontwerpen, implementeren en evalueren waarbij aan de gewenste behoeften van de gebruiker voldaan wordt; en ze zijn in staat om een probleem te analyseren en de computationele vereisten die nodig zijn voor de oplossing te identificeren en te definiëren. Ze hebben op hardware-niveau basiskennis van de werking van een computer.

Afgestudeerden van de afstudeerrichting *Informatica* zijn verder in staat om ontwerp- en ontwikkelingsprincipes toe te passen bij de constructie van software-systemen van verschillende complexiteit. Ze hebben begrip voor het samenspel tussen theorie en praktijk, ze kunnen beschrijven hoe operating systemen in het algemeen zijn gestructureerd, ze hebben voldoende inzicht in de kwantitatieve principes van het ontwerp van computersystemen, ze hebben kennis van programmeertalen en de onderliggende principes, en ze hebben een overzicht van de belangrijkste deelgebieden van fundamentele informatica, kunstmatige intelligentie en data science.

Afgestudeerden van de afstudeerrichting *Informatica & Economie* integreren fundamentele en toegepaste kennis van de economie en financiën met computationele methoden. Ze kunnen bedrijfsprocessen modelleren en financiële processen en data verkennen met methoden uit de data science. Ze zijn ook in staat om ontwerp- en ontwikkelingsprincipes toe te passen bij de constructie van software-systemen van verschillende complexiteit.

Afgestudeerden van de afstudeerrichting *Bioinformatica* integreren fundamentele en toegepaste kennis van de biologie met analytische en kwantitatieve tools. Ze kunnen formeel en computationeel biologische fenomenen beschrijven en ze kunnen modellen ontwerpen voor het analyseren en interpreteren van experimentele gegevens, en ze hebben een overzicht van de belangrijkste deelgebieden van kunstmatige intelligentie en data science.

Afgestudeerden van de afstudeerrichting *Kunstmatige Intelligentie* zijn in staat om modellen van kennisrepresentatie en redeneringen daarover te begrijpen, toe te passen, te formuleren en te valideren; ze kunnen kennis toepassen voor het symbolische oplossen van problemen met verschillende zoekmethoden, en ze hebben voldoende inzicht in de kunstmatige intelligentie, cognitieve wetenschap, taalwetenschap, human-robot interactie en verschillende vormen van machine learning en data science.

1.5 Onderwijstaal (Onderwijs- en Examenregeling art. 2.9)

De onderwijstaal binnen de opleiding is Nederlands. In voorkomende gevallen worden vakken in het Engels gegeven. Van de studenten wordt verwacht dat zij over voldoende kennis van de Nederlandse en Engelse taal beschikken.

2. Onderwijsprogramma (Onderwijs- en Examenregeling art 3)

Onderstaande tabellen geven de programma's weer van de afstudeerrichtingen *Informatica*, *Informatica & Economie*, *Bioinformatica* en *Kunstmatige Intelligentie*. Ook is het mogelijk om gelijktijdig twee propedeuse-programma's te volgen. Het dubbele propedeuse-programma *Informatica en Wiskunde* kan worden voortgezet in een dubbele bachelor.

2.1 Afstudeerrichting *Informatica*

1 ^e jaar	Niveau	I	I+W
Algoritmiëk 4031ALGO6Y	200	6	6
Databases 4031DABA6Y	200	6	6
Fundamentals of Digital Systems Design 4031FDSD6Y	100	6	6
Introduction to Logic 4031LOGIY	100	6	6
Programmeermethoden 4031PRGR6Y	100	6	6

Geldig per 1 september 2021

Programming Techniques 4031PRGTEY	200	6	6
Foundations of Computer Science 4031FDCS6Y	100	6	
Continue Wiskunde 1 4031CW103Y	100	3	
Continue Wiskunde 2 4031CW203Y	200	3	
Linear Algebra for Computer Scientists 1 4031LACS1Y	100	3	
Linear Algebra for Computer Scientists 2 4031LACS2Y	200	3	
Oriëntatie Informatica 4031ORINCY (cijfer) 4031ORINFY (VO)	100	3	
Studying and Presenting 4031STPECY (cijfer) 4031STPEVY (VO)	100	3	
Algebra 1 4081ALGB1Y	200		6
Caleidoscoop 4081CALSCY	100		6
Inleiding Kansrekening 4081INLKAY	200		6
Wiskundige Structuren 4081WISTRY	100		6
Lineaire Algebra 1 4081LIAL1Y	100		6
Analyse 1 4081ANAL1Y	100		6
Analyse 2 4081ANAL2Y	200		6
Totaal		60	78

2 ^e jaar	Niveau	I	I+W
Computerarchitectuur 4032CMPA6Y	200	6	
Computability 4032CMPBEY	300	3	
Concepts of Programming Languages 4032CNPREY	200	6	
Operating Systemen 4032VI2OPY	300	6	
Statistics for Computer Scientists 4032STCS6Y	200	6	
Automata Theory 4032AUTTHY	200	6	6
Complexity 4032COPE6Y	200	6	6
Datastructuren 4032DATASY	200	6	6
Kunstmatige Intelligentie 4032KUIN3Y	300	6	6
Research Methods in Computer Science ² 4032RMCS3Y	200	3	3*
Security 4032SECU6Y	200	6	6
Complexe functietheorie 4082COMFTY	300		6
Gewone differentiaalvergelijkingen 4082GDIFVY	200		6
Inleiding Maattheorie 4082INMT3Y	300		3
Inleiding Mathematische Statistiek 4082INLMSY	200		6
Lineaire Algebra 2 4082LIAL2Y	200		6
Seminarium presenteren en communiceren ² 4082SEMPCY	200		3*
Combinatoriek & Optimalisering 4081COOPTY	200		6
Topologie 4082TOPOLY	200		6
<i>Keuze uit een van de volgende vakken:</i>			6
• Computerarchitectuur – 6 EC 4032CMPA6Y	200		
• Operating Systemen – 6 EC 4032VI2OPY	300		
<i>Keuzeruimte Wiskunde (zie Studiegids)</i>	200-400		6
Totaal		60	84

² Dubbelstudie *Informatica en Wiskunde* studenten kiezen of *Research Methods in Computer Science* of *Seminarium Presenteren en Communiceren* bij Wiskunde.

* Alleen een van de twee telt in het totaal.

3 ^e jaar	Niveau	I	I+W
Data Mining 4032DATM6Y	300	6	
On being a Scientist	200	3	
Vrije keuzeruimte (zie hieronder)	300-400	30	
Software Engineering	300	6	6
Bachelorproject ^{3,4}	400	15	24
Keuze uit een van de volgende vakken			6
• Computer Graphics – 6 EC	300		
• Data Mining – 6 EC	300		
• Theory of Concurrency – 6 EC	300		
Keuzeruimte Wiskunde (zie Studiegids)			24
Eén Informatica- of Wiskundevak uit het 3 ^e jaar (zie Studiegids)	300-400		6
Twee Informaticavakken van 6 EC uit het 3 ^e jaar Informatica ⁵	300-400		12
Totaal		60	78

2.1.1 Vrije keuzeruimte Informatica

De vrije keuzeruimte kan worden ingevuld met een minor uit het aanbod van de Universiteit Leiden, TU Delft, of Erasmus Universiteit Rotterdam, of met vijf vakken (van 6 EC) uit het aanbod van het derde jaar van de bachelor *Informatica* zonder dat daarvoor toestemming van de examencommissie nodig is. In het laatste geval gaat het om een keuze van vijf uit de volgende vakken:

Keuzevakken	Niveau	EC
Compiler Construction	300	6
Computer Graphics	300	6
Computer Networks	300	6
Data Protection ⁶	300	6
Data Science	300	6
Human Computer Interaction & Information Visualization	400	6
Internet Governance ⁵	300	6
Introduction to Reinforcement Learning	300	6
Introduction to Video Game Making	300	6
Natural Computing	300	6
Theory of Concurrency	300	6
Program Correctness	300	6
Requirements Engineering	300	6

Indien de vrije keuzeruimte op een andere manier wordt ingevuld zal vooraf toestemming moeten worden gevraagd aan de examencommissie. De examencommissie zal toetsen op samenhang en niveau. Bij de afstudeerrichtingen *Informatica & Economie*, *Bioinformatica* en *Kunstmatige Intelligentie* is er geen mogelijkheid een minor te doen.

³ Zie Sectie 3.1 *Verplichte volgorde*.

⁴ Onder het *bachelorproject* valt ook verplichte deelname aan een *bachelorklas*.

⁵ Zie *Studiegids*.

⁶ Dit vak wordt in campus Den Haag gegeven, bij het *Institute of Security and Global Affairs*.

2.1.2 Bachelorproject voor dubbelstudie I+W

Het onderzoek vindt plaats onder verantwoordelijkheid van de opleidingen *Informatica* en *Wiskunde* en wordt begeleid door twee docenten, uit iedere discipline een. De twee disciplines dienen herkenbaar te zijn in de keuze van het onderwerp van het onderzoek. Dubbelstudie *Informatica en Wiskunde* studenten zijn verplicht hun project voor beide studies te presenteren, maar zij mogen verder kiezen of zij deelnemen aan het *bachelorseminarium wiskunde* of de *bachelorklas* van *informatica*. De mogelijkheid bestaat om twee aparte onderzoeken te doen, voor een totaal van 33 EC.

2.2 Afstudeerrichting Informatica & Economie

1 ^e jaar	Niveau	EC
Algorithms and Data Structures 4031ALGDSY	200	6
Continue Wiskunde 1 4031CW103Y	100	3
Foundations of Computer Science 4031FDSC6Y	100	6
Databases 4031DABA6Y	200	6
Introduction to Programming 4031IPRG6Y	100	6
Linear Algebra for Computer Scientists 1 4031LACS1Y	100	3
Oriëntatie Informatica & Economie 4031IEOOIY	100	3
Studying and Presenting 4031STPEVY	100	3
<i>De volgende vakken worden aan de Erasmus Universiteit Rotterdam gevolgd:</i>		
Marketing 40312MRK4Y		4
Inleiding Gedragseconomie 40312IGECY		4
Micro-economie 40312MIECY		8
Organisatie en Strategie 40312OESTY		8
Totaal		60
2 ^e jaar	Niveau	EC
Introduction to Logic 4031ILOGIY	100	6
Essentials of Computer Systems 4032ESSCSY	200	6
Integration: Business-IT-Alignment 4032IBITAY	200	4
Kunstmatige Intelligentie 4032KUIIN3Y	300	6
On being a Scientist 4602OBASCY	200	3
Software Development 4032SWDEVY	200	6
Requirements Engineering 4032RQEN6Y	300	6
Research Methods in Computer Science 4032RMCS3Y	200	3
Statistics for Computer Scientists 4032STCS6Y	200	6
Security 4032SECU6Y	200	6
<i>Het volgende vak wordt aan de Erasmus Universiteit Rotterdam gevolgd:</i>		
Inleiding Accounting 40322INACY		8
Totaal		60
3 ^e jaar	Niveau	EC
Data Mining 4032DATM6Y	300	6
Integration: Project Management 4032INPMEY	200	4
Seminar Business Information Systems 4032IEBISY	300	6
Software Engineering 4032SFTE6Y	300	6
Data Science and Process Modelling 4032DSPM7Y	300	7
Bachelorproject ⁴ 4032BDI15Y	400	15
<i>De volgende vakken worden aan de Erasmus Universiteit Rotterdam gevolgd:</i>		

Geldig per 1 september 2021

Finance 40322FINRY	8
Macro-economie 40322MAECY	8
Totaal	60

2.2.1 Naamsverandering vakken afstudeerrichting Informatica & Economie

Met ingang van september 2021 zijn de volgende vakken van naam veranderd: *Essentials of Computer Systems* (was *Fundamentals of Computer Systems*), en *Security* (was *Introduction to Cyber Security*). Eerder voltooide vakken worden beschouwd als gelijkwaardig aan degene waarvoor de naam is gewijzigd in september 2021.

2.3 Afstudeerrichting Bioinformatica

1 ^e jaar	Niveau	EC
Algorithms and Data Structures 4031ALGDSY	200	6
Biochemie 4031IBBCHY	200	6
Celbiologie 4602CELBIY	200	3
Celfysiologie 4031IBCF3Y	200	3
Chemie van het leven voor Bioinformatica 4031IBCL3Y	100	3
Databases 4031DABA6Y	200	6
Foundations of Computer Science 4031FDCS6Y	100	6
Introduction to Logic 4031ILOGIY	100	6
Introduction to Programming 4031IPRG6Y	100	6
Microbiologie 40212MB15Y	200	3
Moleculaire Genetica 1 4031IBMG1Y	100	6
Orientation Bioinformatics 4032OBIO3Y	100	3
Studying and Presenting 4031STPEV	100	3
Totaal		60

2 ^e jaar	Niveau	EC
Continue Wiskunde 1 4031CW103	100	3
Continue Wiskunde 2 4031CW203	200	3
Essentials of Computer Systems 4032ESSCSY	200	6
Kunstmatige Intelligentie 4032KUIN3Y	300	6
Integration: Biological Data Sharing 4032IBIB3Y	300	3
Integration: Sequence Analysis 4032IBISEY	200	3
Integration: Technology Trends 4032IBITEY	200	3
Linear Algebra for Computer Scientists 1 4031LACS1Y	100	3
Linear Algebra for Computer Scientists 2 4031LACS2Y	200	3
Moleculaire Biologie 4032IBMB6Y	200	6
Moleculaire Genetica 2 4032IBMG3Y	200	3
Moleculaire Microbiologie 4022MMB17Y	200	3
Software Development 4032SWDEVY	200	6
Research Methods in Computer Science 4032RMCS3Y	200	3
Statistics for Computer Scientists 4032STCS6Y	200	6
Totaal		60

3 ^e jaar	Niveau	EC
---------------------	--------	----

Data Mining 4032DATM6Y	300	6
Data Science 4032DASC6Y	300	6
Introduction to Reinforcement Learning 4032IRLRNY	300	6
Bio-Ethics and Security ⁷ 4032BETHSY	300	3
Natural Computing 4032NACO6Y	300	6
Software Engineering 4032SFTE6Y	300	6
<i>Eén van de twee volgende specialisaties:</i>		12
• <u>Informatica-specialisatie</u>		
Human Computer Interaction & Information Visualization – 6 EC 4032HCIIVY	400	
Computer Graphics – 6 EC 4032CCGR6Y	300	
• <u>Biologie-specialisatie</u>		
Molecular Design – 12 EC 4032IBMD4Y	400	
Bachelorproject ⁴ 4032IBB15Y	400	15
Totaal		60

2.3.1 Naamsverandering vakken afstudeerrichting Bioinformatica

Met ingang van september 2021 is het volgende vak van naam veranderd: *Essentials of Computer Systems* (was *Fundamentals of Computer Systems*). Eerder voltooide vakken worden beschouwd als gelijkwaardig aan degene waarvoor de naam is gewijzigd in september 2021.

2.3 Afstudeerrichting Kunstmatige Intelligentie

1 ^e jaar	Niveau	EC
Algoritmie 4031ALGO6Y	200	6
Continue Wiskunde 1 4031CW103Y	100	3
Continue Wiskunde 2 4031CW203Y	200	3
Databases 4031DABA6Y	200	6
Essentials of Computer Systems 4032ESSCSY	200	6
Foundations of Computer Science 4031FDCS6	100	6
Introduction to Cognitive Science 4031KIICSY	200	6
Introduction to Logic 4031ILOGIY	100	6
Programmeermethoden 4031PRGR6Y	100	6
Linear Algebra for Computer Scientists 1 4031LACS1Y	100	3
Linear Algebra for Computer Scientists 2 4031LACS2Y	200	3
Studying and Presenting 4031STPEVY	100	3
Orientation AI ⁶ 4031ORAI3Y	100	3
Totaal		60

2 ^e jaar	Niveau	EC
Automata Theory 4032AUTTHY	200	6
Cognitive Neuroscience 4032KICNSY	200	6
Cognitive Robotics 4032KICRBY	200	6

⁷ Dit vak vervangt de vakken *Bio-Ethics* en *Integration: Biomedical Security*. Eerder voltooide drie vakken *Bio-Ethics*, *Integration: Biomedical Security* en *On Being a Scientist* (in totaal 9 EC) kunnen worden beschouwd als vervanging van de nieuwe vakken *Bio-Ethics and Security* en *Introduction to Reinforcement Learning*.

Geldig per 1 september 2021

Introduction to Behavioural Data Science 4032KIBDSY	200	6
Human-Robot Interaction ⁸ 4032KIHRIV	200	6
Machine Learning 4032KIMLRY	200	6
Software Development 4032SWDEVY	200	6
Statistics for Computer Scientists 4032STCS6Y	200	6
Security 4032SECU6Y	200	6
Symbolic AI 4032KISYMY	200	6
Totaal		60

3^e jaar	Niveau	EC
Cognitive Modelling 4032COGNMY	300	6
Introduction to Neural Computing 4032INTNCY	300	4
Natural Computing 4032NACO6Y	300	6
Natural Language Processing 4032NLPRCY	300	5
Software Engineering 4032SFTE6Y	300	6
Introduction to Reinforcement Learning 4032IRLRNY	300	6
<i>Keuze uit twee van de volgende vakken</i>		12
• Computer Graphics – 6 EC 4032CCGR6Y	300	
• Human Computer Interaction & Information Visualization – 6 EC 4032HCIIVY	400	
• Introduction to Video Game Making – 6 EC 4032IVGM6Y	300	
Bachelorproject ⁴ 4032IBB15Y	400	15
Totaal		60

2.3.1 Naamsverandering vakken afstudeerrichting Kunstmatige Intelligentie

Met ingang van september 2021 zijn de volgende vakken van naam veranderd: *Essentials of Computer Systems* (was *Fundamentals of Computer Systems*), en *Security* (was *Introduction to Cyber Security*). Eerder voltooide vakken worden beschouwd als gelijkwaardig aan degene waarvoor de naam is gewijzigd in september 2021.

3. Tentamens en examen (Onderwijs- en Examenregeling art. 4)

3.1 Verplichte volgorde (Onderwijs- en Examenregeling art. (4.2))

Om te mogen beginnen aan het *bachelorproject* in het derde jaar (alle specialisaties), moet aan de volgende drie voorwaarden voldaan zijn:

- De propedeutische fase *Informatica, Informatica & Economie, Bioinformatica* of *Kunstmatige Intelligentie* in het geheel met goed gevolg is afgerond;
- aan het begin van het voorjaarssemester van het lopende academisch jaar zijn er minstens 66 EC's behaald aan vakken (minorvakken tellen niet mee) uit de jaren twee en drie van de studie;
- er zijn op dat moment minstens 18 EC's behaald uit het vierde semester van de studie inclusief *Research Methods in Computer Science* (of *Seminarium presenteren en communiceren* voor dubbelstudie *Informatica en Wiskunde* studenten).

⁸ Studenten die beide vakken *Philosophy of AI, Cognitive Psychology*, en ook de 3 EC variant van de vak *Human-Robot Interaction* hebben behaald voor 1 september 2021 hoeven geen *Orientation AI, Introduction to Cognitive Science*, en de 6 EC variant van *Human-Robot Interaction* te volgen.

Geldig per 1 september 2021

In uitzonderingsgevallen kan de studieadviseur toestemming geven om mee te doen als aan de tweede of derde voorwaarde niet volledig voldaan is.

BSc opleiding Natuurkunde

Crohonummer 50206

Hoofdstuk 1. Omschrijving van het programma (Onderwijs- en Examenregeling art. 2)

Naast de monodisciplinaire BSc opleiding Natuurkunde (N), bestaan er twee gecombineerde dubbele BSc opleidingen: Natuurkunde samen met Sterrenkunde (N+S), of samen met Wiskunde (N+W). Voor combinatiestudies is de studielast groter dan de gebruikelijke 60 EC per jaar, zoals aangegeven in de onderstaande tabellen. Bij goed gevolg van beide programma's levert een combinatiestudie twee bachelordiploma's op. Voor alle vakken is voorkennis van de vwo-vakken Wiskunde B en Natuurkunde vereist.

De opleiding *Natuurkunde* en de dubbele opleidingen *Natuurkunde en Sterrenkunde* en *Natuurkunde en Wiskunde* worden in Leiden verzorgd door het Leids Instituut voor Onderzoek in de Natuurkunde (LION), de Sterrewacht Leiden en het Mathematisch Instituut (MI). Veel informatica-vakken worden verzorgd door het Leiden Institute of Advanced Computer Science (LIACS).

1.2 Eindkwalificaties (Onderwijs- en Examenregeling art 2.3)

De eindkwalificaties van de opleiding zijn op landelijk niveau afgesproken en zijn gebaseerd op de internationale documenten 'Reference points for the design and delivery of degree programmes in physics' en 'A European specification for physics bachelor studies'. Om het contact met deze afspraken zo direct mogelijk te houden zijn onze eindkwalificaties ook in het Engels geformuleerd:

(A) KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING

On completion of the programme, the student should:

- A1 have knowledge of the foundations of modern physics and a good understanding of the important physical theories (logical and mathematical structure, experimental support, physical phenomena described).
- A2 be familiar with the most important areas of physics and with the common approaches, which span many areas in physics; have acquired a qualitative understanding of current developments at the frontiers of the physics discipline.

(B) APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING

On completion of the programme, the student should:

- B1 be able to frame, analyse and break down a problem in phases defining a suitable algorithmic procedure; be able to evaluate clearly the orders of magnitude in situations which are physically different, but show analogies, thus allowing the use of known solutions in new problems.
- B2 be able to identify the essentials of a process/situation and to set up a working model of the same; be able to perform the required approximations; i.e. critical thinking to construct physical models.
- B3 be able to understand and master the use of the most commonly used mathematical and numerical methods.
- B4 have become familiar with most important experimental methods and be able to perform experiments independently, as well as to describe, analyse and critically evaluate experimental data; be able to scientifically report the findings.

Geldig per 1 september 2021

- B5 be able to use appropriate software, programming language, computational tools and methods in physical and mathematical investigations.
- B6 acquire an understanding of the nature and ways of physics research and of how physics research is applicable to many fields other than physics, e.g. engineering; be able to design experimental and/or theoretical procedures for: (i) solving current problems in academic or industrial research; (ii) improving the existing results.

(C) JUDGEMENT

On completion of the programme, the student should:

- C1 be able to develop a personal sense of responsibility, given the free choice of elective/optional courses; be able to gain professional flexibility through the wide spectrum of scientific techniques offered in the curriculum; be able to organize the personal learning process, evaluate personal work, consult experts for information (e.g. about further studies and career opportunities) and support when appropriate; have had the opportunity to take courses that prepare for teaching physics at secondary schools and to take courses on interdisciplinary aspects of science.
- C2 have become familiar with highly regarded research in the field with respect to physical discoveries and theories, thus developing an awareness of the highest standards.
- C3 be objective, unbiased and truthful in all aspects of their work and recognize the limits of their knowledge; appreciate that to fabricate, falsify or misrepresent data or to commit plagiarism constitutes unethical scientific behaviour; be able to conduct processes of decision making and inspect the consequences of actions taking into account principles, norms, values and standards both from a personal and a professional standpoint.

(D) COMMUNICATION

On completion of the programme, the student should:

- D1 be able to listen carefully and to present difficult ideas and complex information in a clear and concise manner to a professional audience.
- D2 have developed a sound skill for reading technical English; have had the opportunity to develop skills in writing and presenting in technical English.

(E) LEARNING SKILLS

On completion of the programme, the student should:

- E1 be able to search for and use physical and other technical literature, as well as any other sources of information relevant to research work and technical project development.
- E2 have developed those learning skills that are necessary for them to continue to undertake further study with a high degree of autonomy.

De algemene eindkwalificaties van de Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen zijn als volgt verbonden met de leerdoelen van onze opleiding:

Eindkwalificaties van Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen	Eindkwalificaties van BSc Natuurkunde
A. Kennis en inzicht / Knowledge and understanding	
Een afgestudeerde heeft: FA1. Kennis van en inzicht in de basisvakken, actuele concepten en werkwijzen van de gekozen discipline;	A1 en A2

FA2. Inzicht in de positie van verschillende deelgebieden binnen het geheel van de discipline en hun relatie tot aanpalende wetenschapsgebieden;	
B. Toepassen van kennis en inzicht / Applying knowledge and understanding	
Een afgestudeerde heeft: FB1. Voldoende theoretische en praktische vaardigheden op het gebied van de gekozen discipline om onder (strikte) supervisie onderzoek te kunnen uitvoeren; FB2. Inzicht in de wijze waarop gangbare hypothesen via experimenten kunnen worden getoetst, en hoe verworven kennis kan leiden tot theorievorming;	B1, B2, B3, B4, B5, en B6
C. Oordeelvorming / Judgement	
Een afgestudeerde heeft: FC1. Het vermogen om kritisch te denken, te abstraheren, en een wetenschappelijke probleemstelling te analyseren; FC2. Voldoende kennis en begrip van de maatschappelijke rol van de natuurwetenschappen om vanuit opgedane kennis en inzicht te kunnen reflecteren op wetenschappelijke en maatschappelijke problemen;	C1, C2 en C3
D. Communicatie / Communication	
Een afgestudeerde heeft: FD. De vaardigheid om met vakgenoten te communiceren over onderzoeksresultaten;	D1 en D2
E. Leervaardigheden / Learning (Skills)	
Een afgestudeerde heeft: FE. Is in staat om zich zelfstandig verder te verdiepen in relevante onderwerpen en om zich te bekwamen in de noodzakelijke vaardigheden voor een vervolgstudie die een hoog niveau van autonomie veronderstelt.	E1 en E2

1.3 Onderwijstaal (Onderwijs- en Examenregeling art. 2.9)

De onderwijstaal binnen de opleiding is een mix van Nederlands en Engels waarbij eerstejaars vakken hoofdzakelijk in het Nederlands worden gegeven, tweedejaars vakken in het Nederlands of Engels; en derdejaars vakken in het Engels.

Hoofdstuk 2. Programma (Onderwijs- en Examenregeling art. 3)

1 ^e jaar	Niveau	N	N+S	N+W
Analyse 1 NA of Analyse 1 ⁹ 4081AN1NAY / 4081ANAL1Y	100	6	6	6
Analyse 2 NA of Analyse 2 ⁹ 4081AN2NAY / 4081ANAL2Y	200	6	6	6
Diffusie 4061DIFF3Y	100	3	3	3
Elektrische en magnetische velden 4061ELMGVY	100	5	5	5
Experimentele Natuurkunde deel I 4061EXNA3Y	200	3	3	3
Experimentele Natuurkunde deel II 4061EXNB3Y	200	3	3	3
Inleiding astrofysica 4071ASTROY	100	4	4	4
Introductie moderne natuurkunde 4061IMN06Y	100	6	6	6
Klassieke mechanica a 4061KLASAY	100	5	5	5
Lineaire algebra 1NA of Lineaire algebra 1 ⁹ 4081LA1NAY / 4081LIAL1Y	100	6	6	6
Optica 4061OPTCAY	100	5	5	5
Presenteren en communiceren 4601PC11CY	100	1	1	1

⁹ In de dubbelstudie 'Natuurkunde en Wiskunde' mogen alleen de vakken Analyse 1, Analyse 2 en Lineaire algebra 1 gekozen worden, en niet de NA varianten.

Geldig per 1 september 2021

Programmeermethoden NA 4031PRGR4Y	100	4	4	-
Programmeermethoden 4031PRGR6Y	100	-	-	6
Keuzevakken	100 of hoger	3	3	3
• <i>Fysica van leven (van DNA tot proteïnen)</i> 4061FVLDP4061FVLDP	100	3	3	3
• <i>Fysica van moderne technologie</i> 4061FVMT3Y	100	3	3	3
Planetenstelsels	100		3	
Praktische sterrenkunde	100		6	
Algebra 1	200			6
Caleidoscoop	100			6
Inleiding kansrekening	200			6
Wiskundige structuren	100			6
TOTAAL		60	69	86

2^e jaar	Niveau	N	N+S	N+W
Analyse 3 NA 4082AN3NAY	200	6	6	
Classical Electrodynamics 4062KLSELY	200	4	4	4
Classical Mechanics b 4062CLMB3Y	200	3	3	3
Introduction to Solid State Physics 4062IVSF3Y	300	3	3	3
Lineaire Algebra 2NA of Lineaire Algebra 2 ¹⁰ 4082LA2NAY / 4082LIAL2Y	200	6	6	6
Modern Astronomical & Physics Research 4062MAPR1Y	200	1	1	1
Modern Physics Research 4062MPHR1Y	200	1	1	1
Quantum Mechanics 1 4062QUM16Y	200	6	6	6
Quantum Mechanics 2 4062QUME2Y	300	5	5	5
Physics Experiments 1 4062PHEX3Y	200	3	3	3
Physics Experiments 2 4062PHEX5Y	300	5	5	5
Physics Experiments 3 4062PHEX2Y	300	2	2	2
Statistical Physics 1 4062STAF1Y	200	6	6	6
<i>Keuzevakken (zie toelichting keuzevakken)</i>	200 of hoger	9	3	
Astronomical Observing Techniques 4072ASOTY	300		5	
Astronomy Lab and Observing Project 4072STRPRY	200		5	
Galaxies & Cosmology 4072GALC5Y	300		5	
Modern Astronomical Research 4072MARC1Y	200		1	
Stars 4072STAR5Y	300		5	
Statistics and Data Analysis 4072STADAY	300		2	
Seminarium presenteren en communiceren 4082SEMPCY	200			3
Complexe Functietheorie 4082COMFTY	300			6
Gewone Differentiaalvergelijkingen 4082GDIFVY	200			6
Inleiding Mathematische Statistiek 4082INLMSY	200			6
Inleiding Maattheorie 4082INMT3Y	300			3

¹⁰ In de dubbelstudie 'Natuurkunde en Wiskunde' mag alleen Lineaire algebra 2 gekozen worden, en niet de NA variant.

Geldig per 1 september 2021

Topologie 4082TOPOLY	200			6
<i>Keuzeruimte Wiskunde (zie e-studiegids)</i>	200/400			6
	TOTAAL	60	77	81

3^e jaar	Niveau	N	N+S	N+W
Research Skills & Scientific Integrity 4062RSSI3Y	200	3	3	3
Bachelor project (Research) 4062BPR20Y/id/ 4602BOWINY	400	20	20	24 ¹¹
Bachelor project (Thesis) 4062BPT03Y	400	3	3	
Bachelor project (Presentation) 4062BPP01Y	400	1	1	
Radiative Processes 4072RADP6Y	200		6	
<i>Keuzevakken of minor (zie toelichting keuzevakken)</i>	200 of hoger	30	30	
<i>Keuzeruimte Wiskunde (zie e-studiegids)</i>	200/400			30
<i>Extra keuzevakken (zie toelichting keuzevakken)</i>	200 of hoger	3	3	12
	TOTAAL	60	66	69

2.2 Keuzevakken 2e/3e jaar of minor

Voor alle studie jaren, studie(combinatie)s en keuzevakken geldt het volgende:

De keuzevakken zijn in de onderstaande tabel per studie(combinatie) gedefinieerd. Keuzevakken buiten deze tabel zijn mogelijk, maar vereisen goedkeuring van de studieadviseur, die hiervoor gemandateerd is door de examencommissie. Voor dubbelstudies geldt dat er goedkeuring vereist is van beide studieadviseurs, die hiervoor gemandateerd zijn door de examencommissies.

Natuurkunde-, en Natuur-en-Sterrenkunde 2e jaar:

- Bij Natuurkunde is er ruimte voor 9 EC keuzevakken.
- Bij de combinatie Natuurkunde/Sterrenkunde is er ruimte voor 3 EC keuzevakken.

Natuurkunde-, en Natuur-en-Sterrenkunde 3e jaar:

- In het eerste semester is 30 EC gereserveerd die, in overleg met de studieadviseur, wordt ingevuld met:
 1. Een 30 EC pakket van keuzevakken te kiezen uit de onderstaande tabel; of
 2. Een 30 EC minorprogramma zoals beschreven in de artikelen 3.2.2 tot en met 3.2.6 van deze Onderwijs- en Examenregeling.
 3. Een 30 EC (of equivalent) vrij keuzeprogramma, zoals studeren in het buitenland, met vooraf toestemming van de Examencommissie.
 4. (Alleen voor solo Natuurkunde studenten) Een 30 EC pakket van keuzevakken, waarvan minimaal 3 (= 18 EC) uit de onderstaande tabel en de overige vrij te kiezen maar wel van voldoende niveau
- In het tweede semester is er ruimte voor 3 EC keuzevakken.

¹¹ In het bacheloronderzoek voor N+W studenten is opgenomen de 2^e jaars cursus Seminarium presenteren en communiceren (2^e studiejaar). Het is ook mogelijk om twee bachelor projecten te volgen: een Natuurkunde project voor 24 EC en een wiskunde project voor 18 EC.

Natuurkunde en Wiskunde 3e jaar:

- De student kiest 30 EC (5 vakken van 6 EC) uit de keuzeruimte Wiskunde (te vinden in de e-Studiegids bij wiskunde).
- Daarnaast is er ruimte voor 12 EC natuurkunde keuzevakken.
- Studenten mogen keuzevakken niet 'dubbel' tellen door ze in de keuzeruimte Wiskunde op te nemen en daarnaast ook nog eens op te voeren als keuzevak bij Natuurkunde.

Tabel Keuzevakken	Niveau	N	N+S	N+W
Astrobiology (2021-2022) 4072ASBI2Y	200		3	
Astro-Particle Physics 4062APPH6Y	300	6	6	6
Astronomical Relativity 4072ASTREY	300	6	6	6
Building Blocks of Quantum Matter	300	6	6	6
Combinatoriek & Optimalisering 4081COOPTY	200			6
Data Mining 4032DATM6Y	300	6	6	6
Experimental Projects 4062EXPPRY	300	6	6	6
Keerpunten in de geschiedenis der natuurwetenschappen 4609KEER6Y	200	6	6	6
Machine Learning 4032KIMLRV	300	6	6	6
Magnetic Resonance Phenomena 4062MGRV6Y	300	6	6	6
Mathematical Methods of Physics 4062MMP63	300	6	6	6
Molecular Biology for Physicists 4062MLBF3	200	3	3	3
Numerieke Wiskunde 4082NUWI6Y	200	6	6	6
Orientatie op Onderwijs (ICLON) 4082OROND	300	6	6	6
Physics of Energy 4062PHEN3Y	200	3	3	3
Physics of Life (from Motors to Nerve Pulses) 4062FVLMNY	300	6	6	6
Radiative Processes (verplicht bij N+S) 4072RADP6Y	300	6		6
Relativistic Electrodynamics 4062RELELY	300	3	3	3
Statistical Physics 2 4062SFS26Y	300	6	6	6
Statistics AN 1 4082STAN1Y	300	3	3	3
Statistics AN 2 4082STAN2Y	300	3	3	3
The Electronic Structure of Solids 4062ESOS6Y	300	6	6	6

2.3 Overgangsregeling Natuurkunde

Resultaten van vakken die in het verleden zijn behaald blijven geldig, ook als deze vakken niet meer in de huidige OER worden vermeld. Zij kunnen vaak gebruik worden voor een ontheffing van een deel van de verplichtingen in de huidige OER, met de kanttekening dat deze 'oude' vakken voor het oorspronkelijke aantal ECs meetellen en dat een diploma minimaal 180 EC vereist. De onderstaande overgangsregeling geldt voor de volgende verplichte en keuzevakken vanaf 2018-2019. De overgangsregeling van eerdere jaren kunnen gevonden in de OER van die specifieke jaren.

Vanaf jaar	Een tentamen in dit oude vak	vervangt de verplichting voor dit vak
18-19	Physics Experiments (6 EC) 4062PHEX6Y	Experimental Projects (6 EC) 4062EXPPRY

18-19	LabVIEW (2 EC) 4062LBVW2Y	Physics Experiments 1 (3 EC) 4062PHEX3Y
18-19	Signal Processing and Noise (6 EC) 4062SGVRSY	Physics Experiments 2 + 3 (5 EC + 2 EC) 4062PHEX5Y+ 4062PHEX2Y
19-20	Experimentele Natuurkunde (6 EC) 4061EXNA6Y	Experimentele Natuurkunde I (3 EC) 4061EXNA3Y & Experimentele Natuurkunde II (3 EC) 4061EXNB3Y
19-20	Modern Astronomical Research and Communication (4 EC) 4072MARC4Y	Modern Astronomical & Physics Research (1 EC) 4062MAPR1Y & Modern Astronomical Research (1 EC) 4072MARC1Y
20-21	Modern Physics Research (2 EC) 4062MPHR3Y	Modern Physics & Astronomical Research (1 EC) 4062MAPR1Y & Modern Physics Research (1 EC) 4062MPHR1Y
20-21	On Being A Scientist (3 EC) 4602OBASCY	Research Skills & Scientific Integrity (3 EC) 4062RSSI3Y
20-21	Inleiding Statistiek (6 EC) 4082INLSTY	Inleiding Mathematische Statistiek (6 EC) 4082INLMSY

Vanaf jaar	Een tentamen in het oude keuzevak	vervangt een tentamen in het nieuwe keuzevak
19-20	Atomic and Molecular Physics (6 EC) 4062ATMOLY	Building Blocks of Matter (6 EC) 4062BBOM6Y
19-20	Numerieke Methoden 1 (6 EC) 4082NUMTHY	Numerieke Wiskunde (6 EC) 4082NUWI6Y
20-21	Physics of Elementary Particles (6 EC) 4062FED06Y	Astro-Particle Physics (6 EC) 4062APPH6Y
21-22	Building Blocks of Matter (6 EC) 4062BBOM6Y	Building Blocks of Quantum Matter (6 EC) 4062BBQM6Y

2.4 Scriptieregeling Dubbelstudenten

Om te verzekeren dat het Bachelor project aan de eisen van beide opleidingen voldoet, dienen studenten die een dubbelstudie volgen toestemming van beide opleidingen te hebben voordat zij aan hun project beginnen en wordt dit project beoordeeld door docenten van beide opleidingen.

Hoofdstuk 3. Tentamens en examens (Onderwijs- en Examenregeling art. 4)

Artikel 3.1 Verplichte volgorde

Aan het onderwijs en tentamen van de volgende onderwijseenheden kan pas worden deelgenomen indien de tentamens van de daarbij vermelde voorafgaande onderwijseenheden met goed gevolg zijn afgelegd:

<i>Onderwijseenheid:</i>	<i>Deelname aan onderwijs en tentamen na behalen van:</i>
Astronomy Lab and Observing Project (2 ^e jaar) 4072ALOP6Y	Praktische Sterrenkunde (1 ^e jaar) 4071PRST6Y

Geldig per 1 september 2021

Bachelor project (3 ^e jaar)	Alle verplichte vakken uit het 1e en 2e jaar. In overleg met de studieadviseur, die hiervoor gemandateerd is door de Examencommissie, mag hiervan worden afgeweken als er een deficiëntie is die 'redelijkerwijze gecompenseerd kan worden tijdens het uitvoeren van het Bachelor project'.
--	--

De examencommissie kan in bijzondere gevallen op schriftelijk en gemotiveerd verzoek van de student ook een andere volgorde goedkeuren. De studieadviseur is hiervoor door de examencommissie gemandateerd.

BSc opleiding Sterrenkunde

Crohonummer 50205

Hoofdstuk 1. Omschrijving van het programma (Onderwijs- en Examenregeling art 2)

Naast de monodisciplinaire BSc opleiding Sterrenkunde (S), bestaan er twee gecombineerde dubbele programma's Sterrenkunde met Natuurkunde (S+N) of Sterrenkunde met Wiskunde (S+W). Voor de combinatiestudies is de studielast groter dan de gebruikelijke 60 EC per jaar, zoals aangegeven in de onderstaande tabellen. Bij goed gevolg van beide programma's levert een combinatiestudie twee diploma's op.

De opleiding *Sterrenkunde* en de dubbele opleidingen *Sterrenkunde en Natuurkunde* en *Sterrenkunde en Wiskunde* worden in Leiden verzorgd door de Sterrewacht Leiden, het Leids Instituut voor Onderzoek in de Natuurkunde (LION) en het Mathematisch Instituut (MI).

1.2 Eindkwalificaties

De eindkwalificaties van de opleiding zijn op landelijk niveau afgesproken en zijn gebaseerd op de internationale documenten 'Reference points for the design and delivery of degree programmes in physics' en 'A European specification for physics bachelor studies'. Om het contact met deze afspraken zo direct mogelijk te houden zijn onze eindkwalificaties ook in het Engels geformuleerd:

(A) KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING

On completion of the programme, the student should:

- A1 have knowledge of the foundations of modern physics and a good understanding of the important physical theories (logical and mathematical structure, experimental support, physical phenomena described).
- A2 be familiar with the most important areas of physics and with the common approaches, which span many areas in physics; have acquired a qualitative understanding of current developments at the frontiers of the physics discipline.

(B) APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING

On completion of the programme, the student should:

- B1 be able to frame, analyse and break down a problem in phases defining a suitable algorithmic procedure; be able to evaluate clearly the orders of magnitude in situations which are physically different, but show analogies, thus allowing the use of known solutions in new problems.
- B2 be able to identify the essentials of a process/situation and to set up a working model of the same; be able to perform the required approximations; i.e. critical thinking to construct physical models.
- B3 be able to understand and master the use of the most commonly used mathematical and numerical methods.
- B4 have become familiar with most important experimental methods and be able to perform experiments independently, as well as to describe, analyse and critically evaluate experimental data; be able to scientifically report the findings.
- B5 be able to use appropriate software, programming language, computational tools and methods in physical and mathematical investigations.

Geldig per 1 september 2021

- B6 acquire an understanding of the nature and ways of physics research and of how physics research is applicable to many fields other than physics, e.g. engineering; be able to design experimental and/or theoretical procedures for: (i) solving current problems in academic or industrial research; (ii) improving the existing results.

(C) JUDGEMENT

On completion of the programme, the student should:

- C1 be able to develop a personal sense of responsibility, given the free choice of elective/optional courses; be able to gain professional flexibility through the wide spectrum of scientific techniques offered in the curriculum; be able to organize the personal learning process, evaluate personal work, consult experts for information (e.g. about further studies and career opportunities) and support when appropriate; have had the opportunity to take courses that prepare for teaching physics at secondary schools and to take courses on interdisciplinary aspects of science.
- C2 have become familiar with highly regarded research in the field with respect to physical discoveries and theories, thus developing an awareness of the highest standards.
- C3 be objective, unbiased and truthful in all aspects of their work and recognise the limits of their knowledge; appreciate that to fabricate, falsify or misrepresent data or to commit plagiarism constitutes unethical scientific behaviour; be able to conduct processes of decision making and inspect the consequences of actions taking into account principles, norms, values and standards both from a personal and a professional standpoint.

(D) COMMUNICATION

On completion of the programme, the student should:

- D1 be able to listen carefully and to present difficult ideas and complex information in a clear and concise manner to a professional audience.
- D2 have developed a sound skill for reading technical English; have had the opportunity to develop skills in writing and presenting in technical English.

(E) LEARNING SKILLS

On completion of the programme, the student should:

- E1 be able to search for and use physical and other technical literature, as well as any other sources of information relevant to research work and technical project development.
- E2 have developed those learning skills that are necessary for them to continue to undertake further study with a high degree of autonomy.

De algemene eindkwalificaties van de Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen zijn als volgt verbonden met de eindkwalificaties van onze opleiding:

Eindkwalificaties van Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen	Eindkwalificaties van BSc Sterrenkunde
A. Kennis en inzicht / Knowledge and understanding	
Een afgestudeerde heeft: FA1. Kennis van en inzicht in de basisvakken, actuele concepten en werkwijzen van de gekozen discipline;	A1 en A2

FA2. Inzicht in de positie van verschillende deelgebieden binnen het geheel van de discipline en hun relatie tot aanpalende wetenschapsgebieden;	
B. Toepassen van kennis en inzicht / Applying knowledge and understanding	
Een afgestudeerde heeft: FB1. Voldoende theoretische en praktische vaardigheden op het gebied van de gekozen discipline om onder (strikte) supervisie onderzoek te kunnen uitvoeren; FB2. Inzicht in de wijze waarop gangbare hypothesen via experimenten kunnen worden getoetst, en hoe verworven kennis kan leiden tot theorievorming;	B1, B2, B3, B4, B5, en B6
C. Oordeelvorming / Judgement	
Een afgestudeerde heeft: FC1. Het vermogen om kritisch te denken, te abstraheren, en een wetenschappelijke probleemstelling te analyseren; FC2. Voldoende kennis en begrip van de maatschappelijke rol van de natuurwetenschappen om vanuit opgedane kennis en inzicht te kunnen reflecteren op wetenschappelijke en maatschappelijke problemen;	C1, C2 en C3
D. Communicatie / Communication	
Een afgestudeerde heeft: FD. De vaardigheid om met vakgenoten te communiceren over onderzoeksresultaten;	D1 en D2
E. Leervaardigheden / Learning (Skills)	
Een afgestudeerde: FE. Is in staat om zich zelfstandig verder te verdiepen in relevante onderwerpen en om zich te bekwamen in de noodzakelijke vaardigheden voor een vervolgstudie die een hoog niveau van autonomie veronderstelt.	E1 en E2

1.3 Onderwijstaal (Onderwijs- en Examenregeling art. 2.9)

De onderwijstaal binnen de opleiding is een combinatie van Nederlands en Engels waarbij eerstejaars vakken hoofdzakelijk in het Nederlands worden gegeven, de tweedejaars vakken in het Engels en Nederlands; en de derdejaars vakken in het Engels.

Hoofdstuk 2. Programma (Onderwijs- en Examenregeling art. 4)

1 ^e jaar	Niveau	S	S+N	S+W
Analyse 1NA of Analyse 1 ¹² 4081AN1NAY / 4081ANAL1Y	100	6	6	6 ¹²
Analyse 2NA of Analyse 2 ¹²² 4081AN2NAY / 4081ANAL2Y	200	6	6	6 ¹²
Elektrische en magnetische velden 4061ELMGVY	100	5	5	5
Experimentele natuurkunde I 4061EXNA3Y	200	3	3	3
Experimentele natuurkunde II 4061EXNB3Y	200		3	
Inleiding astrofysica 4071ASTROY	100	4	4	4
Introductie moderne natuurkunde 4061IMN06Y	100	6	6	6
Klassieke mechanica a 4061KLASAY	100	5	5	5
Lineaire algebra 1NA of Lineaire algebra 1 ¹² 4081LA1NAY / 4081LIAL1Y	100	6	6	6

¹² In de dubbelstudie Sterrenkunde+Wiskunde mogen alleen de vakken Analyse 1, Analyse 2 en Lineaire Algebra 1 gekozen worden.

Geldig per 1 september 2021

Optica 4061OPTCAY	100	5	5	5
Planetenstelsels 4071PLST3Y	100	3	3	3
Praktische Sterrenkunde 4071PRST6Y	100	6	6	6
Presenteren en Communiceren 4601PC11CY	100	1	1	1
Programmeermethoden NA 4031PRGR4Y	100	4	4	
Programmeermethoden 4031PRGR6Y	100			6
Diffusie 4061DIFF3Y	100		3	
<i>Keuze uit:</i>			3	
<i>-Fysica van leven (van DNA tot proteïnen): 3 EC</i> 4061FVLDPY	100			
<i>-Fysica van moderne technologie: 3 EC</i> 4061FVMT3Y	100			
Algebra 1 4081ALGB1Y	200			6
Caleidoscoop 4081CALSCY	100			6
Inleiding Kansrekening 4081INLKAY	200			6
Wiskundige Structuren 4081WISTRY	100			6
TOTAAL		60	69	86

2^e jaar	Niveau	S	S+N	S+W
Analyse 3NA 4082AN3NAY	200	6	6	
Astronomical Observing Techniques 4072ASOTY	300	5	5	5
Astronomy Lab and Observing Project ¹³ 4072STRPRY	200	5	5	5
Classical Electrodynamics 4062KLSELY	200	4	4	4
Classical Mechanics b 4062CLMB3Y	200	3	3	3
Galaxies and Cosmology 4072GALC5Y	300	5	5	5
Lineaire algebra 2NA of Lineaire algebra 2 ¹⁴ 4082LA2NAY / 4082LIAL2Y	200	6	6	6
Modern Astronomical Research 4072MARC1Y	200	1	1	1
Modern Astronomical and Physics Research 4062MAPR1Y	200	1	1	1
Modern Physics Research 4062MPHR1Y	200		1	
Quantum Mechanics 1 4062QUM16Y	200	6	6	6
Quantum Mechanics 2 4062QUME2Y	300	5	5	5
Statistical Physics 1 4062STAF1Y	200	6	6	6
Stars 4072STAR5Y	300	5	5	5
Statistics and Data Analysis 4072STADAY	200	2	2	2
Introduction to Solid State Physics	300		3	
Physics Experiments 1 4062PHEX3Y	200		3	
Physics Experiments 2 4062PHEX5Y	300		5	
Physics Experiments 3 4062PHEX2Y	300		2	

¹⁴ In de dubbele studie Sterrenkunde+Wiskunde mag alleen het vak Lineaire Algebra 2 gekozen worden.

Geldig per 1 september 2021

<i>Keuzeruimte Sterrenkunde/Natuurkunde</i>	200 of hoger		3	
Complexe Functietheorie 4082COMFTY	300			6
Gewone Differentiaalvergelijkingen 4082GDIFVY	200			6
Inleiding Mathematische Statistiek 4082INLMSY	200			6
Inleiding Maattheorie 4082INMT3Y	300			3
Seminarium presenteren en communiceren 4082SEMPCY	200			3
Topologie 4082TOPOLY	200			6
<i>Keuzeruimte Wiskunde (zie e-studiegids)</i>	200/400			6
TOTAAL		60	77	90

3^e jaar	Niveau	S	S+N	S+W
Kernpakket of Minor		30	30	15
Research Skills & Scientific Integrity 4072RSSI2Y / 4062RSSI3Y	200	2	3	2
Radiative Processes 4072RADP6Y	300	6	6	6
Bachelor Project (Research) ¹⁵ 4072BRP18Y/4602BOANPY /4602BOWINY	400	18	20	24
Bachelor Project (Thesis) 4072BPRT3Y	400	3	3	
Bachelor Project (Presentation) 4072BPRP1Y	400	1	1	
<i>Keuzeruimte Sterrenkunde/Natuurkunde</i>	200 of hoger		3	
<i>Keuzeruimte Wiskunde (zie studiegids)</i>	200/400			30
TOTAAL		60	66¹⁶	77¹⁶

2.2 Keuzevakken 2e/3e jaar of minor

Voor alle studie jaren, studie(combinatie)s en keuzevakken geldt het volgende:

De keuzevakken zijn in de onderstaande tabel per studie(combinatie) gedefinieerd. Keuzevakken buiten deze tabel zijn mogelijk, maar vereisen goedkeuring van de studieadviseur, die hiervoor gemandateerd is door de Examencommissie. Voor dubbelstudies geldt dat er goedkeuring vereist is van beide studieadviseurs, die hiervoor gemandateerd zijn door de Examencommissies.

De gemaakte keuzes kunnen gevolgen hebben voor de toelating tot de MSc opleiding Astronomy, waar toelatingseisen kunnen gelden voor bepaalde specialisaties. Toelatingsregelingen voor de MSc opleiding Astronomy worden vermeld in de Onderwijs- en Examenregeling van deze opleiding.

Sterrenkunde-en-Natuurkunde 2e jaar:

¹⁵ Bij S+W is in het bacheloronderzoek opgenomen de 2e jaars cursus Seminarium, presenteren en communiceren. Het is ook mogelijk om twee bachelor projecten te volgen: een Sterrenkunde project voor 22 EC en een wiskunde project voor 18 EC.

¹⁶ Het totaal aantal EC van een dubbel programma kan anders uitvallen dan het getal in de tabel door overlap van keuzevakken.

- Bij de combinatie Sterrenkunde/Natuurkunde is er ruimte voor 3 EC keuzevakken.

Sterrenkunde-, en Sterrenkunde-en-Natuurkunde 3e jaar:

- In het eerste semester is 30 EC gereserveerd die, in overleg met de studieadviseur, wordt ingevuld met:
 5. Een 30 EC pakket van keuzevakken te kiezen uit de onderstaande tabel of
 6. Een 30 EC minorprogramma zoals beschreven in de artikelen 3.2.2 tot en met 3.2.6 van deze Onderwijs- en Examenregeling.
 7. Een 30 EC (of equivalent) vrij keuzeprogramma, zoals studeren in het buitenland, met vooraf toestemming van de Examencommissie.
- Bij de combinatie Sterrenkunde/Natuurkunde is in het tweede semester ruimte voor 3 EC keuzevakken.

Sterrenkunde-en-Wiskunde 3e jaar:

- De student kiest 30 EC (5 vakken van 6 EC) uit de keuzeruimte Wiskunde (te vinden in de studiegids bij wiskunde).
- Bij de combinatie Sterrenkunde-en-Wiskunde wordt daarnaast een Kernpakket van 15 EC gekozen.
- Studenten mogen keuzevakken niet 'dubbel' tellen door ze in de keuzeruimte Wiskunde op te nemen en daarnaast ook nog eens op te voeren als keuzevak bij Sterrenkunde.

Kernpakket

- Het Kernpakket omvat voor Sterrenkunde, en voor de combinatie Sterrenkunde en Natuurkunde, 30 EC.
- Het Kernpakket omvat voor de combinatie Sterrenkunde-en-Wiskunde, 15 EC.

Tabel Keuzevakken	Niveau	S	S+N	S+W
Algoritmiek 4031ALGO6	200	6		6
Astrobiology 4072ASBI2Y	200	3	3	
Astronomical Relativity 4072ASTREY	300	6	6	6
Astro-Particle Physics 4062APPH6Y	300	6	6	6
Building Blocks of Quantum Matter 4062BBQMY	300	6	6	6
Computer Graphics	300	6		6
Combinatoriek en Optimalisering 4081COOPTY	200			6
Data Mining 4032DATM6Y	300	6	6	6
Databases	200	6		6
Experimental Projects 4062EXPPRY	300		6	
Fysica van Moderne Technologie 4061FVMT3Y	100			3
Inleiding kansrekening 4081INLKAY	200	6		
Introduction to Solid State Physics 4062IVSF3Y	300	3		3
Keerpunten in de geschiedenis der natuurwetenschappen 4609KEER6Y	200	6	6	6
Machine Learning 4032KIMLRV	300	6	6	6
Magnetic Resonance Phenomena 4062MGRV6Y	300		6	
Mathematical Methods of Physics 4062MMP63	300	6	6	6
Molecular Biology for Physicists 4062MLBF3	200	3	3	3
MSc vak(ken) Astronomy	400	3 – 6		
Numerieke Wiskunde 4082NUWI6Y	200	6	6	6
Orientatie op Onderwijs (ICLON) 4082OROND	300	6	6	6

Physics Experiments 1 4062PHEX3Y	200	3		
Physics Experiments 2 4062PHEX5Y	300	5		
Physics of Energy 4062PHEN3Y	200		3	
Physics of Life (from Motors to Nerve Pulses) 4062FVLMNY	300		6	
Relativistic Electrodynamics 4062RELELY	300	3	3	3
Statistics AN 1 4082STAN1Y	200	3	3	
Statistics AN 2 4082STAN2Y	200	3	3	
Statistical Physics 2 4062SFS26Y	300	6	6	6
The Electronic Structure of Solids 4062ESOS6Y	300		6	

2.3 Overgangsregeling

Resultaten van vakken die in het verleden zijn behaald blijven geldig, ook als deze vakken niet meer in de huidige OER worden vermeld. Zij kunnen vaak gebruikt worden voor een ontheffing van een deel van de verplichtingen in de huidige OER, met de kanttekening dat deze 'oude' vakken voor het oorspronkelijke aantal ECs meetellen en dat een diploma minimaal 180 EC vereist. De onderstaande overgangsregeling geldt voor de volgende verplichte en keuzevakken vanaf 2018-2019. De overgangsregeling van eerdere jaren kunnen gevonden in de OER van die specifieke jaren.

Sterrenkunde inclusief alle dubbelstudies – Verplichte vakken		
Vanaf jaar	Een tentamen in dit oude vak	vervangt de verplichting voor dit vak
18-19	Physics Experiments (6 EC)	Experimental Projects (6 EC)
18-19	LabVIEW (2 EC)	Physics Experiments 1 (3 EC)
18-19	Signal Processing and Noise (6 EC)	Physics Experiments 2 + 3 (5 EC + 2 EC)
19-20	Experimentele Natuurkunde (6 EC)	Experimentele Natuurkunde I (3 EC) & Experimentele Natuurkunde II (3 EC)
20-21	Modern Astronomical Research & Communication (4 EC)	Modern Astronomical & Physics Research (1 EC) en Modern Astronomical Research (1 EC) en Statistics & Data Analysis (2 EC), of een aanvullend vak in overleg met de studieadviseur.
20-21	Modern Physics Research (2 EC)	Modern Astronomical & Physics Research (1 EC) en Modern Physics Research (1 EC)
20-21	On Being a Scientist (3 EC)	Research Skills & Scientific Integrity 3 EC of de 2 EC-variant met een aanvullend keuzevak in overleg met de studieadviseur
20-21	Inleiding Statistiek (6 EC)	Inleiding Mathematische Statistiek (6 EC)

Sterrenkunde inclusief alle dubbelstudies – Keuzevakken		
Vanaf jaar	Een tentamen in dit oude keuzevak	vervangt een tentamen in het nieuwe keuzevak
19-20	Atomic and Molecular Physics (6 EC)	Building Blocks of Matter (6 EC)
19-20	Numerieke Methoden 1 (6 EC)	Numerieke Wiskunde (6 EC)
20-21	Physics of Elementary Particles (6 EC)	Astro-Particle Physics (6 EC)
21-22	Building Blocks of Matter (6 EC)	Building Blocks of Quantum Matter (6 EC)

2.4 Scriptieregeling Dubbelstudenten

Om te verzekeren dat het Bachelor project aan de eisen van beide opleidingen voldoet, dienen studenten die een dubbelstudie volgen expliciete toestemming van beide opleidingen te hebben voordat zij aan hun project beginnen en wordt dit project beoordeeld door docenten van beide opleidingen.

Hoofdstuk 3. Tentamens en Examens (Onderwijs- en Examenregeling art. 4)

3.1 Verplichte volgorde (Onderwijs- en Examenregeling art. 4.2)

Aan het onderwijs en tentamen van de volgende onderwijseenheden kan pas worden deelgenomen indien de tentamens van de daarbij vermelde voorafgaande onderwijseenheden met goed gevolg zijn afgelegd:

<i>Onderwijseenheid:</i>	<i>Deelname aan onderwijs en tentamen na behalen van:</i>
Astronomy Lab and Observing Project (2 ^e jaar)	Praktische Sterrenkunde (1 ^e jaar)
Bachelor project (3 ^e jaar)	Alle verplichte vakken uit het 1e en 2e jaar. In overleg met de studieadviseur, die hiervoor gemandateerd is door de Examencommissie, mag hiervan worden afgeweken als er een deficiëntie is die 'redelijkerwijze gecompenseerd kan worden tijdens het uitvoeren van het Bachelor project'.

De examencommissie kan in bijzondere gevallen op schriftelijk en gemotiveerd verzoek van de student ook een andere volgorde goedkeuren. De studieadviseur is hiervoor door de examencommissie gemandateerd.

BSc opleiding Wiskunde

Crohonummer 56980

Hoofdstuk 1. Omschrijving van het programma (Onderwijs- en Examenregeling art. 2)

Naast de monodisciplinaire BSc-opleiding Wiskunde (W), bestaan er drie gecombineerde dubbele bacheloropleidingen: Wiskunde met Natuurkunde (W+N), met Sterrenkunde (W+S) of met informatica (W+I).

De opleiding *Wiskunde* wordt in Leiden verzorgd door het Mathematisch Instituut (MI). De dubbele opleidingen *Wiskunde en Natuurkunde* en *Wiskunde en Sterrenkunde* worden in Leiden verzorgd door het Mathematisch Instituut (MI), Leids Instituut voor Onderzoek in de Natuurkunde (LION) en de Sterrewacht Leiden. De dubbele opleiding *Wiskunde en Informatica* wordt in Leiden verzorgd door het Mathematisch Instituut (MI) en het Leiden Institute of Advanced Computer Science (LIACS).

De combinaties kunnen de hele bachelor worden gevolgd en leveren dan twee bachelordiploma's op. Voor alle combinatiestudies is de studielast groter dan de gebruikelijke 60 EC per jaar, zoals aangegeven in de onderstaande tabellen.

1.2 Eindkwalificaties (Onderwijs- en Examenregeling art. 2.3)

A *Kennis en inzicht*

De afgestudeerde bachelor heeft:

A1 Kennis van en inzicht in concepten en werkwijzen van de actuele basisvakken van de wiskunde, in het bijzonder van:

- 1) Analyse
- 2) Kansrekening
- 3) Statistiek
- 4) Algebra
- 5) Topologie
- 6) Numerieke Wiskunde
- 7) Maat- en Integratietheorie
- 8) Optimalisatie

A2 Kennis en inzicht met betrekking tot enkele specialistische vakken.

A3 Inzicht in de deelgebieden van de wiskunde en hun onderlinge samenhang en in de rol van wiskunde bij andere wetenschappen.

B *Toepassen Kennis en inzicht*

De afgestudeerde bachelor heeft:

B1 Vaardigheid in het gebruik van theorie in concrete vraagstellingen.

B2 Het vermogen om (vakwetenschappelijke) informatie te zoeken en te verwerken.

B3 Het vermogen om te programmeren en met relevante software om te gaan.

- B4 Het vermogen om onder begeleiding eenvoudig wiskundig onderzoek uit te voeren met inachtneming van de voor het vakgebied relevante kennis, inzicht en methoden en technieken, en om zich de daarvoor de benodigde kennis eigen te maken.

C Oordeelsvorming

De afgestudeerde bachelor heeft:

- C1 Het vermogen om kritisch te denken, te abstraheren, gedachten te structureren en die wiskundig precies te formuleren.

- C2 Vaardigheid en inzicht in het wiskundig modelleren van elementaire toepassingsgerichte problemen, in de analyse van de resulterende modellen en in de interpretatie en beoordeling van de resultaten.

- C3 Het vermogen tot oordeelsvorming over (wetenschappelijke) integriteit en het belang daarvan in eigen en andermans handelen.

D Communicatie

De afgestudeerde bachelor heeft:

- D1 Schriftelijke en mondelinge vaardigheid in het presenteren van resultaten van wiskundig onderzoek en in de communicatie hierover met wiskundigen en niet-specialisten.

- D2 Het vermogen om in teamverband samen te werken.

E Leervaardigheden

De afgestudeerde bachelor heeft:

- E1 Kennis, inzicht en (leer)vaardigheden om een (internationale) masteropleiding Wiskunde (of aanverwante opleiding) te volgen en heeft voldoende overzicht over de verschillende deelgebieden van de Wiskunde om een passende keuze te kunnen maken voor een vervolgonderwijs, of voor toetreding tot de arbeidsmarkt.

Hoofdstuk 2. Programma (Onderwijs- en Examenregeling art. 3)

	Niveau	W	W+N	W+S	W+I
Algebra 1 4081ALGB1Y	200	6	6	6	6
Analyse 1 4081ANAL1Y	100	6	6	6	6
Analyse 2 4081ANAL2Y	200	6	6	6	6
Caleidoscoop 4081CALSCY	100	6	6	6	6
Inleiding kansrekening 4081INLKAY	200	6	6	6	6
Lineaire algebra 1 4081LIAL1Y	100	6	6	6	6
Wiskundige structuren 4081WISTRY	100	6	6	6	6
Programmeermethoden 4031PRGR6	100	6	6	6	6

Geldig per 1 september 2021

Combinatoriek en Optimalisering 4081COOPT	200	6			
Vrij keuzevak	100	6			
Diffusie 4061DIFF3Y	100		3		
Elektrische en magnetische velden 4061ELMGVY	100		5	5	
Experimentele natuurkunde deel 1 4061EXNA3Y	200		3	3	
Experimentele natuurkunde deel 2 4061EXNB3Y	200		3		
Introductie Moderne Natuurkunde	100		6	6	
Klassieke Mechanica a 4061KLASAY	100		5	5	
Optica 4061OPTCAY	100		5	5	
Presenteren en Communiceren 460IPC11CY	100		1	1	
Inleiding Astrofysica 4071ASTROY	100		4	4	
Planetenstelsels 4071PLST3Y	100			3	
Praktische Sterrenkunde 4071PRST6Y	100			6	
Algoritmiëk 4031ALGO6Y	200				6
Databases 4031DABA6Y	200				6
Fundamentals of Digital Systems Design 4031FDSD6Y	100				6
Introduction to Logic 4031ILOGIY	100				6
Programming Techniques 4031PRGTEY	200				6
TOTAAL		60	83	86	78
Modelleren 4082MDSIMY	200	6			
Numerieke Wiskunde 4082NUWI6Y	200	6			
Complexe functietheorie 4082COMFTY	300	6	6	6	6
Gewone differentiaalvergelijkingen 4082GDIFVY	200	6	6	6	6
Inleiding Mathematische Statistiek 4082INLMSY	200	6	6	6	6
Topologie 4082TOPOLY	200	6	6	6	6
Seminarium presenteren en Research Methods in Computer Science ¹⁷ 4032RMCS3Y	200	3	3	3	3
Inleiding Maattheorie 4082INMT3Y	300	3	3	3	3
Lineaire Algebra 2 4082LIAL2Y	200	6	6	6	6
Combinatoriek en Optimalisering ¹⁸ 4081COOPTY	200				6
<i>Keuzeruimte Wiskunde (zie Studiegids)</i>	200-400	12	6	6	6
Classical Electrodynamics 4062KLSELY	200		4	4	
Classical Mechanics b 4062CLMB3Y	200		3	3	

¹⁷ W+I studenten kiezen òf het Seminarium Presenteren en Communiceren òf Research Methods in Computer Science bij Informatica

¹⁸ W+I studenten mogen dit vak ook als eerstejaars student volgen.

Geldig per 1 september 2021

Modern Astronomical & Physics	200	1	1		
Quantum Mechanics 1 4062QUM16Y	200	6	6		
Quantum Mechanics 2 4062QUME2Y	300	5	5		
Statistical Physics 1 4062SFS26Y	200	6	6		
Introduction to Solid State Physics 4062IVSF3Y	300	3			
Modern Physics Research 4062MPHR1Y	200	1			
Physics Experiments 1 4062PHEX3Y	200	3			
Physics Experiments 2 4062PHEX5Y	300	5			
Physics Experiments 3 4062PHEX2Y	300	2			
Astronomical Observing Techniques 4072ASOT5Y	300			5	
Astronomy Lab and Observing Project 4072STRPRY	200			5	
Galaxies and Cosmology 4072GALC5Y	300			5	
Modern Astronomical Research	200			1	
Stars 4072STAR5Y	300			5	
Statistics and Data Analysis 4072STADAY	200			2	
Complexity 4032COPE6Y	200				6
Datastructuren 4032DATASY	200				6
Automata Theory 4032AUTTHY	200				6
Kunstmatige Intelligentie 4032KUIIN3Y	300				6
Security 4032SECU6Y	200				6
<i>Keuze uit:</i>					6
<i>Operating Systemen 4032VI2OPY – 6 EC</i>	200				
<i>Computerarchitectuur 4032CMPA6Y – 6</i>	300				
TOTAAL		60	81	90	84

3^e jaar	Niveau	W	W+N	W+S	W+I
<i>Keuzeruimte Wiskunde (zie Studiegids)</i>	200-400	12	30	30	24
Bachelorproject 4082BSD18Y/4602BOWINY/4602BOWISY/4602BOWIFY	400	18	24	24	24
<i>Keuzeruimte Wiskunde/Minor</i>	200-400	30			
<i>Keuzeruimte Natuurkunde/Sterrenkunde</i>			12	15	
Radiative Processes 4072RAP63Y	300			6	
Research Skills & Scientific Integrity 4072RSSI2Y	200		3	2	
1 wiskunde- of informaticavak uit het 3e jaar					6
Software Engineering					6
<i>Keuze uit één van de volgende vakken</i>					
• Computer Graphics 4032CCGR6Y	300				6
• Data Mining 4032DATM6Y	300				
• Theory of Concurrency 4032THCCEY	300				

2 informaticavakken uit het derdejaars aanbod van de bacheloropleiding Informatica (zie Studiegids)					12
TOTAAL		60	69	77	78

2.2 Vrije Keuzeruimte wiskunde/Minor (Onderwijs- en Examenregeling art. 3.2)

De vrije keuzeruimte kan worden ingevuld met een minor uit het aanbod van de Universiteit Leiden, TU Delft, Erasmus Universiteit Rotterdam, of met 5 vakken (van 6 EC) uit het aanbod van het tweede en derde jaar van de bachelor Wiskunde zonder dat daarvoor toestemming van de examencommissie voor nodig is, met dien verstande dat het aantal EC door de examencommissie verminderd kan worden als er sprake is van overlap met gevolgde vakken.

Indien de vrije-keuzeruimte op een andere manier wordt ingevuld, zal vooraf toestemming moeten worden gevraagd aan de examencommissie. De examencommissie zal toetsen op samenhang en niveau.

Tweede- en derdejaarsvakken die in de dubbele BSc niet verplicht zijn, mogen door de dubbele bachelors ook als keuzevak worden gekozen. Dit geldt eveneens voor het eerstejaarsvak Combinatoriek en Optimalisering, dat door W+N en W+S studenten als keuzevak in het tweede jaar gekozen mag worden. Daarentegen mogen Statistiek AN 1 en 2 niet als keuzevak door W+N, en W+S studenten worden gedaan.

2.3 Bachelorproject

Onder het bachelorproject valt ook verplichte deelname aan een bachelorseminarium wiskunde, waar de resultaten van het project gepresenteerd worden.

In het geval van een dubbel programma dienen de twee disciplines herkenbaar te zijn in de keuze van het onderwerp van het onderzoek. De studenten die een dubbel programma volgen zijn verplicht hun project in het bachelorseminarium wiskunde te presenteren, maar zij mogen verder kiezen of zij deelnemen aan het seminarium wiskunde of het seminarium van de andere studie. Het onderzoek van dubbelstudenten wordt begeleid door twee docenten, één uit iedere discipline. Het is ook mogelijk om twee aparte bacheloronderzoeken te doen, die beide aan de eisen van de betreffende opleidingen moeten voldoen.

2.4 Overgangsregeling Wiskunde inclusief alle dubbelstudies

Resultaten van vakken die in het verleden zijn behaald blijven geldig, ook als deze vakken niet meer in de huidige OER worden vermeld. Zij kunnen vaak gebruikt worden voor een ontheffing van een deel van de verplichtingen in de huidige OER, met de kanttekening dat deze 'oude' vakken voor het oorspronkelijke aantal ECs meetellen en dat een diploma minimaal 180 EC vereist. Deze overgangsregeling geldt voor de volgende vakken:

Wiskunde inclusief alle dubbelstudies	
Een tentamen in dit oude vak	vervangt de verplichting voor dit vak
Analyse 3	Gewone Differentiaalvergelijkingen
Analyse 4	Complexe Functietheorie
Automata Theory	Fundamentele Informatica 2
Modelleren 1a en Modelleren 1b, Besliskunde 1, of Optimalisering	Combinatoriek en Optimalisering

Complexity	Complexiteit
Digitale Technieken	Fundamentals of Digital Systems Design
Experimentele Natuurkunde (6 EC)	Experimentele Natuurkunde I (3 EC) & Experimentele Natuurkunde II (3 EC)
Introduction to General Relativity and Astronomical Applications	Astronomical Relativity
Inleiding Statistiek	Inleiding Mathematische Statistiek
LabVIEW	Physics Experiments 1
Logica	Introduction to Logic
Modelleren 2a en Modelleren 2b	Modelleren
Numerieke Methoden 1	Numerieke Wiskunde
Physics Experiments	Experimental Projects
Programmeermethoden NA	Introduction to Programming in Python
Semiconductors and Electron Bands	The Electronic Structure of Solids
Signal Processing and Noise	Physics Experiments 2 + 3
Physics of Elementary Particles	Astro-Particle Physics
Building Blocks of Matter	Building Blocks of Quantum Matter
Modern Physics Research	Modern Astronomical & Physics Research and Modern Physics Research
Modern Astronomical Research & Communication	Modern Astronomical & Physics Research and Modern Astronomical Research and Statistics & Data Analyses of een aanvullend vak in overleg met de studieadviseur.
On Being a Scientist	Research Skills & Scientific Integrity 3 EC of de 2 EC variant met een aanvullend keuzevak in overleg met de studieadviseur

Studenten die het vak Leren Presenteren en Communiceren succesvol hebben gevolgd als onderdeel van het Bachelorproject, hoeven niet het vak Seminarium Presenteren en Communiceren te volgen.

Hoofdstuk 3 Tentamens en examen (Onderwijs- en Examenregeling art. 4)

3.1 Verplichte volgorde (Onderwijs- en Examenregeling art. 4.2)

Aan het onderwijs en tentamen van de volgende onderwijseenheden kan pas worden deelgenomen indien de tentamens van de daarbij vermelde voorafgaande onderwijseenheden met goed gevolg zijn afgelegd:

<i>Onderwijseenheid:</i>	<i>Voorafgaande onderwijseenheid:</i>
Bachelorproject	Seminarium Presenteren en Communiceren ¹⁹

Voor de dubbele Bachelor programma's W+I, W+N, W+S gelden ook de regels met betrekking tot de voorafgaande onderwijseenheden van de andere studie.

¹⁹ Voor W+I studenten geldt dat Seminarium Presenteren en Communiceren òf Research Methods in Computer Science verplicht is.

Geldig per 1 september 2021

Voor de onderwijseenheden en de tentamens waarmee deze worden afgesloten, die in een bepaalde volgorde moeten worden doorlopen, kan de examencommissie in bijzondere gevallen op schriftelijk en gemotiveerd verzoek van de student een andere volgorde bepalen.

Bijlage 2

Minoren

Minor Biodiversity

Minor Biodiversity: What is it, where is it, and why is it important?

Biodiversity refers to the variety of life forms within species, between species and within and between landscapes, ecosystems or the entire planet. As such, biodiversity can be described at the genetic, species or ecosystem level. All these forms of biodiversity are under increasing pressure. Currently we estimate that there are approximately 7-12 million species of organisms, of which only 1.9 million are described – and a significant fraction of those is threatened with extinction. It is generally assumed that a reduction of biodiversity is undesirable and should be prevented. But at what scale do we try and tackle these declines? More fundamentally, we can ask whether the disappearance of species diversity/ecosystem diversity/genetic diversity is really undesirable and if so, can we think of measures to halt this decline?

In order to answer these questions, during this minor we examine what biodiversity actually entails, how biodiversity can be sampled, monitored, mapped and how to interpret and use that data in a useful way. In addition, it is important to study how biodiversity evolved and which are the important processes that determine the level of biodiversity in today's ecosystems. By analysing the processes that take place in ecosystems we will investigate the factors underlying biodiversity decline, for example as a result of human interventions or unintentional introduction of invasive species. In addition we will investigate the impact of newly introduced species or genes on current biodiversity in the Netherlands.

Human intervention and the introduction of new species do not necessarily have only negative effects on biodiversity. It can also lead to "novel ecosystems" for example in urban and agricultural areas. Species can adapt and be successful in these new habitats. Still, the question remains whether all animals are equal or are some animals more equal than others? How we should value these new systems is a question of often heated debates. In this minor you will be challenged to take position on these matters from a scientific, consultancy and governance perspective?

Learning objectives

At the end of the minor students are able to:

- A. Understand how biodiversity data is collected, how to use these both from an ecological perspective and a policy perspective.
- B. Explain biodiversity theory, evolution, environmental patterns, scales in biodiversity and human/biodiversity relationships;
- C. Explain how these have formed Dutch landscapes and are connected to societal issues;
- D. Use A-C to design experimental and observational studies that can answer pressing biodiversity questions;
- E. Identify relevant stakeholders in relation to biodiversity issues and their specific interests
- F. Understand how to interpret the, and report professionally on, gathered biodiversity data from a scientific, consultancy and policy perspective;
- G. Identify the different directions that can potentially be followed on the job market with this biodiversity related minor.

Geldig per 1 september 2021

Programme

	Level	EC
Orientation on Biodiversity 4023OBIODY	300	9
Environmental Processes 4023EPB08Y	300	6
Scales of Biodiversity 4023SCBIOY	400	9
Policy Analysis and Action Plan 4023PAAP6Y	400	6

Courses can only be followed in order of description. It is not possible to join a course without having followed the previous one(s).

Language

The minor will be taught in English.

Accessibility

The minor is open to students with an interest in biodiversity. Students can be invited for an initial interview with the coordinator of the minor and may be asked to study selected parts of textbooks before the start of the minor.

Number of participants

The minor has a minimum number of participants of 15 and a maximum capacity of 40 participants.

Authority

The minor is taught in Leiden by the Institute of Biology Leiden (IBL), the Institute of Environmental Sciences (CML) and Naturalis Biodiversity Center (NBC). The minor is provided under the authority of the Board of Examiners Biology.

Minor Computational Approaches to Disease, Signaling and Drug Targets

The minor Computational Approaches to Disease, Signaling and Drug Targets (CADSDT) is focused on fundamental scientific research required for discovery of new drug targets and development of new drugs. Since computational modelling approaches are increasingly important in disease and drug research, the first part of the minor focusses on modelling skills and computational thinking. In the second part of the minor students learn how disease- and drug-induced alterations in signaling pathways can be used for the discovery of new drug targets and the development of personalized drug treatments.

Programme

The minor CADSDT may be split into two parts of 15 EC as shown below; courses cannot be taken separately as an elective course:

Part 1	Level	EC
Introduction in Computational Thinking 4012ICOMTY	300	5
Computational Biomedical Research 4012CBRESY	300	5
Biomarkers 4012BIOMKY	300	5
Part 2	Level	EC
Cellular Signal Transduction 4012CELSTY	300	5
Functional Genomics: from Genotype to phenotype 4012FUGENY	300	5
<i>And one of the following courses:</i>		
Cell Signaling in Cancer and Drug Safety* 4012CSCDSY	300	5
Farmacotherapie** 4012FTHE6Y	300	5
Total		30

* Only students who followed the course 'Computational Biomedical Research' of Part 1 of the minor CADSDT can do a computational project within the course Cell Signaling in Cancer and Drug Safety. In case more than 9 students apply for a computational project, students will be selected based on a motivation letter; the non-computational projects within this course are not available for students from the minor CADSDT.

** The course Farmacotherapie within the minor CADSDT is a short variant of the 6 EC Farmacotherapie course, which is part of the Afstudeerrichting Bio-Farmaceutische Wetenschappen en Farmacie; this course will be taught in Dutch.

Language

When international students participate in the minor, the programme will be taught in English (Farmacotherapie excluded). When international lecturers or assistants are involved in teaching, their part(s) of the programme will be taught in English and students will be requested to give oral presentations and/or hand in reports or exams in English.

Accessibility

Admission criteria apply to this minor (see appendix 2 of this Onderwijs- en Examenregeling). The minor CADSDT is particularly suitable for students in Bio-Pharmaceutical Sciences, Biology, Bioinformatics, Biomedical Sciences, and Life Science & Technology. Students in Mathematics,

Geldig per 1 september 2021

Informatics and Molecular Science & Technology *with a strong interest in and basic knowledge of Biology* are welcome to apply for Part 1 of the minor.

Number of participants

The minor CADSDT has a minimum number of participants of 10 and a maximum capacity of 40 participants. Of these, a maximum of 7 places is available for students who follow only a single 15 EC part of the minor (e.g. either Part 1 or Part 2), and the remaining 33 places are available for students who follow all courses of the minor.

Authority

The minor is taught in Leiden by the Leiden Academic Centre for Drug Research (LACDR).
The minor is provided under the authority of the Board of Examiners Bio-Pharmaceutical Sciences.

Minor Cyber Security Governance Essentials

Cyberspace has become one of the backbones of our global economy and of modern-day societies. Almost everything we do in our everyday lives, ranging from communication and media consumption to travel and leisure and from work to school is facilitated by, or even relies on digital, networked technologies. Because of our dependence on cyberspace, it is vital that data, information, and networks are secure. Information and communications must be properly protected, networks must be stable, and data and information must be always available.

The *Leiden Institute of Advance Computer Science* (LIACS) in collaboration with the *Institute of Security and Global Affairs* (ISGA) have developed the minor *Cyber Security Governance Essentials* to provide students with a mixture of technical and governance knowledge to set them on a path towards understanding cyberspace and cybersecurity. Students will first delve into the fundamentals of cyberspace itself to understand what cyberspace is and on which technical foundations it is built. It will be important to review the key techniques and technologies used to increase security in cyberspace. But cybersecurity is more than a technical challenge alone: governance of cybersecurity is a crucial aspect of a secure cyberspace as well. Therefore, students will also understand some of the key challenges for governments and organizations to tackle cybersecurity challenges.

Programme

The programme of the *Cyber Security Governance Essentials* minor consists of 5 courses listed below for a total study load of at least 30 EC spread over two blocks in the Fall semester.

Course name	Level	EC
Basic Programming in Python 4032BPPYTY	100	6
Essentials of Computer Systems 4032ESSCSY	200	6
Introduction to Cyber Security 4032ICYBSY	300	6
Internet Governance 4032INTGVY	300	6
Data Protection 4032DAPROY	300	6

For students who have only 15 EC of elective space in their program, there is the option to follow a 3 EC variant of *Introduction to Cyber Security*, *Basic Programming in Python* (6 EC) and *Essentials of Computer Systems* (6 EC). Students who choose this package and have basic programming experience in Python can follow the course *Internet Governance* (6 EC) instead of *Basic Programming in Python* (6EC). This optional package requires presence for both block 1 and 2 of the Fall semester.

All courses of the minor are taught by LIACS and ISGA lecturers in The Hague, except for *Essentials of Computer Systems* that is thought in Leiden. Most of the courses consist of a theoretical and a practical part. It is not possible to replace courses of the programme with other courses.

Language

The minor is taught in English.

Accessibility

The minor *Cyber Security Governance Essentials* is open for students with an interest in socio-technical challenges who want to delve into the technical and governance aspects of cyberspace in general and

Geldig per 1 september 2021

cybersecurity in particular. Some courses require knowledge or understanding of mathematics, so students should have affinity with the latter at high school level. No prior knowledge of law, public administration and governance is required. Students are expected to have sufficient knowledge of English. In particular, the minor is accessible to study-abroad students and exchange students.

Students from a computer science related discipline cannot be admitted to the minor.

Number of participants

The minor has a minimum number of participants of 10 and a maximum capacity of 100 participants.

Authority

The minor is organized by the *Leiden Institute of Advance Computer Science* (LIACS) in collaboration with the *Institute of Security and Global Affairs* (ISGA) in The Haag. The minor is provided under the authority of the Board of Examiners of *the bachelor Computer Science* at LIACS.

Minor Data Science & Artificial Intelligence

De minor *Data Science & Artificial Intelligence* geeft een toegankelijke introductie tot de theorie en praktijk van datawetenschap en kunstmatige intelligentie. Studenten leren de basis van data-analyse en patroonherkenning in grote gegevensverzamelingen, hoe computers leren en ook het interpreteren en visualiseren van de gevonden informatie. De minor wordt in Leiden verzorgd door het *Leiden Institute of Advanced Computer Science* (LIACS) en wordt aangeboden onder de bevoegdheid van de Examencommissie Informatica.

Studielast

De studielast van het minor programma *Data Science & Artificial Intelligence* is ten minste 30 EC, verspreid in twee semesters.

Onderwijstaal

In principe wordt de minor in het Nederlands aangeboden. Een aantal vakken kan, afhankelijk van de docent, in het Engels gegeven worden.

Onderwijsprogramma

Het volledige minorprogramma bestaat uit een keuze van 5 uit de hieronder genoemde kernvakken voor een totaal van minstens 30 EC. De kernvakken bestaan uit een theoretisch en een praktisch gedeelte. Het is niet mogelijk om vakken van het programma te vervangen met andere vakken dan schakelvakken (als het nodig is, zie hieronder).

Kernvakken (keuze van 5 vakken)	Niveau	EC
Data Mining 4032DATM6Y	300	6
Databases 4031DABA6Y	200	6
Human Computer Interaction & Information Visualization 4032HCIIV	400	6
Natural Computing 4032NACO6Y	300	6
Machine Learning 4032KIMLR	300	6
Data Science 4032DASC6Y	300	6
Totaal 5 vakken		30

Gezien het onderwerp wordt van de studenten affiniteit met informatica verwacht. De studenten worden geacht om zich in korte tijd veel technieken uit de Informatica machtig te maken, en als zodanig kan de studielast als hoog worden ervaren. Hoewel het programma interessant is voor een breed spectrum van studenten zal niet iedereen direct voldoende 'hands-on' programmeervaardigheid hebben om de praktijkopdrachten te maken. Het is daarom mogelijk om een of twee van de vakken te vervangen door schakelvakken.

Schakelvakken	Niveau	EC
Introduction to Programming	100	6
Statistics for Computer Scientists	200	6

Studenten die geen programmeerervaring hebben dienen het vak *Introduction to Programming* te volgen in plaats van *Machine Learning*, *Data Science*, of *Databases*, dit na overleg met de minorcoördinator.

Geldig per 1 september 2021

Studenten die geen basisvak *Statistiek* in hun vooropleiding hebben, dienen het vak *Statistics for Computer Scientists* te volgen in plaats van *Natural Computing*, *Data Science*, of *Databases*, dit na overleg met de minorcoördinator.

Keuzepakket (15 EC)

Voor studenten die slechts 15 EC keuzeruimte in hun programma hebben, is er de mogelijkheid om te volgen: een 3 EC-variant van *Databases* zonder practicum, *Machine Learning* (6 EC) en *Data Science* (6 EC). Studenten die dit pakket kiezen dienen basis programmeerervaring te hebben en kennis van de basisprincipes van statistiek. Het keuzepakket kan alleen in het voorjaar gevolgd worden.

Toegang en toelating

De minor *Data Science & Artificial Intelligence* is toegankelijk voor bachelor studenten met interesse zowel in de methoden, processen en systemen om kennis uit data te onttrekken als in informatica. Om het exacte programma van de student vast te stellen op basis van ervaring en belangstelling is een intakebijeenkomst met de minorcoördinator verplicht. Van de student wordt voldoende kennis van het Nederlands en het Engels verwacht.

Studenten afkomstig uit een informatica gerelateerde discipline kunnen niet worden toegelaten.

Aantal deelnemers

De minor heeft een minimumaantal deelnemers van 5 en een maximale capaciteit van 35 deelnemers.

Minor Human Evolution

This multidisciplinary minor will provide students with up-to-date empirical and theoretical knowledge how and why modern humans became the way they are. Human evolution concerns the species *Homo sapiens*, its evolution from other hominin lineages and animal ancestors, and the various factors shaping this process. Not only is human evolution of great intrinsic interest, but it also has important implications for our understanding of human diversity, behaviour, health, disease and ageing. The minor is based on a wide-ranging and unique collaboration between experts from Biology, Archeology, the Leiden Academy of Vitality and Ageing, LUMC, Social Sciences and Humanities. Prominent subjects of these disciplines are integrated into one coherent course.

Starting with introducing the principles of evolution, it continues with examining how evolution shapes the morphology and behaviour of animals, in particular primates. It next addresses the reconstruction of the human lineage and what the paleontological and archeological evidence tells about the evolution of various hominids and about the origin of human traits like tool making or use of fire. Hereafter it turns to modern humans and how evolutionary knowledge may help to understand processes such as ageing and the susceptibility to various diseases. This leads to an exploration of the diversity in appearance and behaviour of modern humans and the evolution of, and variation in, a range of human traits, such as foraging strategies, mate preferences, culture, language and music. At the end of the minor the students will use the assembled knowledge to review a topic of their own choice.

During the minor students will become familiar with a variety of approaches and theories, as well as current debates in the field by a combination of lectures, reading and discussing primary literature, practical's and museum visits. They will be trained to critically evaluate different ideas and types of evidence.

Programme

	Level	EC
Origins of human anatomy, physiology and behaviour 4023OHAPBY	300	9
History of the human lineage 4023HSHL6Y	300	6
Health, aging and genetic diversity 4023HAGD4Y	300	4
Universals and variation in human behaviour 4023UVHB5Y	300	5
Review on topic of own choice 4023REVTPY	400	6

Courses can only be followed in order of description. It is not possible to join a course without having followed the previous one(s).

Language

The minor will be taught in English.

Accessibility

The minor is accessible to all students, although some basic biological knowledge will help. The first week is designed to clear deficiencies with an introduction into evolutionary biology and genetics. Students from Biology and Archeology have priority. With the exception of students from Biology or Archeology, students can be interviewed to evaluate their motivation.

Number of participants

The minor has a minimum number of participants of 20 and a maximum capacity of 50 participants.

Geldig per 1 september 2021

Authority

The minor is taught in Leiden and coordinated by the Institute of Biology Leiden (IBL).
The minor is provided under the authority of the Board of Examiners Biology.

Minor Modern Drug Discovery

How are new drugs developed? This question is central to the Minor, which covers the entire trajectory from disease to drug molecule and vice versa. The various research groups involved offer a complementary and interdisciplinary perspective by connecting the diverse subjects in drug development into a coherent Minor. The main goal is to provide insight into novel drugs and their targets within the body. Students learn how to design, synthesize, formulate, administer and test a drug molecule before it may serve as 'lead' molecule for a future drug. These may be small molecules but also therapeutic proteins or vaccines may be considered. Moreover, (novel) targets are studied intensely via 'omics' approaches and bio-analysis of drugs. Based on interdisciplinary examples students learn various ways to identify and/or produce new 'lead' molecules that may serve as a basis for the development of new drug therapies, both in theory as well as in practice.

Programme

	Level	EC
Introduction to Computational Thinking 4012ICOMTY	300	5
Synthetic Organic Chemistry 4012SOCH5Y	400	5
Modern Analytical Approaches to Drug Discovery 4012MAADDY	300	5
Drug Delivery Technology 4012DRDT5Y	300	5
Medicinal Chemistry 4012MEDCHY	300	5
Bioorganic Synthesis 4012BIOS5Y	300	5
Total		30

This minor consists of integrated courses and is meant to deepen the insight into drug discovery and development. The programme cannot be split into two parts of 15 EC; courses cannot be taken separately as an elective course, except Synthetic Organic Chemistry.

Language

When international students participate in the minor, the programme will be taught in English. When international lecturers or assistants are involved in teaching, their part(s) of the programme will be taught in English and students will be requested to give oral presentations and/or hand in reports or exams in English.

Accessibility

Admission criteria apply to this minor (see bijlage 2 of this Onderwijs- en Examenregeling). This minor is only accessible to students in Bio-Pharmaceutical Sciences, Life Science & Technology, Molecular Science & Technology and exchange students who comply with the admission criteria.

Number of participants

The minor has a minimum number of participants of 10 and a maximum capacity of 30 participants.

Authority

The minor is taught in Leiden by the Leiden Academic Centre for Drug Research (LACDR) and the Leiden Institute of Chemistry (LIC).

The minor is provided under the authority of the Board of Examiners Bio-Pharmaceutical Sciences.

Minor Molecular Biotechnology

Biotechnology uses and optimizes biological systems to develop or make products such as food, antibiotics, pharmaceuticals and antibodies, but also food additives and biofuels. Classical biotechnology includes processes such as beer brewing or the production antibiotics. In recent decades, developments in molecular breeding, pathway engineering using CRISPR/Cas9-based editing of genomes, or vaccine production have further increased the success and influence of biotechnology and biotechnological innovations continue to improve the lives of people worldwide.

This minor provides a comprehensive overview of the fascinating field of modern molecular biotechnology. The discovery and exploitation of breakthroughs in molecular biotechnology will be discussed and will include aspects of patenting and commercialization. The students will familiarize themselves with the biotechnology-oriented research that is carried out at Leiden University and Dutch biotech companies (e.g. located on the Leiden Bio Science Park). During the minor, students will bring their theoretical background into practice in a course aiming to tackle a biotechnology-oriented challenge and think about possibilities for commercialization. This minor provides a sound basis for students aiming for a future in biotechnology.

Programme

	Level	EC
Industrial Biotechnology	300	6
Plant Biotechnology	300	6
Medical Biotechnology	300	6
Biotechnology Science Projects and Entrepreneurship	400	12

Courses can only be followed in order of description. It is not possible to join a course without having followed the previous one(s).

Language

The minor will be taught in English.

Accessibility

The minor *Molecular Biotechnology* is a selection minor and only accessible to students with a solid background in molecular biology and genetics, e.g. students from Biology, Life Science and Technology, Molecular Science and Technology, Biomedical Sciences, Bio-Pharmaceutical Sciences and Nanobiology or similar. At the start of the selection procedure students must have passed all compulsory parts of their first-year programme and all compulsory parts of the first semester of their second-year programme. Selection of admission to the program will be based on motivation letters.

Number of participants

The minor has a minimum number of participants of 15 and a maximum capacity of 75 participants.

Authority

The minor is taught in Leiden by the Institute of Biology Leiden (IBL). The minor is provided under the authority of the Board of Examiners Biology.

Minor Quantitative Biology

Biology is developing rapidly from a mere descriptive science to a predictive science, like physics and chemistry. In this transition a quantitative approach is adopted in which mathematical and computational methods and techniques are integrated with experimental research. Accordingly, the life sciences are currently among the prominent fields of interest in applied mathematics.

The enormous amount of genetic data that has become available in the last couple of years has focused mainly on entire organisms or stadia of development, resulting in biologists being mainly acquainted with statistical analysis methods from bioinformatics. Improvement of microscopy techniques has enabled the tracking in time of biological mechanisms at great detail, both in space and time. One may think of the translocation of signaling proteins or metabolites within the cell (PINs, auxin, NF-k-B, Delta-Notch), motility of cells and the measurement of forces that these exert on their environment. For understanding of these data sets knowledge of dynamical mathematical modeling is required. The growing field of quantitative biology is operating precisely where biology, mathematics and computational science meet.

This interdisciplinary minor, offered in the Faculty of Science as a collaborative effort between Biology and Mathematics, introduces participants to these recent developments and provides them with the basic skills, knowledge and experience required for working in this field or for benefiting best from its approach to experimental life science research. Students will gain the skills to work in and contribute to multidisciplinary team research, starting from their own scientific background and strengths, combining dynamical mathematical modeling, simulation, and experimental research effectively in future research.

Programme

		Level	EC
QB1a	Elementary and practical biology and methods for non-biologists 4022MQB1AY	200	3 ²⁰
QB1b	Elementary and practical mathematics for non-mathematicians 4082MQB1BY	200	3 ²⁰
QB2	Physics and chemistry for biodynamic modelling 4022MQB02Y	300	6
QB3	Multiscale Mathematical Biology 4373MUBI6Y	400	6
QB4	Cases from research practice 4022MQB04Y	300	3
QB5	Innovative Research Ideas 4022MQB05Y	400	3
QB6	Interdisciplinary Research Training 4082MQB06Y	400	9

The programme has 30 EC in total. Participants may pursue 15 EC variants.

The following are possible:

Theoretical Variant: combination of QB1a/b, QB2 and QB3;

Explorative Variant: combination of QB1a/b, one of the two courses QB2 or QB3, and QB4 and QB5

Language

The minor will be taught in English.

²⁰ Students follow only one of the courses QB1a and QB1b, the one most fit in view of their educational background to give all participants a good starting position with respect to their knowledge of biology or mathematics.

Geldig per 1 september 2021

Accessibility

The minor is open to students with a keen interest in mathematical modeling and life science. Affinity with mathematics is desirable. Knowledge of mathematics at the level of vwo-eindexamen Wiskunde B is required. The course starts with lectures designed to clear deficiencies in mathematics and biology. In the admission procedure one aims at a good balance between students from life science and mathematically oriented studies. Students can be invited to an initial interview with the coordinator of the minor and may be asked to study selected parts of textbooks before the start of the minor.

Number of participants

The minor has a minimum number of participants of 4 and a maximum capacity of 23 participants following the 30 EC full programme.

Authority

The minor is taught in Leiden by the Mathematisch Instituut (MI).

The minor is provided under the authority of the Board of Examiners Mathematics.

Minor Science, Business, and Innovation

In the minor *Science, Business, and Innovation* students develop insights and skills in the field of management, innovation, and entrepreneurship. The curriculum is aimed at putting the teaching material into practice and is ideally suited for (science) students who are considering a career in business.

At the end of the minor students have attained the following learning outcomes:

- Basic knowledge of business concepts and theories with a focus on issues related to the development of commercial research-driven projects;
- Insight into career prospects at the interface of science and business;
- Basic skills in applying concepts and theories important in developing strategic, marketing, technology and operations management, and financial aspects of research-driven management and entrepreneurship.

Programme

The full program of the minor *Science, Business, and Innovation* consists of a Management and an Innovation & Entrepreneurship part, and it consists of seven full-time courses for a total of 30 EC. For students who have only 15 ECs of electives in their program, there is the option to take either the Management courses or the Innovation & Entrepreneurship courses. The minor can only be taken in the Fall semester.

Management	Level	EC
Strategy 4602SBBS4Y	300	4
Marketing 4602SBBM3Y	300	3
Foundations of Financial Management 4602SBBF4Y	300	4
Technology and Operations Management 4603SBBT4Y	300	4

Innovation & Entrepreneurship	Level	EC
Entrepreneurial Opportunities 4602SBBE5Y	300	5
Corporate Entrepreneurship 4602SBBC5Y	300	5
AI for Business 4602SBBA5	300	5

Language

The minor is taught in English.

Accessibility

The minor is open to bachelor students who are considering a career in business or who are interested in management and entrepreneurship in a "science-driven business". Students from "non-science" disciplines are also welcome.

Number of participants

The minor has a maximum capacity of 95 participants.

Authority

The minor is taught by the research group *Science Based Business* of the *Leiden Institute of Advanced Computer Science* (LIACS). The minor is provided under the authority of the Board of Examiners *Business Studies & Science Communication and Society*.

Minor Sustainable development

This interdisciplinary English-taught minor addresses sustainability challenges from a systems perspective, and investigates ways society can be sustained within planetary boundaries. This requires knowledge of societies, energy and material flows, climate change, land use and biodiversity, and the interlinkages between these. The minor provides skills and tools to design solutions to these challenges, including innovative and circular economy approaches. In the final course of the minor, students will apply their acquired skills and knowledge to current, real-life sustainability challenges in one of three area studies.

The program will be taught by CML, but will feature contributions from many others at Leiden University and from society at large.

Learning objectives

After completing the minor Sustainable Development, students will be able to:

- A. Describe the world as a complex system of cycles and processes, and explain how that affects sustainability challenges;
- B. Use theory, factual knowledge and a system's perspective to explain the drivers of sustainability challenges and how they interact with economy, culture and biodiversity;
- C. Analyse complex sustainability problems using various methodologies, and use the results to propose well-founded and creative ideas for solutions;
- D. Substantiate and defend statements and findings regarding sustainability challenges and proposed solutions to a broad audience, both verbally and in writing;
- E. Identify how the knowledge and skills of your major programme can contribute to managing and solving sustainability challenges;
- F. Recognise the value of the interdisciplinarity of the field of Sustainable Development by integrating different perspectives and sensitively interacting with people from different backgrounds.

Programme

	Level	EC
Sustainable Development: Big Issues New Answers 4602MDO19Y	300	15
Resilient Cities 4602DORC8Y	300	8
<i>Choice of one of the three options below*:</i>		
Area Study Sustainability Netherlands 4602DOA16Y	300	7
Area Study Sustainability Indonesia 4602DOAINY	300	7
Area Study Sustainability Philippines 4602DOASPY	300	10

* Please note that the locations of the overseas Area Studies Sustainability may change.

Geldig per 1 september 2021

Language

The minor will be taught in English.

Grading

The final grades are expressed by means of a figure between 1 and 10, rounded to the nearest half. The grade 5.5 cannot be granted. Grades between a 5.01 and 5.49 are rounded to 5.0 and grades between 5.50 and 5.99 are rounded to 6.0.

Accessibility

The minor Sustainable Development is designed for 3rd year bachelors students from all degree programmes with an interest in Sustainable Development.

The course *Big Issues New Answers* can also be chosen as an elective of 15 EC.

To take part in the course *Resilient Cities*, students must have followed the previous course *Big Issues New Answers*.

Prerequisite for minor students on any one of the *Area Study Sustainability* courses: the previous courses *Big Issues New Answers* and *Resilient Cities*.

Authority

The minor is provided under the authority of the Board of Examiners of the MSc Governance of Sustainability.

Vooropleidingseisen Minoren

Minor

Sustainable Chemistry and Biotechnology

The minor *Sustainable Chemistry and Biotechnology* is a selection minor and is only accessible to students with a solid background in chemistry. At the start of the selection procedure students must have passed a general chemistry course as part of the bachelor study, so only students doing a bachelor study in science that offers chemistry as core or supporting subject can participate in this minor.

HBO Bachelor students in Chemistry who have completed all courses of the first three years can participate.

Minor

Modern Drug Discovery

In order to be admitted to the minor Modern Drug Discovery, students must have successfully completed the courses Organic Chemistry 2, or equivalent, and two (bio)chemical practical courses of at least 3 ECTS each. Moreover, students must be able to show sufficient knowledge of biochemistry/-pharmacy; students may be invited for an interview with the minor coordinator. Students may be asked to study selected parts of textbooks prior to the start of the minor.

Furthermore, this minor is only accessible for students in Bio-Pharmaceutical Sciences, Life Science & Technology, Molecular Science & Technology and exchange students who meet the admission criteria.

Minor

Computational Approaches to Disease, Signaling and Drug Targets

The minor is mainly suitable for students in Bio-Pharmaceutical Sciences, Biology, Bioinformatics, Biomedical Sciences and Life Science & Technology. Students in Mathematics, Informatics and Molecular Science & Technology and with a strong interest in and basic knowledge of Biology are also welcome in Part 1 of the minor. For Part 1 of the minor *Computational approaches to Disease, Signaling and Drug Targets*, students may be invited for an interview with the minor coordinator. Students may be asked to study selected parts of textbooks prior to the start of the minor.

For Part 2 of the minor *Computational approaches to Disease, Signaling and Drug Targets*, students must have successfully completed the course Physiology of Absorption, Distribution, Metabolism and Excretion, the course Life Sciences, or equivalent. Furthermore, students must be able to show sufficient knowledge of genetics, cellular biochemistry and (bio)pharmacy; students may be invited for an interview with the minor coordinator. Students may be asked to study selected parts of textbooks prior to the start of the minor.

Geldig per 1 september 2021

Minor

Biodiversity

De minor is toegankelijk voor studenten met een interesse in biodiversiteit en beleid en bestuur met betrekking tot milieu. Studenten kan gevraagd worden bepaalde delen van tekstboeken te bestuderen. In dat geval kunnen studenten uitgenodigd worden voor een initiële toets of een interview met de coördinator van de minor.

Minor

Molecular Biotechnology

De minor Molecular Biotechnology is een selectieminder en toegankelijk voor studenten met een achtergrond in moleculaire biologie en genetica, zoals studenten Biologie, Bio-Farmaceutische Wetenschappen, Life Science and Technology, Molecular Science and Technology en Biomedische Wetenschappen. Studenten dienen bij aanvang van de selectieprocedure alle verplichte onderdelen van het eerstejaarsprogramma en alle verplichte onderdelen van het eerste semester van het tweedejaarsprogramma behaald te hebben.

Minor

Human Evolution

De minor is toegankelijk voor studenten met een sterke interesse in Human Evolution. De minor is in het bijzonder geschikt voor studenten Biologie, Life Science and Technology, Molecular Science and Technology, Bio-Farmaceutische Wetenschappen, Biomedische Wetenschappen, Geneeskunde en Archeologie. Overige geïnteresseerde studenten zijn ook welkom.

Overige FWN-minoren

Voor overige minoren die worden aangeboden door FWN gelden geen formele vooropleidingseisen.