

Geldig per 31 augustus 2020



Universiteit Leiden

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

geldig vanaf 31 augustus 2020

Bijlage 1 - Bacheloropleidingen

BSc opleiding Bio-Farmaceutische Wetenschappen	4
BSc opleiding Biologie	12
BSc opleiding Informatica	17
BSc opleiding Natuurkunde	25
BSc opleiding Sterrenkunde	32
BSc opleiding Wiskunde	40

Bijlage 2 - Minoren

Minor Biodiversity	48
Minor Computational Approaches to Disease, Signaling and Drug Targets	50
Minor Data Science	52
Minor Human Evolution	54
Minor Modern Drug Discovery	56
Minor Molecular Biotechnology	57
Minor Quantitative Biology	58
Minor Science Based Business	60
Minor Sustainable Development	62
Vooropleidingseisen Minoren	64

Bijlage 3

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

Geldig per 31 augustus 2020



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 hypothese en het	Toepassen kennis en inzicht	Voldoende theoretische en praktische vaardigheden op het gebied van geneesmiddelenonderzoek

	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		

Geldig per 31 augustus 2020

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
Academische Vorming 1	100	3
Bioanalyse van Geneesmiddelen	200	5
Biochemie 1	100	3
Biochemie 1 Practicum	100	3
Calculus	100	3
Celbiologie	100	3
Fysiologie	100	6
Histologie	100	2
Inleiding Bio-Farmaceutische Wetenschappen	100	2
Integratieopdracht PK/PD data: observeren, analyseren en interpreteren	200	3
Mentoraat	100	1
Moleculaire Genetica 1	100	3
Organische Chemie 1	200	5
Organische Chemie Practicum	100	3
Scheikunde	100	4
Statistiek 1	200	2
Fysiologie van ADME	200	4
Farmacokinetiek en Farmacodynamiek	200	5
Totaal		60

2^e jaar	niveau	EC
Academische Vorming 2	200	4
Anatomie	200	3
Cellulaire Biochemie	200	4
Practicum Cellulaire Biochemie	200	5
Farmacologie	300	5
Statistiek 2	300	2
Immunologie	200	3
Integratieopdracht in silico Geneesmiddelontwikkeling	300	3
Moleculaire Genetica 2	200	3
Organische Chemie 2	300	5
Pathologie	200	3
Toxicologie	300	4
Biofarmacie en -fysica	200	6

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

Geldig per 31 augustus 2020

Practicum Biofarmacie en -fysica	300	4
Ontwerp & Synthese	300	4
Practicum Ontwerp & Synthese	300	2
Totaal		60

3^e jaar	niveau	EC
Academische Vorming 3	300	1
Bachelor onderzoeksopdracht, inclusief thesis en mondelinge presentatie	400	16
Ontwikkelingstraject Moderne Geneesmiddelen	300	13
Vrije keuzeruimte	200-500	30
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 2011-2012 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 31 augustus 2020

Jaar 1							
periode	vak dat is vervallen	Aantal EC	studiegids-nummer	equivalent(e) nieuwe vak(ken)**	Aantal EC	studiegids-nummer	periode
2011-2012* t/m 2012-2013	Scheikunde voor BFW	2	4011SCBFWY	Statistiek 1	2	4011STAT1Y	2013-2014 t/m 2020-2021
	Scheikunde 1	4	4011SCHKTY	Scheikunde	4	4011SCHK4Y	
	ICT en veiligheid	1	4011INTPVY	Inleiding BFW (2 EC)	2	4011IBFW2Y	
Inleiding BFW (1 EC)	1	4011INBFWY					
2011-2012* t/m 2013-2014	Organische Chemie 1 (6 EC)	6	4051ORGCHY	Organische Chemie 1 (5 EC)	5	4011OCH15Y	2014-2015 t/m 2020-2021
	Casus effecten van geneesmiddelen	2	4011CEFGY	Academische Vorming 1	3	4011ACV13Y	
2011-2012* 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		
Jaar 2							
periode	vak dat is vervallen	Aantal EC	studiegids-nummer	equivalent(e) nieuwe vak(ken)**	Aantal EC	studiegids-nummer	periode
2011-2012* t/m 2012-2013	Farmacologie en Statistiek	8	4012FCST8Y	Statistiek 1 of Statistiek 2	2	4011STAT1Y of 4012STAT2Y	2013-2014 t/m 2020-2021
				Farmacologie (6 EC)	6	4012FRM06Y	2013-2014 t/m 2018-2019#
2011-2012* t/m 2013-2014	Organische Chemie 2 (6 EC)	6	4012ORGC2Y	Organische Chemie 2 (5 EC)	5	4012OCH25Y	2014-2015 t/m 2020-2021
				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#
2011-2012* 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 2020-2021
2014-2015	Academische Vorming 2 (3 EC)	3	4012ACAV2Y	Academische Vorming 2 (4 EC)	4	4012ACV24	2015-2016 t/m 2020-2021
2014-2015 t/m 2015-2016	Biochemie 2 practicum (2 EC)	2	4012BICP2Y	Biochemie 2 practicum (3 EC)	3	4012BICP3Y	2016-2017#
2011-2012* 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 2020-2021
2011-2012* 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 2020-2021
				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	
2011-2012* t/m 2018-2019	Thema Effecten van geneesmiddelen 3	5	4012TEG35Y of	Toxicologie	4	4012TOX04Y	
				Cellulaire Biochemie	4	4012CBICHY	
	Biochemie 2	3	4012DBIOCY	Cellulaire Biochemie	4	4012CBICHY	
				Thema Ontwerp & Synthese	8	4012TONSY of 4012TOS8DY	Ontwerp & Synthese
Practicum Ontwerp & Synthese	2	4012PROS2Y	Integratieopdracht <i>in silico</i> geneesmiddelontwikkeling	3	4012IISGOY		
Jaar 3							
periode	vak dat is vervallen	Aantal EC	studiegids-nummer	equivalent(e) nieuwe vak(ken)**	Aantal EC	studiegids-nummer	periode
v.a. 2011-2012* 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	
v.a. 2015-2016* t/m 2019-2020	Farmaco-epidemiologie	3	4012FEPIDY	Ontwikkelingstraject Moderne Geneesmiddelen	13	volgt in Studiegids	2020-2021

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. Het zelf samengestelde vakkenpakket dient minimaal 15 EC aan vakken op het gebied van Life Sciences te omvatten en de examencommissie zal 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 Deelneming aan een praktische oefening; (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 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 stafid 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 stafid van het LACDR of CHDR. De bachelor onderzoeksopdracht omvat de volgende onderdelen:

	niveau	EC
Literatuur onderzoek, onderzoeksplan, praktische implementatie en uitvoering	400	12
Schriftelijke rapportage (thesis)	400	3
Mondelinge presentatie	400	1

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 2020-2021 bepaald op minimaal 10 en maximaal 50 BFW-studenten.

4.2 Ingangseisen Afstudeerrichting BFW en Farmacie

In het academisch jaar 2020-2021 is de Afstudeerrichting BFW en Farmacie uitsluitend toegankelijk voor BFW-studenten die hun propedeuse examen met goed gevolg hebben afgelegd. Selectie tot deze afstudeerrichting in 2020-2021 geschiedt in eerste instantie op basis van de datum waarop het propedeuse diploma is behaald en, in het geval deze datum voor meerdere studenten gelijk is, in tweede instantie op basis van de volgorde van inschrijving in uSis. Inschrijven in uSis is mogelijk van 15 maart tot en met 25 maart 2020. De selectieprocedure voor de Afstudeerrichting BFW en Farmacie, waarvan de onderwijsonderdelen in academisch jaar 2020/2021 worden verzorgd, wordt in principe in maart 2020 afgerond.

In het academisch jaar 2021-2022 is de Afstudeerrichting BFW en Farmacie 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

Geldig per 31 augustus 2020

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.

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
Apotheekbereidingen en Analyse	300	11
Apotheker en Maatschappij	300	4
Farmaceutische technologie	300	5
Farmacie en Kwaliteit	300	4
Farmacotherapie	300	6
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 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.

Geldig per 31 augustus 2020

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

1e jaar (2020-2021) – 60 EC	Niveau	EC
Studieloopbaanoriëntatie 1	100	1
Semester 1		
Blok 1: Fundamenten van het Leven		
Basiswiskunde	100	1
Basispracticum 1	100	4
Chemie van het Leven	100	3
Introductie en Veiligheid	100	0
Moleculaire Genetica 1	100	5
Blok 2: De Cel		
Basispracticum 2	100	3
Celbiologie	100	3
Celfysiologie	200	3
Microbiologie	200	3
Project Microbiologie	100	1
Blok 3: Project popularisering van Wetenschap		
Populair Wetenschappelijk Schrijven	100	2
Boekproject	100	1
Semester 2		
Blok 4: Tree of Life		
Biodiversiteit Plant	Niveau 100	EC 7
Evolutiebiologie 1	100	2
Biodiversiteit Dier	100	4
Blok 5: Het organisme		
Biologie van het Organisme Plant	200	2
Biologie van het Organisme Dier	200	4
Blok 6: Het organisme en omgeving		
Ecologie	200	1
Gedragsbiologie 1	200	1
Milieubiologie 1	200	1
Excursies Flora & Fauna	100	2
Statistiek	200	4
Project Ecologie, Biodiversiteit en Gedrag	200	2
2e jaar (2020-2021) – 60 EC		
Verplichte onderdelen		
Bio-ethiek	Niveau 200	EC 4
Evolutiebiologie 2	300	7
Microbiële Evolutie en Ecologie	200	3
Moleculaire Biologie	200	3
On being a Scientist	200	3
Ontwikkelingsbiologie Dier en Plant	200	6
Studieloopbaanoriëntatie 2	200	2
Systeembioologie	300	3

Geldig per 31 augustus 2020

Keuzeonderdelen	Niveau	EC
Biochemie	200	6
Biodiversiteit	200	5
Celbiologie en Kanker	300	3
Populatie en Community Ecologie	300	6
Ecosysteem Ecologie	300	3
Gedragsbiologie 2	300	6
Immunobiologie	300	3
Microscopie en Imaging	300	6
Milieubiologie 2	200	3
Moleculaire Genetica 2	300	6
Moleculaire Microbiologie	300	5
Veldonderzoek Ecologie	300	6
Veldonderzoek Gedragsbiologie	300	5
Veldonderzoek Flora	300	6
Veldonderzoek Milieubiologie	300	6

Overgangsregeling

Studenten die het vak Bio-ethiek al eerder hebben behaald voor 3 EC en het vak Moleculaire Biologie al eerder hebben behaald voor 4 EC voldoen hiermee ook aan de exameneisen.

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

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

	Niveau	EC
Keuzeruimte	200-400	30
General Research Skills	400	5
Studieloopbaanoriëntatie 3	300	1
Bachelor Research Project	400	24

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 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>
Veldonderzoek Gedragsbiologie	Gedragsbiologie

Geldig per 31 augustus 2020

Veldonderzoek Milieubiologie	Minimaal één van de cursussen Milieubiologie 2 of Populatie en Gemeenschap 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 toegangseisen 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 bekwamen 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

Geldig per 31 augustus 2020

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	200	6	6
Databases	200	6	6
Fundamentals of Digital Systems Design	100	6	6

Geldig per 31 augustus 2020

Introduction to Logic	100	6	6
Programmeermethoden	100	6	6
Foundations of Computer Science	100	6	
Continue Wiskunde 1	100	3	
Continue Wiskunde 2	200	3	
Linear Algebra for Computer Scientists 1	100	3	
Linear Algebra for Computer Scientists 2	200	3	
Oriëntatie Informatica	100	3	
Studying and Presenting	100	3	
Programming Techniques	200	6	6
Algebra 1	200		6
Caleidoscoop	100		6
Inleiding Kansrekening	200		6
Wiskundige Structuren	100		6
Lineaire Algebra 1	100		6
Analyse 1	100		6
Analyse 2	200		6
Totaal		60	78

2^e jaar	Niveau	I	I+W
Concepts of Programming Languages	200	6	
Computerarchitectuur	200	6	
Computability	300	3	
Operating Systemen	300	6	
Statistics for Computer Scientists	200	6	
Research Methods in Computer Science ²	200	3	3*
Security	200	6	6
Kunstmatige Intelligentie	300	6	6
Datastructuren	200	6	6
Automata Theory	200	6	6
Complexity	200	6	6
Complexe functietheorie	300		6
Gewone differentiaalvergelijkingen	200		6
Inleiding Maattheorie	300		3
Inleiding Mathematische Statistiek	200		6
Lineaire Algebra 2	200		6
Seminarium presenteren en communiceren ²	200		3*
Combinatoriek & Optimalisering	200		6
Topologie	200		6
<i>Keuze uit een van de volgende vakken:</i>			6
• Operating Systemen – 6 EC	300		
• Computerarchitectuur – 6 EC	200		
<i>Keuzeruimte Wiskunde (zie Studiegids)</i>	200-400		6
Totaal		60	84

3^e jaar	Niveau	I	I+W
On being a Scientist	200	3	
Software Engineering	300	6	6

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

Geldig per 31 augustus 2020

Data Mining	300	6	6
Keuze uit een van de volgende vakken			6
• Computer Graphics – 6 EC	300		
• Data Mining – 6 EC	300		
• Theory of Concurrency – 6 EC	300		
Vrije keuzeruimte (zie hieronder)		30	
Bachelorproject ³	400	15	24
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 ⁴			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	I
Compiler construction	300	6
Computer Graphics	300	6
Computer Networks	300	6
Data Mining	300	6
Data Protection ⁵	300	6
Data Science	300	6
Human Computer Interaction & Information Visualization	400	6
Internet Governance ⁴	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.

2.1.2 Bachelorproject voor dubbelstudie I+W

Het onderzoek vindt plaats onder verantwoordelijkheid van de opleidingen *Informatica* en *Wiskunde*. Het onderzoek wordt begeleid door twee docenten, uit iedere discipline een. De mogelijkheid bestaat om twee aparte onderzoeken te doen, voor een totaal van 33 EC.

³ Zie Sectie 3.1 *Verplichte volgorde*.

⁴ Zie Studiegids.

⁵ Dit vak wordt in het campus Den Haag gegeven, bij het *Institute of Security and Global Affairs*.

Geldig per 31 augustus 2020

2.1.3 Naamsverandering vakken afstudeerrichting informatica (inclusief I+W)

Met ingang van september 2020 zijn de volgende vakken van naam veranderd: Foundations of Computer Science (was Fundamentele Informatica 1), Automata Theory (was Fundamentele Informatica 2), Computability (was Fundamentele Informatica 3), Complexity (was Complexiteit), Compiler Construction (was compilerconstructie), Inleiding Mathematische Statistiek (was Inleiding Statistiek). Eerder voltooide vakken worden beschouwd als gelijkwaardig aan degene waarvoor de naam is gewijzigd in september 2020.

2.2 Afstudeerrichting Informatica & Economie

1 ^e jaar	Niveau	EC
Algorithms and Data Structures	200	6
Continue Wiskunde 1	100	3
Foundations of Computer Science	100	6
Databases	200	6
Introduction to Programming	100	6
Linear Algebra for Computer Scientists 1	100	3
Oriëntatie Informatica & Economie	100	3
Studying and Presenting	100	3
<i>De volgende vakken worden aan de Erasmus Universiteit Rotterdam gevolgd:</i>		
Marketing		4
Inleiding Gedragseconomie		4
Micro-economie		8
Organisatie en Strategie		8
Totaal		60

2 ^e jaar	Niveau	EC
Introduction to Logic	100	6
Fundamentals of Computer Systems ⁵	200	6
Integration: Business-IT-Alignment	200	4
Kunstmatige Intelligentie ⁶	300	6
On being a Scientist	200	3
Software Development ⁵	200	6
Requirements Engineering	300	6
Research Methods in Computer Science	200	3
Statistics for Computer Scientists	200	6
Introduction to Cyber Security ⁶	200	6
<i>Het volgende vak wordt aan de Erasmus Universiteit Rotterdam gevolgd:</i>		
Inleiding Accounting		8
Totaal		60

3 ^e jaar	Niveau	EC
Data Mining	300	6
Integration: Project Management	200	4

⁶ De drie vakken *Fundamentals of Computer Systems*, *Software Development* en *Kunstmatige Intelligentie* vervangen de drie vakken *Fundamentals of Digital Systems Design*, *Programming Techniques* en *Data Structures (of Datasstructuren)*. Studenten die vóór 1 september 2020 een of meer van deze oude vakken al hebben behaald hoeven de respectievelijke nieuwe vakken niet te volgen. Anderzijds, studenten die vóór 1 september 2020 een of meer van deze oude vakken nog niet hebben voltooid, mogen de oude vakken vervangen door de respectievelijke nieuwe vakken.

Geldig per 31 augustus 2020

Introduction to Cyber Security ⁷	300	6
(Seminar Business Information Systems ⁶)	300	6)
Software Engineering	300	6
Data Science and Process Modeling	300	7
Bachelorproject ³	400	15
<i>De volgende vakken worden aan de Erasmus Universiteit Rotterdam gevolgd:</i>		
Finance		8
Macro-economie		8
Totaal		60

2.2.1 Naamsverandering vakken afstudeerrichting Informatica & Economie

Met ingang van september 2020 is het volgende vak van naam veranderd: *Algorithms and Data Structures* (was *Algorithmics*), *Introduction to Cyber Security* (was *Security*). Eerder voltooide vakken worden beschouwd als gelijkwaardig aan degene waarvoor de naam is gewijzigd in september 2020.

2.3 Afstudeerrichting Bioinformatica

1 ^e jaar	Niveau	EC
Algorithms and Data Structures	200	6
Biochemie	200	6
Celbiologie	200	3
Celfysiologie	200	3
Chemie van het leven voor Bioinformatica	100	3
Databases	200	6
Foundations of Computer Science	100	6
Introduction to Logic	100	6
Introduction to Programming	100	6
Microbiologie	200	3
Moleculaire Genetica 1	100	6
Orientation Bioinformatics	100	3
Studying and Presenting	100	3
Totaal		60

2 ^e jaar	Niveau	EC
Continue Wiskunde 1	100	3
Continue Wiskunde 2	200	3
Fundamentals of Computer Systems ⁵	200	6
Kunstmatige Intelligentie ⁵	300	6
Integration: Biological Data Sharing ⁸	300	3

⁷ Het vak *Introduction to Cyber Security* vervangt het vak *Security* (was 3^e jaar) en is gewisseld van studiejaar met de vak *Seminar Business Information Systems* (was 2^e jaar) vanaf september 2020. Studenten die *Seminar Business Information Systems* al hebben voltooid in hun 2^e jaar in 2019-2020 hoeven dit vak niet te volgen. Voor 2020-2021 dient het vak *Introduction to Cyber Security* gevolgd te worden door alle 2^e en 3^e jaars studenten. Studenten die *Security* al hebben voltooid voor september 2020 hoeven het vak *Introduction to Cyber Security* niet te volgen.

⁸ De vakken *Integration: Biological Data Sharing* (was 3^e jaar) en *Bio-ethics* (was 2^e jaar) zijn vanaf september 2020 van studiejaar gewisseld. Studenten die *Bio-ethics* hebben al behaald in hun 2^e jaar in 2019-2020 hoeven dit vak niet te volgen. Voor 2020-2021 dient het vak *Integration: Biological Data Sharing* gevolgd te worden door alle 2^e en 3^e jaar studenten.

Geldig per 31 augustus 2020

Integration: Sequence Analysis	200	3
Integration: Technology Trends	200	3
Linear Algebra for Computer Scientists 1	100	3
Linear Algebra for Computer Scientists 2	200	3
Moleculaire Biologie	200	6
Moleculaire Genetica 2	200	3
Moleculaire Microbiologie	200	3
Software Development ⁴	200	6
Research Methods in Computer Science	200	3
Statistics for Computer Scientists	200	6
Totaal		60

3 ^e jaar	Niveau	EC
Data Mining	300	6
Data Science	300	6
Software Engineering	300	6
Integration: Biological Data Sharing ⁷	200	3
(<i>Bio-Ethics</i>)	200	3)
Integration: Biomedical Security	300	3
Natural Computing	300	6
On being a Scientist	200	3
<i>Eén van de twee volgende specialisaties:</i>		
• <i>Informatica-specialisatie</i> – 12 EC		
Human Computer Interaction & Information Visualization	400	6*
Computer Graphics	300	6*
• <i>Biologie-specialisatie</i> – 12 EC		
Molecular Design	400	12*
Bachelorproject ³	400	15
Totaal		60

2.3.1 Naamsverandering vakken afstudeerrichting Bioinformatica

Met ingang van september 2020 zijn de volgende vakken van naam veranderd: *Algorithms and Data Structures* (was *Algorithmics*), en *Bio-ethics* (was *Bio-ethiek*). Eerder voltooide vakken worden beschouwd als gelijkwaardig aan degene waarvoor de naam is gewijzigd in september 2020.

2.3 Afstudeerrichting Kunstmatige Intelligentie

1 ^e jaar	Niveau	EC
Algoritmie	200	6
Continue Wiskunde 1	100	3
Continue Wiskunde 2	200	3
Databases	200	6
Fundamentals of Computer Systems ⁹	200	6
Foundations of Computer Science	100	6
Introduction to Cognitive Science	200	6
Introduction to Logic	100	6
Programmeermethoden	100	6

⁹ Het vak *Fundamentals of Computer Systems* vervangt het vak *Fundamentals of Digital Systems Design*. Studenten die *Fundamentals of Digital Systems Design* al hebben voltooid voor 1 september 2020 hoeven het vak *Fundamentals of Computer Systems* niet te volgen.

Geldig per 31 augustus 2020

Linear Algebra for Computer Scientists 1	100	3
Linear Algebra for Computer Scientists 2	200	3
Studying and Presenting	100	3
Orientation AI	100	3
Totaal		60

2^e jaar	Niveau	EC
Automata Theory	200	6
Cognitive Neuroscience	200	6
Cognitive Robotics	200	6
Introduction to Behavioural Data Science	200	6
Continue Wiskunde 2 ¹⁰	200	3
Human-Robot Interaction	200	3
Machine Learning	200	6
Software Development	200	6
Statistics for Computer Scientists	200	6
Introduction to Cyber Security	200	6
Symbolic AI	200	6
Totaal		60

2.3.1 Naamsverandering vakken afstudeerrichting Kunstmatige Intelligentie

Met ingang van september 2020 zijn de volgende vakken van naam veranderd: *Orientation AI* (was *Philosophy of AI* van 4 EC), en *Introduction to Cognitive Science* (was *Cognitive Psychology* van 5 EC). Studenten die beide oude vakken hebben niet voltooid voor 1 september 2020 dienen de nieuwe vakken te behalen. Studenten die voor 1 september 2020 hebben *Cognitive Psychology* behaald maar niet *Philosophy of AI* dienen de vak *Orientation AI* te voltooien met een extra opdracht ter waarde van een extra 1 EC. Studenten die voor 1 september 2020 hebben *Philosophy of AI* voltooid maar niet *Cognitive Psychology* dienen de vak *Introduction to Cognitive Science* te . Studenten die beide vakken *Philosophy of AI* en *Cognitive Psychology* hebben behaald voor 1 september 2020 hoeven *Orientation AI* en *Introduction to Cognitive Science* niet te volgen.

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.

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

¹⁰ Studenten die in hun eerste studiejaar het vak *Oriëntatie Informatica* voor september 2020 hebben behaald, dienen in hun tweede jaar het vak *Continue Wiskunde 2* te volgen.

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 31 augustus 2020

- 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 leerdoelen van de Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen zijn als volgt verbonden met de leerdoelen van onze opleiding:

Leerdoelen van Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen	Leerdoelen 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: 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 ¹¹	100	6	6	6
Analyse 2 NA of Analyse 2 ¹	200	6	6	6
Diffusie	100	3	3	3
Elektrische en magnetische velden	100	5	5	5
Experimentele Natuurkunde deel I	200	3	3	3
Experimentele Natuurkunde deel II	200	3	3	3
Inleiding astrofysica	100	4	4	-
Introductie moderne natuurkunde	100	6	6	6
Klassieke mechanica a	100	5	5	5
Lineaire algebra 1NA of Lineaire algebra 1 ¹	100	6	6	6
Optica	100	5	5	5
Presenteren en communiceren	100	1	1	1
Programmeermethoden NA	100	4	4	-
Programmeermethoden	100	-	-	6

¹¹ 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 31 augustus 2020

Keuzevakken	100 of hoger	3	3	3 of 4
• <i>Inleiding astrofysica</i>	100	-	-	4
• <i>Fysica van leven (van DNA tot proteïnen)</i>	100	3	3	3
• <i>Fysica van moderne technologie</i>	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	82-83

2^e jaar	Niveau	N	N+S	N+W
Analyse 3 NA	200	6	6	
Classical Electrodynamics	200	4	4	4
Classical Mechanics b	200	3	3	3
Introduction to Solid State Physics	300	3	3	3
Lineaire Algebra 2NA of Lineaire Algebra 2 ¹²	200	6	6	6
Modern Astronomical & Physics Research	200	1	1	1
Modern Physics Research	200	1	1	1
Quantum Mechanics 1	200	6	6	6
Quantum Mechanics 2	300	5	5	5
Physics Experiments 1	200	3	3	3
Physics Experiments 2	300	5	5	5
Physics Experiments 3	300	2	2	2
Statistical Physics 1	200	6	6	6
<i>Keuzevakken (zie toelichting keuzevakken)</i>	200 of hoger	9	3	
Astronomical Observing Techniques	300		5	
Astronomy Lab and Observing Project	200		5	
Galaxies & Cosmology	300		5	
Modern Astronomical Research	200		1	
Stars	300		5	
Statistics and Data Analysis	300		2	
Seminarium presenteren en communiceren	200			3
Complexe Functietheorie	300			6
Gewone Differentiaalvergelijkingen	200			6
Inleiding Mathematische Statistiek	200			6
Inleiding Maattheorie	300			3
Topologie	200			6
<i>Keuzeruimte Wiskunde (zie e-studiegids)</i>	200/400			6
TOTAAL		60	77	81

¹² In de dubbelstudie 'Natuurkunde en Wiskunde' mag alleen Lineaire algebra 2 gekozen worden, en niet de NA variant.

Geldig per 31 augustus 2020

3^e jaar	Niveau	N	N+S	N+W
Research Skills & Scientific Integrity	200	3	3	3
Bachelor project (Research)	400	20	20	24 ¹³
Bachelor project (Thesis)	400	3	3	
Bachelor project (Presentation)	400	1	1	
Radiative Processes	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 pakket van keuzevakken, waarvan minimaal 3 (= 18 EC) uit de onderstaande tabel en de overige vrij te kiezen maar wel van voldoende niveau (NB deze mogelijkheid bestaat enkel voor solo Natuurkunde studenten).
- In het tweede semester is er ruimte voor 3 EC keuzevakken.

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.

¹³ 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.

Tabel Keuzevakken	Niveau	N	N+S	N+W
Astrobiology (2021-2022)	200		3	
Astro-Particle Physics	300	6	6	6
Astronomical Relativity	300	6	6	6
Building Blocks of Matter	300	6	6	6
Combinatoriek & Optimalisering	200			6
Data Mining	300	6	6	6
Econophysics	300	6	6	6
Experimental Projects	300	6	6	6
Keerpunten in de geschiedenis der natuurwetenschappen	200	6	6	6
Machine Learning	300	6	6	6
Magnetic Resonance Phenomena	300	6	6	6
Mathematical Methods of Physics	300	6	6	6
Molecular Biology for Physicists	200	3	3	3
Numerieke Wiskunde	200	6	6	6
Oriëntatie op Onderwijs (ICLON)	300	6	6	6
Physics of Energy	200	3	3	3
Physics of Life (from Motors to Nerve Pulses)	300	6	6	6
Radiative Processes (verplicht bij N+S)	300	6		6
Relativistic Electrodynamics	300	3	3	3
Statistical Physics 2	300	6	6	6
Statistics AN 1	300	3	3	3
Statistics AN 2	300	3	3	3
The Electronic Structure of Solids	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. Bij deze overgangsregeling maken we onderscheid tussen verplichte vakken en keuzevakken:

Een tentamen in dit oude vak	vervangt de verplichting voor dit vak
Experimentele Natuurkunde (6 EC)	Experimentele Natuurkunde I (3 EC) & Experimentele Natuurkunde II (3 EC)
LabVIEW (2 EC)	Physics Experiments 1 (3 EC)
Signal Processing and Noise (6 EC)	Physics Experiments 2 + 3 (5 EC + 2 EC)
Physics Experiments	Experimental Projects (6 EC)
Modern Astronomical Research and Communication	Modern Astronomical & Physics Research (1 EC) & Modern Astronomical Research (1 EC)
Modern Physics Research (2 EC)	Modern Physics & Astronomical Research (1 EC) & Modern Physics Research (1 EC)
On Being A Scientist (3 EC)	Research Skills & Scientific Integrity (3 EC)
Analyse 3	Gewone Differentiaalvergelijkingen
Analyse 4	Complexe Functietheorie
Inleiding Statistiek	Inleiding Mathematische Statistiek

Geldig per 31 augustus 2020

Voor studenten die in 2017-2018 zijn gestart en Statistics AN behaald hebben, vervalt de verplichting van het vak Radiative Processes. Indien de student het vak Statistics AN niet behaald heeft, dan zijn Radiative Processes en Statistics & Data Analysis verplicht; waarbij in de keuzeruimte 3 EC minder behaald hoeft te worden. Uitzonderingen gaan in overleg met de studieadviseur(s).

Het oude keuzevak	vervangt het nieuwe keuzevak
Semiconductors and Electron Bands (6 EC)	The Electronic Structure of Solids (6 EC)
Atomic and Molecular Physics (6 EC)	Building Blocks of Matter (6 EC)
Introduction to General Relativity and Astronomical Applications (6 EC)	Astronomical Relativity (6 EC)
Physics of Elementary Particles (6 EC)	Astro-Particle Physics (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 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 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 tentamens 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 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 31 augustus 2020

- 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.

Leerdoelen van Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen	Leerdoelen 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; FA2. Inzicht in de positie van verschillende deelgebieden binnen het geheel van de discipline en hun relatie tot aanpalende wetenschapsgebieden;	A1 en A2
B. Toepassen van kennis en inzicht / Applying knowledge and understanding	
Een afgestudeerde heeft:	B1, B2, B3, B4, B5, en B6

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;	
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 afstudeerde: 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 ¹⁴	100	6	6	6 ¹
Analyse 2NA of Analyse 2 ¹⁴	200	6	6	6 ¹
Elektrische en magnetische velden	100	5	5	5
Experimentele natuurkunde I	200	3	3	3
Experimentele natuurkunde II	200		3	3
Inleiding astrofysica	100	4	4	4
Introductie moderne natuurkunde	100	6	6	6
Klassieke mechanica a	100	5	5	5
Lineaire algebra 1NA of Lineaire algebra 1 ¹	100	6	6	6
Optica	100	5	5	5
Planetenstelsels	100	3	3	3
Praktische Sterrenkunde	100	6	6	6
Presenteren en Communiceren	100	1	1	1
Programmeermethoden NA	100	4	4	
Programmeermethoden	100			6

¹⁴ In de dubbelstudie Sterrenkunde+Wiskunde mogen alleen de vakken Analyse 1, Analyse 2 en Lineaire Algebra 1 gekozen worden.

Geldig per 31 augustus 2020

Diffusie	100	3		
<i>Keuze uit:</i>		3		
<i>-Fysica van leven (van DNA tot proteïnen): 3 EC</i>	100			
<i>-Fysica van moderne technologie: 3 EC</i>	100			
Algebra 1	200		6	
Caleidoscoop	100		6	
Inleiding Kansrekening	200		6	
Wiskundige Structuren	100		6	
TOTAAL		60	69	86

2^e jaar	Niveau	S	S+N	S+W
Analyse 3NA	200	6	6	
Astronomical Observing Techniques	300	5	5	5
Astronomy Lab and Observing Project ¹⁵	200	5	5	5
Classical Electrodynamics	200	4	4	4
Classical Mechanics b	200	3	3	3
Galaxies and Cosmology	300	5	5	5
Lineaire algebra 2NA of Lineaire algebra 2 ¹⁶	200	6	6	6
Modern Astronomical Research	200	1	1	1
Modern Astronomical and Physics Research	200	1	1	1
Modern Physics Research	200		1	
Quantum Mechanics 1	200	6	6	6
Quantum Mechanics 2	300	5	5	5
Statistical Physics 1	200	6	6	6
Stars	300	5	5	5
Statistics and Data Analysis	200	2	2	2
Introduction to Solid State Physics	300		3	
Physics Experiments 1	200		3	
Physics Experiments 2	300		5	
Physics Experiments 3	300		2	
<i>Keuzeruimte Sterrenkunde/Natuurkunde</i>	200 of hoger		3	
Complexe Functietheorie	300			6
Gewone Differentiaalvergelijkingen	200			6
Inleiding Mathematische Statistiek	200			6
Inleiding Maattheorie	300			3
Seminarium presenteren en communiceren	200			3
Topologie	200			6
<i>Keuzeruimte Wiskunde (zie e-studiegids)</i>	200/400			6
TOTAAL		60	77	90

¹⁶ In de dubbele studie Sterrenkunde+Wiskunde mag alleen het vak Lineaire Algebra 2 gekozen worden.

3^e jaar	Niveau	S	S+N	S+W
Kernpakket of Minor		30	30	15
Research Skills & Scientific Integrity	200	2	3	2
Radiative Processes	300	6	6	6
Bachelor Project (Research) ¹⁷	400	18	20	24
Bachelor Project (Thesis)	400	3	3	
Bachelor Project (Presentation)	400	1	1	
Keuzeruimte Sterrenkunde/Natuurkunde	200 of hoger		3	
Keuzeruimte Wiskunde (zie e-studiegids)	200/400			30
TOTAAL		60	66 ¹⁸	77 ⁶

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:

- 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:
 4. Een 30 EC pakket van keuzevakken te kiezen uit de onderstaande tabel of
 5. Een 30 EC minorprogramma zoals beschreven in de artikelen 3.2.2 tot en met 3.2.6 van deze Onderwijs- en Examenregeling.
 6. 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).

¹⁷ 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.

¹⁸ Het totaal aantal EC van een dubbel programma kan anders uitvallen dan het getal in de tabel door overlap van keuzevakken.

Geldig per 31 augustus 2020

- 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
Algoritmie	200	6		6
Astrobiology	200	3	3	
Astronomical Relativity	300	6	6	6
Astro-Particle Physics	300	6	6	6
Building Blocks of Matter	300	6	6	6
Computer Graphics	300	6		6
Combinatoriek en Optimalisering	200			6
Data Mining	300	6	6	6
Databases	200	6		6
Econophysics	300		6	
Experimental Projects	300		6	
Fysica van Moderne Technologie	100			3
Inleiding kansrekening	200	6		
Introduction to Solid State Physics	300	3		3
Keerpunten in de geschiedenis der natuurwetenschappen	200	6	6	6
Machine Learning	300	6	6	6
Magnetic Resonance Phenomena	300		6	
Mathematical Methods of Physics	300	6	6	6
Molecular Biology for Physicists	200	3	3	3
MSc vak(ken) Astronomy	400	3 – 6		
Numerieke Wiskunde	200	6	6	6
Oriëntatie op Onderwijs (ICLON)	300	6	6	6
Physics Experiments 1	200	3		
Physics Experiments 2	300	5		
Physics of Energy	200		3	
Physics of Life (from Motors to Nerve Pulses)	300		6	
Relativistic Electrodynamics	300	3	3	3
Statistics AN 1	200	3	3	
Statistics AN 2	200	3	3	
Statistical Physics 2	300	6	6	6
The Electronic Structure of Solids	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. Deze overgangsregeling geldt voor de volgende verplichte en keuzevakken:

Sterrenkunde inclusief alle dubbelstudies – Verplichte vakken	
Een tentamen in dit oude vak	vervangt de verplichting voor dit vak
Experimentele Natuurkunde	Experimentele Natuurkunde I & Experimentele Natuurkunde II
LabVIEW	Physics Experiments 1
Signal Processing and Noise	Physics Experiments 2 + 3
Physics Experiments	Experimental Projects
Modern Astronomical Research & Communication	Modern Astronomical & Physics Research en Modern Astronomical Research en Statistics & Data Analyses, of een aanvullend vak in overleg met de studieadviseur.
Modern Physics Research	Modern Astronomical & Physics Research en Modern Physics Research
On Being a Scientist	Research Skills & Scientific Integrity 3 EC of de 2 EC-variant met een aanvullend keuzevak in overleg met de studieadviseur
Inleiding Statistiek	Inleiding Mathematische Statistiek
Analyse 3	Gewone Differentiaalvergelijkingen
Analyse 4	Complexe Functietheorie

Sterrenkunde inclusief alle dubbelstudies – Keuzevakken	
Een tentamen in dit oude vak	vervangt de verplichting voor dit vak
Semiconductors and Electron Bands	The Electronic Structure of Solids
Numerieke Methoden 1	Numerieke Wiskunde
Introduction to General Relativity and Astronomical Applications	Astronomical Relativity
Physics of Elementary Particles	Astro-Particle Physics
Atomic and Molecular Physics (6 EC)	Building Blocks of Matter (6 EC)

Voor studenten die in 2017-2018 zijn gestart en Statistics AN behaald hebben, vervalt de verplichting van het vak Radiative Processes. Indien de student het vak Statistics AN niet behaald heeft, dan zijn Radiative Processes en Statistics & Data Analyses verplicht; waarbij in de keuzeruimte 3 EC minder behaald hoeft te worden. Uitzonderingen gaan in overleg met de studieadviseur(s).

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

Geldig per 31 augustus 2020

<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 vervolgopleiding, of voor toetreding tot de arbeidsmarkt.

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

	Niveau	W	W+N	W+S	W+I
1^e jaar					
Algebra 1	200	6	6	6	6
Analyse 1	100	6	6	6	6
Analyse 2	200	6	6	6	6
Caleidoscoop	100	6	6	6	6
Inleiding kansrekening	200	6	6	6	6
Lineaire algebra 1	100	6	6	6	6

Geldig per 31 augustus 2020

Wiskundige structuren	100	6	6	6	6
Programmeermethoden	100	6	6	6	6
Combinatoriek en Optimalisering	200	6			
Vrij keuzevak	100	6			
Diffusie	100		3		
Elektrische en magnetische velden	100		5	5	
Experimentele natuurkunde deel 1	200		3	3	
Experimentele natuurkunde deel 2	200		3		
Introductie Moderne Natuurkunde	100		6	6	
Klassieke Mechanica a	100		5	5	
Optica	100		5	5	
Presenteren en Communiceren	100		1	1	
<i>Keuze uit:</i>			3 of 4		
<i>Inleiding Astrofysica – 4 EC</i>	100				
<i>Fysica van leven (van DNA tot proteïnen) – 3 EC</i>	100				
<i>Fysica van moderne technologie – 3 EC</i>	100				
Inleiding Astrofysica	100			4	
Planetenstelsels	100			3	
Praktische Sterrenkunde	100			6	
Algoritmiëk	200				6
Databases	200				6
Fundamentals of Digital Systems Design	100				6
Introduction to Logic	100				6
Programmeertechnieken	200				6
TOTAAL		60	82 of 83	86	78

2^e jaar

	Niveau	W	W+N	W+S	W+I
Modelleren	200	6			
Numerieke Wiskunde	200	6			
Complexe functietheorie	300	6	6	6	6

Geldig per 31 augustus 2020

Gewone differentiaalvergelijkingen	200	6	6	6	6
Inleiding Mathematische Statistiek	200	6	6	6	6
Topologie	200	6	6	6	6
Seminarium presenteren en communiceren	200	3	3	3	3
Inleiding Maattheorie	300	3	3	3	3
Lineaire Algebra 2	200	6	6	6	6
Combinatoriek en Optimalisering	200				6
<i>Keuzeruimte Wiskunde (zie Studiegids) of Combinatoriek en Optimalisering voor W+N, W+S</i>	200-400	12	6	6	6
Classical Electrodynamics	200		4	4	
Classical Mechanics b	200		3	3	
Modern Astronomical & Physics Research	200		1	1	
Quantum Mechanics 1	200		6	6	
Quantum Mechanics 2	300		5	5	
Statistical Physics 1	200		6	6	
Introduction to Solid State Physics	300		3		
Modern Physics Research	200		1		
Physics Experiments 1	200		3		
Physics Experiments 2	300		5		
Physics Experiments 3	300		2		
Astronomical Observing Techniques	300			5	
Astronomy Lab and Observing Project	200			5	
Galaxies and Cosmology	300			5	
Modern Astronomical Research	200			1	
Stars	300			5	
Statistics and Data Analysis	200			2	
Complexity	200				6
Datastructuren	200				6
Automata Theory	200				6
Kunstmatige Intelligentie	300				6
Security	200				6
<i>Keuze uit:</i>					6

Geldig per 31 augustus 2020

	<i>Operating Systemen – 6 EC</i>	200				
	<i>Computerarchitectuur – 6 EC</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	400	18	24	24	24	
<i>Keuzeruimte Wiskunde/Minor</i>	200-400	30				
<i>Keuzeruimte Natuurkunde/Sterrenkunde</i>			12	15		
Radiative Processes	300			6		
Research Skills & Scientific Integrity	200		3	2		
1 wiskunde- of informaticavak uit het 3e jaar (zie Studiegids)						6
4 informaticavakken uit het derdejaars aanbod van de bacheloropleiding Informatica (zie Studiegids)						24
	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 mag Statistiek AN 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.

Geldig per 31 augustus 2020

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
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.

Geldig per 31 augustus 2020

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

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

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.

Geldig per 31 augustus 2020

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 be 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 31 augustus 2020

Programme

	Level	EC
Orientation on Biodiversity	300	9
Environmental Processes	300	6
Scales of Biodiversity	400	9
Policy Analysis and Action Plan	400	6

It is possible to follow half the minor for an accreditation of 15 EC by following the courses Orientation on Biodiversity and Environmental Processes for a total of 15 EC. Entry requirements for the separate courses can be found in the course description on the e-prospectus. All components of the minor must be followed in the order given.

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 35 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	300	5
Computational Biomedical Research	300	5
Biomarkers	300	5
Part 2	Level	EC
Cellular Signal Transduction	300	5
Functional Genomics: from Genotype to phenotype	300	5
<i>And one of the following courses:</i>		
Cell Signaling in Cancer and Drug Safety*	300	5
Farmacotherapie**	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 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 31 augustus 2020

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 Data Science

Beschrijving van de opleiding

De minor geeft een toegankelijke introductie tot de theorie en praktijk van data science. Studenten leren de basis van data-analyse en patroonherkenning in grote gegevensverzamelingen en 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* 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 in 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	300	6
Databases	200	6
Human Computer Interaction & Information Visualization	400	6
Kunstmatige Intelligentie	300	6
Natural Computing	300	6
Data Science ¹⁹	300	6
Data Science & Process Modeling ¹⁹	300	7
Totaal 5 vakken		30/31

Gezien het onderwerp wordt van de studenten affiniteit met informatica verwacht. 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

Introduction to Programming <i>of</i> Programmeermethoden	100	6
Statistics for Computer Scientists	200	6

Studenten die geen programmeerervaring hebben dienen het vak *Introduction to Programming of Programmeermethoden* te volgen in plaats van *Natural Computing*, *Data Science*, *Data Science & Process Modelling*, of *Databases*, dit na overleg met de minorcoördinator,

¹⁹ Deze twee vakken kunnen niet beide tegelijk gekozen worden.

Geldig per 31 augustus 2020

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*, *Data Science & Process Modelling*, 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, *Kunstmatige Intelligentie* (6 EC) en, naar keuze, *Data Science* (6 EC) of *Data Science & Process Modeling* (7 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* is toegankelijk voor bachelorstudenten met interesse in de data science- en de informatica-gebieden. 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 30 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	300	9
History of the human lineage	300	6
Health, aging and genetic diversity	300	4
Universals and variation in human behaviour	300	5
Review on topic of own choice	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 31 augustus 2020

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	300	5
Synthetic Organic Chemistry	400	5
Modern Analytical Approaches to Drug Discovery	300	5
Drug Delivery Technology	300	5
Medicinal Chemistry	300	5
Bioorganic Synthesis	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 3 of this Onderwijs- en Examenregeling). This minor is only accessible to students in Bio-Pharmaceutical Sciences, Life Science & Technology and Molecular Science & Technology.

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

The global biotechnology industry enjoys more success and influence than ever before. Their innovations continue to improve the lives of people worldwide. Industrial biotechnology uses biological systems for the production of, among others, antibiotics, pharmaceuticals, anti-tumor agents, anti-clotting factors, antibodies, but also food additives and biofuels. This minor provides a comprehensive overview of the fascinating field of modern biotechnology. The discovery, exploitation and commercialization of some of our best natural products will be discussed including legal aspects of patenting. The students will familiarize themselves with the biotechnology-oriented research that is carried out at our University and in the Leiden Bioscience Park. In the last part of the minor, students will bring their theoretical background into practice in a course aiming to solve a biotechnology-oriented problem with modern genetic engineering approaches. This minor provides a sound basis for students aiming for a future in biotechnology.

Programme

	Level	EC
Exploitation of Natural Products	300	6
Biotechnology: from Gene to Biobased Product	300	6
Medical Biotechnology 1	300	3
Medical Biotechnology 2	300	3
Molecular Design: Biotechnology-oriented Engineering of Life	400	12

Students can choose to follow the first half of the minor (Exploitation of Natural Products, Biotechnology: from Gene to Biobased Product and Medical Biotechnology 1) in total 15 EC. These courses will give a broad theoretical insight in the field of biotechnology. It is not possible to only follow the second half of the minor programme, as the information provided in the first half of the Minor is critical for the course Molecular Design: Biotechnology-oriented Engineering of Life. All components of the minor must be followed in the order given.

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 the first-year programme and all compulsory parts of the first semester of the second-year programme.

Number of participants

The minor has a minimum number of participants of 15 and a maximum capacity of 40-50 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	200	3 ²⁰
QB1b	Elementary and practical mathematics for non-mathematicians	200	3 ²⁰
QB2	Physics and chemistry for biodynamic modelling	300	6
QB3	Multiscale Mathematical Biology	400	6
QB4	Cases from research practice	300	3
QB5	Innovative Research Ideas	400	3
QB6	Interdisciplinary Research Training	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 31 augustus 2020

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 18 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.

Geldig per 31 augustus 2020

Minor Science Based Business

Bij de minor *Science Based Business* ontwikkel je inzichten en vaardigheden op het gebied van management, innovatie en ondernemerschap. Het curriculum is gericht op het in de praktijk brengen van het lesmateriaal en is bij uitstek geschikt voor (science) studenten die een carrière in het bedrijfsleven overwegen.

Je ontwikkelt:

- Basiskennis omtrent bedrijfskundige concepten en theorieën met een focus op vraagstukken omtrent de ontwikkeling van commerciële onderzoeksgedreven projecten.
- Zicht op carrièreperspectieven op het grensvlak van science en business;
- Basisvaardigheden in het toepassen van concepten en theorieën die van belang zijn bij het ontwikkelen van strategische, marketing, technology and operations management, en financiële aspecten van onderzoeks-gedreven management en ondernemerschap.

Onderwijsprogramma

Het volledige programma van de minor *Science Based Business* bestaat uit een Management en een Innovation & Entrepreneurship gedeelte, en het is opgebouwd uit zeven fulltime vakken voor een totaal van 30 EC. Voor studenten die slechts 15 EC keuzeruimte in hun programma hebben, is er de mogelijkheid om ofwel de Management vakken of de Innovation & Entrepreneurship vakken te volgen. De minor kan alleen in het najaar gevolgd worden.

Management	Niveau	EC
Strategy	300	5
Marketing	300	3
Financial Management	300	3
Technology and Operations Management	300	4

Innovation & Entrepreneurship	Niveau	EC
Entrepreneurial Opportunities	300	5
Corporate Entrepreneurship	300	5
Managing Innovation	300	5

Onderwijstaal

De minor wordt gegeven in het Engels.

Toegang en toelating

De minor is toegankelijk voor bachelorstudenten die een carrière in het bedrijfsleven overwegen of interesse hebben in management en ondernemerschap in een 'science-driven business'. Studenten uit 'non-science' disciplines zijn ook welkom.

Aantal deelnemers

De minor heeft een maximale capaciteit van 90 deelnemers.

Bevoegdheid

De minor wordt in Leiden verzorgd door Science Based Business.

Geldig per 31 augustus 2020

De minor wordt aangeboden onder de bevoegdheid van de gemandateerde examencommissie voor 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	300	15
Resilient Cities	300	8
<i>Choice of one of the three options below*:</i>		
Area Study Sustainability Netherlands	300	7
Area Study Sustainability Indonesia	300	7
Area Study Sustainability Philippines	300	10

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

Language

The minor will be taught in English.

Geldig per 31 augustus 2020

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

Advanced Life Science and Technology

Voor toelating tot de minor *Advanced LST* gelden de volgende toelatingseisen:

- Voor LST studenten:
 - alle onderdelen uit het eerste jaar zijn met goed gevolg afgerond,
 - ten minste 30 EC uit het tweedejaarsprogramma w.o. de practica zijn met goed gevolg afgerond,
 - en, voor studenten van cohort 2012 en eerder, de cursus *Mondeling Presenteren* (WM0233LST), is behaald.
- Voor niet-LST studenten:
 - alle onderdelen uit het eerste jaar van de desbetreffende opleiding zijn met goed gevolg afgerond evenals ten minste 30 EC uit het tweedejaarsprogramma,
 - het bachelorprogramma omvat onderdelen op gebied van moleculaire (cel)biologie en (organische) chemie,
 - en, voor studenten die een majorprogramma volgen dat niet verzorgd wordt door de Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen van de Universiteit Leiden, toestemming van de eigen examencommissie om de minor *Advanced LST* als een onderdeel van het examenprogramma te mogen laten gelden.
 - In het geval van onvoldoende achtergrondkennis kan studenten gevraagd worden om via zelfstudie zich bepaalde onderdelen van tekstboeken eigen te maken voor de start of tijdens de eerste 10 onderwijsweken van de minor.

Voor nadere informatie over deze minor zie de afzonderlijke OER van bacheloropleiding LST.

Minor

Modern Drug Discovery

Voor de minor Modern Drug Discovery geldt als ingangseis dat het vak Organische Chemie 2 of een hieraan gelijkwaardig vak, en twee (bio)chemische practica van ieder minimaal 3 EC met goed gevolg dienen te zijn afgerond. Voorts geldt dat studenten aantoonbaar voldoende kennis dienen te hebben op het gebied van biochemie/-farmacie; studenten kunnen worden uitgenodigd voor een interview met de coördinator van de minor. De student kan gevraagd worden voor de start van de minor geselecteerde delen van tekstboeken te bestuderen.

Deze minor is tevens alleen toegankelijk voor studenten Bio-Farmaceutische Wetenschappen, Life Science & Technology en Molecular Science & Technology.

Minor

Computational Approaches to Disease, Signaling and Drug Targets

Voor het eerste deel (part 1) van de minor *Computational approaches to Disease, Signaling and Drug Targets* kunnen studenten worden uitgenodigd voor een interview met de coördinator van de minor. De student kan gevraagd worden voor de start van de minor geselecteerde delen van tekstboeken te bestuderen.

Voor het tweede deel (part 2) van de minor *Computational approaches to Disease, Signaling and Drug Targets* geldt als ingangseis dat het vak Thema Effecten van Geneesmiddelen 1, het vak

Geldig per 31 augustus 2020

Fysiologie van ADME, het vak Life Sciences, of een hieraan gelijkwaardig vak, met goed gevolg is afgerond. Voorts geldt dat studenten aantoonbaar voldoende kennis dienen te hebben op het gebied van genetica, cellulaire biochemie en (bio)farmacie; studenten kunnen worden uitgenodigd voor een interview met de coördinator van de minor. De student kan gevraagd worden voor de start van de minor geselecteerde delen van tekstboeken te bestuderen.

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.