



Universiteit Leiden

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

geldig vanaf 1 september 2023

Bijlage 1 – Bacheloropleidingen

BSc opleiding Bio-Farmaceutische Wetenschappen.....	4
BSc opleiding Biologie.....	13
BSc Data Science and Artificial Intelligence.....	21
BSc opleiding Informatica.....	25
BSc opleiding Natuurkunde.....	34
BSc opleiding Sterrenkunde.....	41
BSc opleiding Wiskunde.....	48
Dubbele bachelors.....	55

Bijlage 2 - minoren

Minor Biodiversity	61
Minor Computational Approaches to Disease, Signaling and Drug Targets.....	63
Minor Cyber Security Governance Essentials	65
Minor Data Science & Artificial Intelligence.....	66
Minor Human Evolution.....	69
Minor Modern Drug Discovery	71
Minor Molecular Biotechnology.....	72
Minor Quantitative Biology	73
Minor Science, Business, and Innovation	75
Minor Sustainable development	76
Vooropleidingseisen Minoren	78

Bijlage 3

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

Geldig per 1 september 2023



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 een minor aangeboden door de Universiteit Leiden, TU Delft of Erasmus Universiteit Rotterdam. 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		Inzicht in de positie van verschillende deelgebieden binnen het geheel van het geneesmiddelenonderzoek en hun relatie tot aanpalende wetenschapsgebieden
8.	is in staat om (onder supervisie) een onderzoeksplan op te stellen waarbij de onderzoeksvraag, de hypothese en het experimentele design worden gerelateerd aan relevante literatuur	Toepassen kennis en inzicht	Voldoende theoretische en praktische vaardigheden op het gebied van geneesmiddelenonderzoek

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		om onder (strikte) supervisie onderzoek te kunnen uitvoeren
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		
16.	is in staat om effectief samen te kunnen werken met collega-onderzoekers	Communicatie	De vaardigheid om met vakgenoten te communiceren over onderzoeksresultaten
17.	is in staat om, zowel mondeling als schriftelijk, te communiceren over uitgevoerd geneesmiddelenonderzoek, de verkregen resultaten en de daaruit voortkomende bevindingen		
18.	kan zelfstandig kennis vergaren om zich verder te verdiepen in onderdelen van de empirische onderzoekscyclus op het gebied van geneesmiddelenonderzoek	Leervaardigheden	In staat zijn om zich zelfstandig verder te verdiepen in relevante onderwerpen en om zich te bekwamen in de noodzakelijke vaardigheden voor een vervolgstudie die een hoog niveau van autonomie veronderstelt
19.	is in staat om te reflecteren op eigen kennis en ontwikkeling		
20.	heeft een gefundeerd beeld van eigen carrièrepad en een daartoe passende vervolgopleiding		

1.3 Eindkwalificaties afstudeerrichting BFW en Farmacie

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

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

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

2 ^e jaar	niveau	EC	Studiegids- nummer
Academische Vorming 2	200	4	4012AV24CY
Anatomie	200	3	4012ANATPY
Cellulaire Biochemie	200	4	4012CBICHY
Practicum Cellulaire Biochemie	200	5	4012PRCB5Y
Farmacologie	300	5	4012FCOL5Y
Statistiek 2	300	2	4012STAT2Y
Immunologie	200	3	4012IMMUNY
Integratieopdracht in silico Geneesmiddelontwikkeling	300	3	4012IISGOY
Moleculaire Genetica 2	200	3	4012MOLG2Y
Organische Chemie 2	300	5	4012OCH25Y
Pathologie	200	3	4012PATHOY
Toxicologie	300	4	4012TOX04Y
Biofarmacie en -fysica	200	6	4012BIOFFY
Practicum Biofarmacie en -fysica	300	4	4012PRBFFY

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

Geldig per 1 september 2023

Ontwerp & Synthese	300	4	4012ONSYNY
Practicum Ontwerp & Synthese	300	2	4012PROS2Y
Totaal		60	

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

2.2 Overgangsregelingen

1. Na een noemenswaardige wijziging of opheffing van een vak, wordt studenten het eerstvolgende academisch jaar nog éénmaal de mogelijkheid geboden om het tentamen van dat vak af te leggen, al dan niet via deeltentamen 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 2014-2015 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.

Jaar 1							
periode	vak dat is vervallen	Aantal EC	studiegids-nummer	equivalent(e) nieuwe vak(ken)**	Aantal EC	studiegids-nummer	periode
2014-2015* t/m 2018-2019	Thema Effecten van geneesmiddelen 1	6	4011TEGE1Y of 4011TE1DCY	Fysiologie van ADME	4	4011FADMEY	2019-2020 t/m 2020-2021#
				Farmacokinetiek en Farmacodynamiek	5	4011FARKDY	
				Integratieopdracht PK/PD data: observeren, analyseren en interpreteren	3	4011IPKPDY	
	Thema Effecten van geneesmiddelen 2	5	4011TEGE2Y	Farmacokinetiek en Farmacodynamiek	5	4011FARKDY	
				Integratieopdracht PK/PD data: observeren, analyseren en interpreteren	3	4011IPKPDY	
	Analytische chemie 1	6	4011ANAL1Y	Bioanalyse van geneesmiddelen	5	4011BIOANY	
Integratieopdracht PK/PD data: observeren, analyseren en interpreteren				3	4011IPKPDY		
2019-2020 t/m 2020-2021	Integratieopdracht PK/PD data: observeren, analyseren en interpreteren	3	4011IPKPDY	Bioanalyse van geneesmiddelen	6	4011BIAN6Y	2021-2022 t/m 2023-2024
				Farmacokinetiek en Farmacodynamiek	7	4011PKPD7Y	
	Bioanalyse van geneesmiddelen	5	4011BIOANY	6	4011BIAN6Y		
	Farmacokinetiek en Farmacodynamiek	5	4011FARKDY	Farmacokinetiek en Farmacodynamiek	7	4011PKPD7Y	
Jaar 2							
periode	vak dat is vervallen	Aantal EC	studiegids-nummer	equivalent(e) nieuwe vak(ken)**	Aantal EC	studiegids-nummer	periode
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 (3 EC)	3	4012ACAV2Y	2014-2015#
2014-2015	Academische Vorming 2 (3 EC)	3	4012ACAV2Y	Academische Vorming 2 (4 EC)	4	4012ACV24Y	2015-2016 t/m 2017-2018#
2015-2016 t/m 2017-2018#	Academische Vorming 2 (4 EC)	4	4012ACV24	Academische Vorming 2 (4 EC)	4	4012AV24CY	2018-2019 t/m 2023-2024
2014-2015 t/m 2015-2016	Biochemie 2 practicum (2 EC)	2	4012BICP2Y	Biochemie 2 practicum (3 EC)	3	4012BICP3Y	2016-2017#
2014-2015* 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 2023-2024
2014-2015* t/m 2016-2017	Celbiologie practicum	2	4012CBPR2T				
2014-2015* t/m 2018-2019	Farmacologie (6 EC)	6	4012FRM06Y	Farmacologie (5 EC)	5	4012FCOL5Y	2019-2020 t/m 2023-2024
				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	
2014-2015* 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	
				Ontwerp & Synthese	4	4012ZONSYNY	
Thema Ontwerp & Synthese	8	4012TONSYNY of 4012TOS8DY	Practicum Ontwerp & Synthese	2	4012PROS2Y		
			Integratieopdracht <i>in silico</i> geneesmiddelontwikkeling	3	4012IISGOY		
2014-2015* t/m 2020-2021	Anatomie	3	4012ANAT3Y	Anatomie	3	4012ANATPY	2021-2022 t/m 2023-2024

Jaar 3							
periode	vak dat is vervallen	Aantal EC	studiegids-nummer	equivalent(e) nieuwe vak(ken)**	Aantal EC	studiegids-nummer	periode
2014-2015*	Communiceren over geneesmiddelen	3	4012COMGMY	Ontwikkelingstraject geneesmiddelen (10 EC)	10	4012OTG10Y	2015-2016 t/m 2019-2020#
				Academische Vorming 3	1	4012ACV31Y of 4012AV31DY	
	Ontwikkelingstraject geneesmiddelen (8 EC)	8	4012ONTGNY	Ontwikkelingstraject geneesmiddelen (10 EC)	10	4012OTG10Y	
2015-2016* t/m 2019-2020	Farmaco-epidemiologie	3	4012FEPIDY	Ontwikkelingstraject Moderne Geneesmiddelen	13	volgt in Studiegids	2020-2021 t/m 2023-2024
	Ontwikkelingstraject geneesmiddelen (10 EC)	10	4012OTG10Y				

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

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

1. De vrije keuzeruimte (30 EC, niveau 200-500) kan worden ingevuld met één van de minoren uit het aanbod van de Universiteit Leiden, Technische Universiteit Delft of de Erasmus Universiteit Rotterdam of het keuzevakkenpakket DSDT (zie Art. 2.4). Indien een minor van 15 EC (LUMC of Erasmus Universiteit Rotterdam) wordt aangevuld met keuzevakken of indien de vrije keuzeruimte op een andere manier wordt ingevuld, zal vooraf toestemming moeten worden gevraagd aan de examencommissie Bio-Farmaceutische Wetenschappen. De examencommissie zal het samengestelde vakkenpakket toetsen op samenhang en niveau.
2. Kosten verbonden aan het volgen van keuzeonderdelen komen geheel ten laste van de student.
3. De afstudeerrichting Farmacie kent geen vrije keuzeruimte (zie Hoofdstuk 4).

2.4 Programma keuzevakkenpakket Disease, Signaling and Drug Targets

Het keuzevakkenpakket Disease, Signaling and Drug Targets (DSDT) is een integraal pakket van 30 EC dat uitsluitend in zijn geheel gevolgd kan worden. DSDT is alleen toegankelijk voor BFW-studenten die minimaal 60 EC, inclusief minimaal 2 practica, hebben behaald. Het aantal BFW-studenten dat het keuzevakkenpakket DSDT kan volgen is beperkt en is voor het academisch jaar 2023-2024 bepaald op minimaal 10 en maximaal 40 BFW-studenten. Studenten die voldoen aan de toelatingseisen worden toegelaten op volgorde van inschrijving in uSis.

	niveau	EC	Studiegids-nummer
Introduction to Computational Thinking	300	5	4012ICOMTY
Therapeutic Modulation of Atherosclerosis	300	5	4012THMOAY
Biomarkers	300	5	4012BIOMKY
Cellular Signal Transduction	300	5	4012CELSTY
Functional Genomics: from Genotype to Phenotype	300	5	4012FUGENY
Stem Cells in Drug Research	300	5	4012STCDRY

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

Indien een onderwijseenheid een of meerdere praktische oefeningen bevat, geldt dat voor het succesvol afronden van de onderwijseenheid ten minste actieve deelneming aan alle onderdelen van

de desbetreffende praktische oefening(en) verplicht is, behoudens die onderdelen waarvoor door of namens de examencommissie vrijstelling is verleend.

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

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

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

2.7 Bachelor onderzoeksopdracht

De bachelor 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) of bij de afdeling Bio-organic Synthesis van het Leiden Institute of Chemistry (LIC). 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	Studiegids-nummer
Literatuur onderzoek, onderzoeksplan, praktische implementatie en uitvoering	400	12	4012BOO12Y
Schriftelijke rapportage (thesis)	400	3	4012BTTHESY
Mondelinge presentatie	400	1	4012BMOPRY

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

Aan het onderwijs en tentamens 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

	<p>- 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</p>
--	---

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)

De afstudeerrichting BFW en Farmacie 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 2023-2024 bepaald op minimaal 10 en maximaal 50 BFW-studenten.

4.2 Ingangseisen afstudeerrichting BFW en Farmacie

In het academisch jaar 2023-2024 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 2023-2024 geschiedt op basis van de mate van studievoortgang, met dien verstande dat ten minste twaalf plaatsen worden gereserveerd voor BFW studenten die gestart zijn in het academisch jaar 2021-2022. De mate van studievoortgang wordt bepaald op basis van het aantal EC van de vakken die tot het examenprogramma van de bacheloropleiding BFW behoren, zoals deze op peildatum 1 maart 2023 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 2023/2024 worden verzorgd, wordt in principe in maart 2023 afgerond.

In het academisch jaar 2024-2025 is de afstudeerrichting BFW en Farmacie uitsluitend toegankelijk voor BFW-studenten die op peildatum 1 maart 2024² ten minste 80 EC aan vakken van het examenprogramma van de bacheloropleiding BFW met goed gevolg hebben afgelegd, waaronder ten minste alle vakken welke een praktische oefening bevatten en welke behoren tot de propedeutische fase of semester 1 van het tweede jaar. Studenten die aan voornoemde ingangseisen voldoen, worden voor deze afstudeerrichting geplaatst op basis van de mate van studievoortgang op peildatum 1 maart 2024³, met dien verstande dat ten minste vijftien plaatsen worden gereserveerd voor BFW studenten die gestart zijn in het academisch jaar 2022-2023. In het geval de mate van studievoortgang voor meerdere studenten gelijk is, worden studenten vervolgens geplaatst op basis van de volgorde van inschrijving in uSis. De selectieprocedure voor de afstudeerrichting BFW en

²⁺³ Bron: uSis

Geldig per 1 september 2023

Farmacie, waarvan de onderwijsonderdelen in academisch jaar 2024/2025 worden verzorgd, wordt in principe in maart 2024 afgerond.

4.3 Programma afstudeerrichting BFW en Farmacie

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

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

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

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

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

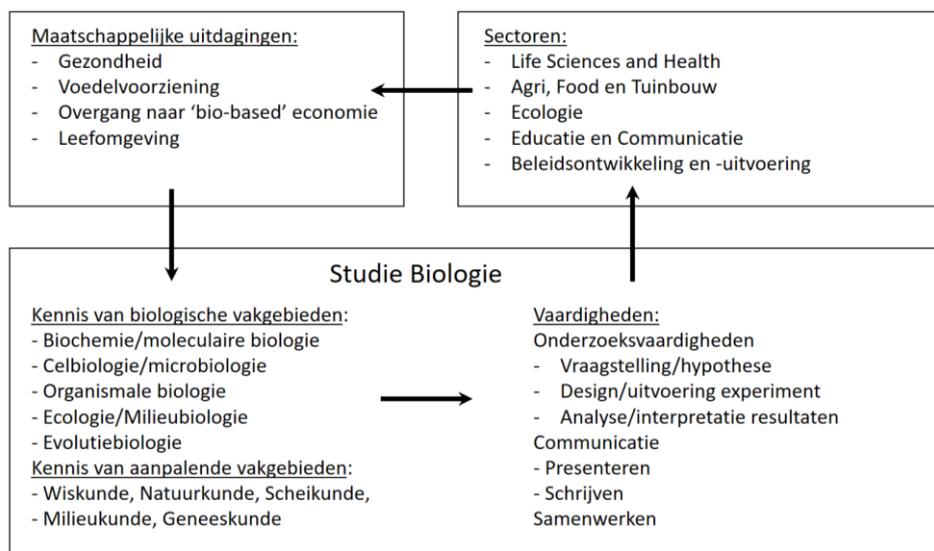
Crohonummer 56860

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 beoogt het bijbrengen van kennis, inzicht en vaardigheden in biologische en aangrenzende vakgebieden. Daarnaast beoogt het programma het aanleren van een wetenschappelijke attitude en kennismaking met het zelfstandig uitvoeren van wetenschappelijk onderzoek via het concept van “studeren in een onderzoeksomgeving”. Afgestudeerden hebben inzicht in hun arbeidsmogelijkheden. Zij zullen (al dan niet na een aansluitende masteropleiding) werkzaam zijn in de sectoren Life Sciences and Health, Agri, Food en Tuinbouw, Ecologie, Educatie en Communicatie, of Beleidsontwikkeling en -uitvoering. Hier zullen zij een grote bijdrage kunnen leveren aan het vinden van oplossingen voor problemen binnen vier grote maatschappelijke thema’s: onze gezondheid, voedselvoorziening, leefomgeving en de overgang naar een ‘bio-based’ economie. In Figuur 1 is een schematisch overzicht van de opleiding en haar doelstellingen weergegeven.



Figuur 1. Overzicht van de BSc opleiding Biologie

Het programma omvat drie jaar (180 EC) en 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 vakken in het buitenland in het kader van deelname aan een universitair uitwisselingsprogramma of tot het volgen van een minor. 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 onderzoeksproject waarin de student participeert in lopend 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

De eindkwalificaties (eindtermen en competenties) van de bacheloropleiding Biologie zijn georganiseerd langs de Dublin descriptoren. Afgestudeerden van de opleiding hebben de onderstaande eindkwalificaties bereikt.

Dublin descriptor Kennis en Inzicht
<i>Student heeft aantoonbare kennis en inzicht van een vakgebied waarbij wordt voortgebouwd op het niveau in het voortgezet onderwijs en dit wordt overtroffen; functioneert doorgaans op een niveau waarbij met behulp van gespecialiseerde handboeken enige aspecten voorkomen waarvoor kennis van laatste ontwikkelingen in de vakgebied vereist zijn.</i>

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 de centrale biologische concepten *regulatie, zelforganisatie, interactie, communicatie, erfelijkheid* en *evolutie*, kan deze herkennen, beschrijven en aangeven hoe deze inzichten zijn verkregen.
3. Heeft inzicht in de positie van 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 van het gebruik van modelsystemen (zoals celkweken, modelorganismen en rekenmodellen) voor het onderzoeken van biologische vraagstukken.
6. Heeft een zodanige kennis van aangrenzende vakgebieden (=niet biologische disciplines of onderzoeksgebieden **) dat hij/zij in staat is tot multidisciplinair denken en inzicht heeft in het belang van andere disciplines voor zijn eigen vakgebied.

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

Dublin descriptor Toepassen van kennis en inzicht

Student is in staat zijn kennis en inzicht op dusdanige wijze toe te passen dat dit een professionele benadering van zijn werk of beroep laat zien en beschikt verder over competenties voor het opstellen en verdiepen van argumentaties en voor het oplossen van problemen op het vakgebied

De afgestudeerde bachelor

7. Is in staat om de centrale biologische concepten *regulatie, zelforganisatie, interactie, communicatie, erfelijkheid* en *evolutie* afhankelijk van de gekozen specialisatie, toe te passen in de context van biologisch onderzoek.
8. Is in staat om onder begeleiding, 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.
9. Is in staat zijn kennis van kwantitatieve benaderingen in een onderzoeksomgeving toe te passen, waarmee grote en veelsoortige datasets verwerkt kunnen worden om tot een beter begrip van biologische systemen te komen.
10. Is in staat te functioneren in een (mono- of multidisciplinair samengesteld) wetenschappelijk team, waarbij hij/zij de hem opgedragen deeltaak weet te analyseren en aan kan geven hoe zijn/haar resultaten bijdragen tot de taakstelling van het team

Dublin descriptor Oordeelsvorming

Student is in staat om relevante gegevens te verzamelen en te interpreteren (meestal op het vakgebied) meestal met het doel een oordeel te vormen dat mede gebaseerd is op het afwegen van relevante sociaalmaatschappelijke, wetenschappelijke en ethische aspecten.

De afgestudeerde bachelor

11. Heeft een academische houding en is daarmee in staat een wetenschappelijke mening te vormen.
12. Is in staat om te handelen volgens de normen van wetenschappelijke integriteit, en om maatschappelijke en ethische consequenties van biologisch onderzoek te evalueren.
13. Is in staat om kritisch te reflecteren op eigen en andermans handelen in professionele context en weet in gesprekken met anderen zijn/haar eigen functioneren te evalueren.

Dublin descriptor Communicatie

Student is in staat om informatie, ideeën en oplossingen over te brengen op publiek bestaande uit specialisten of niet-specialisten.

De afgestudeerde bachelor

14. Is in staat mondeling en schriftelijk (Nederlands en Engels) te rapporteren over het bestudeerde vakgebied, zowel voor een publiek van specialisten als voor niet-specialisten.
15. Is in staat individueel en in (multidisciplinair) groepsverband te werken en weet hierbij de behaalde resultaten intern te communiceren.
16. Is in staat een mening in discussies met vakgenoten en niet-vakgenoten op een wetenschappelijke wijze te onderbouwen.

Dublin descriptor Leervaardigheden

Student bezit de leervaardigheden die noodzakelijk zijn om een vervolgstudie die een hoog niveau van autonomie veronderstelt aan te gaan.

De afgestudeerde bachelor

17. Bezit de leervaardigheden die noodzakelijk zijn om een vervolgstudie die een hoog niveau van autonomie veronderstelt aan te gaan
18. Is na oriëntatie op de mogelijke afstudeervarianten en afweging van maatschappelijke perspectieven in staat een gefundeerde keuze te maken voor een masteropleiding.
19. 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
20. Heeft het vermogen zich nieuwe technische vaardigheden eigen te maken.

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

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

1e jaar (2022-2023) – 60 EC	Niveau	EC	Studiegidsnummer
Academische vaardigheden en studieloopbaanoriëntatie 1	100	1	4021AVSL1Y
Semester 1			
Blok 1: Fundamenten van het Leven			
Basiswiskunde	100	1	40211BW06Y
Basispracticum 1	100	4	40211BP20Y
Chemie van het Leven	100	3	40211CL17Y
Introductie en Veiligheid	100	0	
Moleculaire Genetica 1	100	5	40211MG10Y
Blok 2: De Cel			
Basispracticum 2	100	3	40212BP20Y
Celbiologie	100	3	4602CELBIY
Celfysiologie	200	3	40212CF15Y
Microbiologie en immunologie*	200	3	40212MI23

Academische vaardigheden: Project Microbiologie	100	1	40212AVPMY
Blok 3: Wetenschapscommunicatie voor biologen	100	4	40213WCB4
* Vervangt Microbiologie uit OER 2022-2023			
Semester 2			
Blok 4: Tree of Life	Niveau	EC	Studiegidsnummer
Biodiversiteit Plant *	100	6	40215BP23
Evolutiebiologie 1	100	2	40214EV18Y
Biodiversiteit Dier	100	4	40214BD20Y
Blok 5: Het organisme			
Biologie van het Organisme Plant	200	2	40215BP15Y
Biologie van het Organisme Dier	200	4	40215BD15Y
Blok 6: Het organisme en omgeving			
Ecologie	200	1	40216EC17Y
Gedragsbiologie 1	200	1	40216GB20Y
Milieubiologie 1	200	1	40216MI20Y
Excursies Flora & Fauna	100	2	40216EF15Y
Statistiek	200	4	40216ST14Y
Academische vaardigheden: Project Ecologie, Biodiversiteit en Gedrag	200	2	4021AVEBGY
* Studenten die in 2022-2023 Biodiversiteit Plant gevolgd hebben, krijgen tijdens 2023-2024 nog eenmaal de mogelijkheid het vak af te sluiten met het tentamen en de herkansing voor invulling van het vak zoals in 2022-2023. Studenten die het vak daarna niet hebben afgesloten moeten contact opnemen met de studieadviseur.			
2^e jaar (2022-2023) – 60 EC			
Verplichte onderdelen	Niveau	EC	Studiegidsnummer
Academische vaardigheden: Bio-ethiek / On being a scientist	200	6	4022AVOBSY
Evolutiebiologie 2	300	7	4022EV218Y
Populatie & Community Ecologie*	300	3	4022PCE22
Moleculaire Biologie	200	3	4022MOB20Y
Ontwikkelingsbiologie Dier en Plant	200	6	4022ODP17Y
Academische Vaardigheden: Studieloopbaanoriëntatie 2	200	2	4023AVSL2Y
Systeembioogie	300	3	4022SYS20Y

* Kan worden vervangen door reeds behaalde Populatie en Community Ecologie 6 EC (4022PCE20).

Keuzeonderdelen	Niveau	EC	Studiegidsnummer
Biochemie	200	6	4022BIP03Y
Biodiversiteit	200	6	4022BID22Y
Celbiologie en Kanker	300	3	4022CEK16Y
Ecosysteem Ecologie	300	3	4022ECS20Y
Gedragsbiologie 2	300	6	4022GBI20Y
Immunobiologie	300	3	4022IMB16Y
Microbiële Evolutie en Ecologie*	300	6	4022MEE22Y
Microscopie en Imaging	300	6	4022MIM20Y
Milieubiologie 2	200	3	4022MIL20Y
Moleculaire Genetica van Planten en Microben	300	6	4022MGPM6Y
Moleculaire Microbiologie	300	6	4022MMB22Y
Veldonderzoek Ecologie	300	6	4022VOE17Y
Veldonderzoek Gedragsbiologie	300	6	4022VOG22Y
Veldonderzoek Flora	300	6	4022VOF17Y
Veldonderzoek Milieubiologie	300	6	4022VOM17Y

* Kan niet worden gevolgd indien 3 EC-variant al is behaald (4022MEE17).

Maximaal 6 EC in de keuzeruimte van het tweede jaar mag na goedkeuring van de Examencommissie worden vervangen door een keuzeonderdeel met biologie-gerelateerde inhoud buiten het curriculum biologie (zie studiegids voor reeds goedgekeurde onderdelen).

3^e jaar (2022-2023)-60 EC

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

	Niveau	EC	Studiegidsnummer
Keuzeruimte	200-400	30	
Academische vaardigheden: General Research Skills	400	5	4022AVGRSY
Academische Vaardigheden: Studieloopbaanoriëntatie 3	300	1	4023AVSL3Y
Bachelor Research Project	400	24	4023BST07Y 4023BRPCMY

Bachelor Research Project

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

2.1 Afstudeerrichtingen (Onderwijs- en Examenregeling art. 2.2)

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

2.2 Afstudeerrichting Bioinformatica

1^e jaar	Vakcode	Niveau	EC
Algorithms and Data Structures	4031ALGDSY	200	6
Databases	4031DABA6Y	200	6
Introduction to Programming	4031IPRG6Y	100	6
Linear Algebra for Computer Scientists 1	4031LACS1Y	100	3
Linear Algebra for Computer Scientists 2	4031LACS2Y	200	3
Oriëntatie Bioinformatica	4032OBIO3Y	100	3
Basic Biochemistry and Molecular Biology for Bioinformatics	4021BBMB6Y	100	6
Basic Cell Biology for Bioinformatics	4021BCBB9Y	100	9
Statistiek	40216ST14Y	200	4
Academische vaardigheden en studieloopbaanoriëntatie 1	4021AVSL1Y	100	1
Ecologie	40216EC17Y	200	1
Academische vaardigheden: Project Ecologie, Biodiversiteit en Gedrag	4021AVEBGY	200	2
Gedragsbiologie 1	40216GB20Y	200	1
Evolutiebiologie 1	40214EV18Y	100	2
Calculus 1		100	3
Sequence Analysis			4
Totaal			60

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

Artikel 3.1 Verplichte volgorde

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

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

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

Artikel 3.2. Toegangseisen voor onderwijsonderdelen, tentamens en practica

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

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

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

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

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

BSc Data Science and Artificial Intelligence

Crohonummer 50300

1. Description of the programme (Course and Examination Regulations art. 2)

The BSc programme *Data Science and Artificial Intelligence* is taught in Leiden by the Leiden Institute of Advanced Computer Science (LIACS).

1.1 Objectives of the programme (Course and Examination Regulations art. 2.1)

The aim of the bachelor *Data Science and Artificial Intelligence* is to impart sufficient knowledge, insight and skills to enable the graduate to contribute, under supervision, at the academic level, to the recognition, submission and solving of problems in the fields of data science and artificial intelligence, and to continue and successfully complete a master's degree within the discipline and its border areas.

1.2 Learning outcomes (Course and Examination Regulations art. 2.3)

The objectives of the bachelor *Data Science and Artificial Intelligence* (DSAI) can be specified through the following knowledge areas and skills. Graduates with a DSAI degree have achieved the following intended learning outcomes:

- a. They have knowledge and understanding in the basic courses, current concepts and methods of Computer Science, Data Science, and Artificial Intelligence;
- b. They are able to independently study further relevant subjects and to acquire the necessary skills for a follow-up study that presupposes a high level of autonomy;
- c. They have sufficient theoretical and practical skills in Computer Science Data Science, and Artificial Intelligence to conduct research under (strict) supervision;
- d. They have the ability to think critically, to abstract, and to analyse a scientific problem;
- e. They have insight into the way in which current hypotheses can be tested through experiments, and how acquired knowledge can lead to the formulation of theories;
- f. They have insight into the position of different sub-areas within Data Science, Artificial Intelligence and Computer Science and their relation to adjacent scientific areas;
- g. They have the ability to communicate with research colleagues about research results;
- h. They have sufficient knowledge and understanding of the social and societal role of computer sciences and AI to be able to reflect on scientific and societal problems from acquired knowledge and insight.
- i. They have the ability to apply basic mathematics, algorithmic principles and computational theory in the modelling and design of software and intelligent systems in a way that shows the understanding of the compromises involved in design choices.
- j. They are capable of designing, implementing, and evaluating an intelligent agent, a process, component, or program on a computer system alone or in a team, while meeting the desired needs of the user.
- k. They are also able to analyse a problem as well as to identify and define the computational requirements needed for the solution.
- l. They have basic knowledge of the functioning of a computer at hardware level.
- m. They are able to understand, apply, formulate, and validate models of knowledge representation, to analyse them, and reasoning about them.
- n. They are able to apply knowledge from Algorithmic Problem Solving, Cognitive Science, Data Science, Natural Language Processing, Intelligent Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, Human-Computer Interaction, Knowledge Representation and Reasoning, and Machine Learning.

Geldig per 1 september 2023

1.3 Language of the programme (Course and Examination Regulations art. 2.9)

The programme is taught in English.

2. Programme (Course and Examination Regulations art. 3)

The tables below show the programme of the bachelor *Data Science and Artificial Intelligence*:

1st year	Catalogue nr.	Level	EC
Algorithms and Data Structures	4031ALGDSY	200	6
Calculus 1	4031CALC1Y	100	3
Calculus 2	4031CALC2Y	200	3
Databases	4031DABA6Y	200	6
Essentials of Computer Systems	4032ESSCSY	200	6
Foundations of Computer Science	4031FDCS6Y	100	6
Introduction to Cognitive Science	4031KIICSY	200	6
Introduction to Logic	4031ILOGIY	100	6
Introduction to Programming	4031IPRG6Y	100	6
Linear Algebra for Computer Scientists 1	4031LACS1Y	100	3
Linear Algebra for Computer Scientists 2	4031LACS2Y	200	3
Orientation AI	4031ORAI3Y	100	3
Studying and Presenting	4031STPEVY	100	3
Totaal			60

2nd year	Catalogue nr.	Level	EC
Automata Theory	4032AUTTHY	200	6
Cognition & Computation	[NEW-CODE]	200	3
Human-Robot Interaction	4032KIHRİY	200	6
Neural Computing	4032NECO6	200	6
Introduction to Reinforcement Learning	4032IRLRNY	300	6
Machine Learning	4032KIMLRY	200	6
Research Methods in AI	[NEW-CODE]	200	3
Security	4032SECU6Y	200	6
Software Development	4032SWDEVY	200	6
Statistics for Computer Scientists	4032STCS6Y	200	6
Symbolic AI	4032KISYMY	200	6
Totaal			60

In the 2nd year, students may choose to take the 2 ECTS elective “Artificial Intelligence & Robotics Challenge”, which is listed under “DSAI electives” in the 3rd year.

Students who in previous years did not complete Introduction to Behavioural Data Science (6 ECTS), should now complete Cognition & Computation (3 ECTS) and Research Methods in AI (3 ECTS) instead.

3rd year	Catalogue nr.	Level	EC
AI and Ethics	4032AIETHY	300	3
Bachelorproject ^{1 2}	4032BDI15Y	400	15
Software Engineering ¹	4032SFTE6Y	300	6
<i>Free choice space (see below)</i>			36
Totaal			60

2.1 Free choice space

The free choice space (36 EC) can be filled in with either 1 course from the DSAI electives and one of the 30 EC minors offered by *Leiden University, Delft University of Technology, or Erasmus University Rotterdam*, or with a free choice of 6 courses from the DSAI electives (see table below). If the free choice space is filled in a different way, permission must be requested in advance from the Board of Examiners. The self-composed package of courses must comprise at least 15 EC of courses in the fields of data science and artificial intelligence, and the Board of Examiners will assess for coherence and level.

DSAI electives	Catalogue nr.	Level	EC
Artificial Intelligence & Robotics Challenge	[NEW-CODE]	300	2
Cognitive Modelling	4032COGNMY	300	6
Cognitive Neuroscience	4032KICNSY	300	6
Concepts of Programming Languages	4032CNPREY	200	6
Creative AI	4036CRAI6Y	300	6
Data Science	4032DASC6Y	300	6
Human Computer Interaction & Information Visualization	4032HCIIVY	400	6
Introduction to Reinforcement Learning	4032IRLRNY	300	6
Introduction to Video Game Making	4032IVGM6Y	300	6
Natural Computing	4032NACO6Y	300	6
Natural Language Processing	4032NLP6CY	300	6
Program Correctness	4032PRGCRY	300	6

3. Examinations and Final Exam (Course and Examination Regulations art. 4)

3.1 Obligatory sequence (Course and Examination Regulations art. 4.2)

To be allowed to participate to the third year course Software Engineering, the following three courses should have been successfully completed:

1. Introduction to Programming (4031IPRG6Y)
2. Algorithms and Data Structures (4031ALGDSY)
3. Software Development (4032SWDEVY)

In exceptional cases, the study advisor can give permission to participate if the third course has not yet been fully completed.

To be allowed to start the bachelor project in the third year, the following three conditions must be met:

¹ See Section 3.1 Mandatory sequence.

² Participation in the associated bachelor class is mandatory

Geldig per 1 september 2023

- a. the first year of *Data Science and Artificial Intelligence* has been successfully completed in its entirety;
- b. at the start of the Spring semester of the current academic year, at least 66 ECs have been earned from courses (courses from a minor do not count) from the second and third year of the programme;
- c. at that moment at least 18 ECs have been obtained from the fourth semester (Spring semester of the second year) of the programme including the course *Research Methods in AI*.

In exceptional cases, the study advisor can give permission to participate if the second or the third condition have not been fully satisfied.

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, 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 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 de programma's van (de afstudeerrichting) *Informatica en Wiskunde* te volgen. De dubbele propedeuse Informatica en Wiskunde kan worden voortgezet in een dubbele bachelor.

2.1 Afstudeerrichting Informatica

De afstudeerrichting informatica kan worden gevolgd in combinatie met een bachelor wiskunde (als dubbele bachelor). In het onderstaande overzicht zijn de vereisten voor het informaticadiploma voor beide varianten weergegeven. Het complete studieschema voor deze dubbele bachelor is te vinden in bijlage 'dubbele bachelors'.

1^e jaar	Vakcode	Niveau	I	I+W
Algoritmiek	4031ALGO6Y	200	6	Vereist
Calculus 1	4031CALC1Y	100	3	zie 2.1.1
Calculus 2	4031CALC2Y	200	3	zie 2.1.1
Databases	4031DABA6Y	200	6	Vereist
Foundations of Computer Science	4031FDCS6Y	100	6	zie 2.1.1
Fundamentals of Digital Systems Design	4031FDSD6Y	100	6	Vereist
Introduction to Logic	4031ILOGIY	100	6	Vereist
Linear Algebra for Computer Scientists 1	4031LACS1Y	100	3	zie 2.1.1
Linear Algebra for Computer Scientists 2	4031LACS2Y	200	3	zie 2.1.1
Oriëntatie Informatica	4031ORINCY	100	3	zie 2.1.1
Programmeermethoden	4031PRGR6Y	100	6	Vereist
Programming Techniques	4031PRGTEY	200	6	Vereist
Studying and Presenting	4031STPEVY	100	3	zie 2.1.1
Totaal			60	

2^e jaar	Vakcode	Niveau	I	I+W
Automata Theory	4032AUTTHY	200	6	Vereist
Complexity	4032COPE6Y	200	6	Vereist
Computability	4032CMPBEY	300	3	zie 2.1.2 en 2.1.3
Computerarchitectuur	4032CMPA6Y	200	6	Vereist
Concepts of Programming Languages	4032CNPREY	200	6	zie 2.1.2 en 2.1.3
Datastructuren	4032DATASY	200	6	Vereist
Kunstmatige Intelligentie	4032KUI3Y	300	6	Vereist
Operating Systemen	4032VI2OPY	300	6	Vereist
Research Methods in Computer Science	4032RMCS3Y	200	3	zie 2.1.2
Security	4032SECU6Y	200	6	Vereist
Statistics for Computer Scientists	4032STCS6Y	200	6	zie 2.1.2
Totaal			60	

In het 2e jaar kunnen studenten kiezen om het 2 ECTS vak “Artificial Intelligence & Robotics Challenge” te volgen, welke is opgenomen in de Vrije keuzeruimte van het 3^e jaar.

3^e jaar	Vakcode	Niveau	I	I+W
AI and Ethics	4032AIETHY	300	3	Vereist
Bachelorproject ^{3,4}	4032BDI15Y	400	15	zie 2.1.3
Data Mining	4032DATM6Y	300	6	Vereist
Software Engineering	4032SFTE6Y	300	6	Vereist
Vrije keuzeruimte (zie hieronder)		300-400	30	zie 2.1.3
Totaal			60	

³ Zie Sectie 3.1 *Verplichte volgorde*.

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

2.1.1 Afwijkingen vereisten 1^e jaar dubbele bachelor I+W

Studenten van de dubbelstudie *Informatica en Wiskunde* doen *Analyse 1* van *Wiskunde* in plaats van *Calculus 1* en *Calculus 2*. Verder moeten beide informaticavakken *Linear Algebra for Computer Scientists 1* en *Linear Algebra for Computer Scientists 2* vervangen worden door het wiskundevak *Lineaire Algebra 1. Foundations of Computer Science* wordt vervangen door *Wiskundige Structuren*. De twee vakken *Oriëntatie Informatica* en *Studying and Presenting* worden vervangen worden door het wiskundevak *Caleidoscoop*. Voor studenten die voor studiejaar 2023/2024 met de dubbele bachelor zijn begonnen, is deze laatste vakvervanging optioneel.

2.1.2 Afwijkingen vereisten 2^e jaar dubbelbachelor I+W

Studenten van de dubbelstudie *Informatica en Wiskunde* kiezen of *Research Methods in Computer Science* van informatica of *Seminarium Presenteren en Communiceren* (4082SEMPCY) bij wiskunde. Verder dient het informaticavak *Statistics for Computer Scientists* vervangen te worden door het wiskundevak *Inleiding Mathematische Statistiek* (4082INLSTY). De vakken *Computability* en *Concepts of Programming Languages* zijn verplicht en worden in het derde jaar van de dubbele bachelor gevolgd.

2.1.3 Afwijkingen vereisten 3^e jaar dubbele bachelor I+W

In de vereisten van het derde jaar van de dubbelstudie *informatica en wiskunde* studenten zijn ook de tweedejaars informatica vakken *Computability* en *Concepts of Programming Languages*. Verder dienen studenten van de dubbelstudie *informatica en wiskunde* in plaats van de *vrije keuzeruimte*, vier vakken te kiezen uit de keuzeruimte van het 3e jaar Informatica (zie tabel hieronder) en uit de keuzeruimte van het 3e jaar Wiskunde (zie studiegids), waarvan ten minste twee informaticavakken en minimaal een wiskundevak. Het onderzoek t.b.v. het *bachelorproject* voor de dubbelstudie *Informatica en Wiskunde* vindt plaats onder verantwoordelijkheid van beide opleidingen en wordt begeleid door twee docenten uit de betreffende disciplines. De twee disciplines dienen herkenbaar te zijn in de keuze van het onderwerp van het onderzoek. Studenten van de dubbelstudie *Informatica en Wiskunde* zijn verplicht hun project voor beide studies te presenteren, maar zij mogen kiezen of zij deelnemen aan het *bachelorseminarium wiskunde* of de *bachelorklas* van *Informatica*. De mogelijkheid bestaat om twee aparte onderzoeken te doen, voor een totaal van 33 EC.

2.1.4 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 elk 6 EC) uit het aanbod keuzevakken 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	Vakcode	Niveau	EC
Artificial Intelligence & Robotics Challenge	[NEW-CODE]	300	2
Compiler Construction	4032CCONEY	300	6
Computer Graphics	4032CCGR6Y	300	6
Computer Networks	4032CMNW6Y	300	6
Data Protection ⁵	4032DAPROY	300	6
Data Science	4032DASC6Y	300	6
Human Computer Interaction & Information Visualization	4032HCIIVY	400	6

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

Geldig per 1 september 2023

Internet Governance	4032INTGVY	300	6
Introduction to Reinforcement Learning	4032IRLRNY	300	6
Introduction to Video Game Making	4032IVGM6Y	300	6
Natural Language Processing	4032NLP6CY	300	6
Natural Computing	4032NACO6Y	300	6
Program Correctness	4032PRGCRY	300	6
Requirements Engineering	4032RQEN6Y	300	6

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

2.2 Afstudeerrichting Informatica & Economie

<i>1^e jaar</i>	Vakcode	Niveau	EC
Algorithms and Data Structures	4031ALGDSY	200	6
Calculus 1	4031CALC1Y	100	3
Calculus 2	4031CALC2Y	200	3
Databases	4031DABA6Y	200	6
Essentials of Computer Systems	4032ESSCSY	200	6
Foundations of Computer Science	4031FDSC6Y	100	6
Introduction to Accounting	4031INTTAY	200	6
Introduction to Logic	4031ILOGIY	100	6
Introduction to Programming	4031IPRG6Y	100	6
Linear Algebra for Computer Scientists 1	4031LACS1Y	100	3
Linear Algebra for Computer Scientists 2	4031LACS2Y	200	3
Oriëntatie Informatica & Economie	4031IEOOIY	100	3
Studying and Presenting	4031STPEVY	100	3
Totaal			60

<i>2^e jaar</i>	Vakcode	Niveau	EC
Economie van de Publieke Sector	29041016	200	5
Financieel Management van de Publieke Sector	29041010	200	5
Integration: Business-IT-Alignment	4032IBIAIY	200	3
Machine Learning	4032KIMLRN	200	6
Macro-economie	29041034	100	5
Micro-economie	29041032	100	5
Requirements Engineering	4032RQEN6Y	300	6
Research Methods in Computer Science	4032RMCS3Y	200	3
Security	4032SECU6Y	200	6
Software Development	4032SWDEVY	200	6
Statistics for Computer Scientists	4032STCS6Y	200	6
Technology and Operations Management	4602SBBT4Y	300	4
Totaal			60

Geldig per 1 september 2023

Studenten die voor studiejaar 2022/2023 met de studie begonnen zijn en het 8 ECTS vak Inleiding Accounting aan de Erasmus Universiteit Rotterdam nog moeten behalen, kunnen in Leiden het 6 ECTS vak Introduction to Accounting (4031INTTAY) volgen, welke met een extra opdracht zal worden aangevuld tot 8 ECTS.

3 ^e jaar	Vakcode	Niveau	EC
AI and Ethics	4031AIETH	300	3
AI for Business	4602SBBA5	300	5
Bachelorproject	4032BDI15Y	400	15
Data Science	4032DASC6Y	300	6
Foundations of Financial Management	4602SBBF4Y	300	4
Integration: Project Management	4032INPMEY	200	4
Seminar Business Information Systems	4032IEBISY	300	6
Software Engineering	4032SFTE6Y	300	6
<i>Keuze uit een van de volgende twee vakken</i>			6
• Data Protection	4032DAPROY	300	
• Internet Governance	4032INTGVY	300	
Macro-economie	29041034		5
Totaal			60

Studenten die voor studiejaar 2022/2023 met de studie begonnen zijn en het 8 ECTS vak Macro-economie aan de Erasmus Universiteit Rotterdam nog moeten behalen, kunnen in Leiden het 5 ECTS vak Macro-economie (4031INTTAY) volgen, plus een vak naar keuze van minimaal level 200 en van minimaal 3 ECTS uit de bachelor Informatica of minor Science, Business and Innovation. Vanzelfsprekend is dit een vak welke niet al reeds in het programma van Informatica & Economie van de student is opgenomen.

2.3 Afstudeerrichting Bioinformatica

Vanaf 1 september 2023 is deze specialisatie alleen beschikbaar in het 2^e en 3^e jaar. Studenten die voor studiejaar 2023/2024 zijn begonnen met de studie en die nog niet alle vakken van het 1^e jaar hebben afgerond kunnen deze vakken vinden in het programma van de bachelor *Data Science and Artificial Intelligence* of de bachelor *Biologie*.

2 ^e jaar	Vakcode	Niveau	EC
Automata Theory	4032AUTTH	200	6
Biochemie (voor Bioinformatica)	4031IBBCH	200	6
Bio-Ethics and Security	4032BETHSY	300	3
Celbiologie	4602CELBI	100	3
Integration: Sequence Analysis	4032IBISEY	200	3

Geldig per 1 september 2023

Integration: Technology Trends	4032IBITEY	200	3
Machine Learning	4032KIMLRY	200	6
Moleculaire Biologie	4022MOB20	200	3
Moleculaire Genetica 1 (voor Bioinformatica)	4031IBMG1	100	3
Research Methods in Computer Science	4032RMCS3Y	200	3
Security	4032SECU6Y	200	6
Software Development	4032SWDEVY	200	6
Statistics for Computer Scientists	4032STCS6Y	200	6
SysteembioogieError! Bookmark not defined.	4022SYS17	200	3
Totaal			60

Studenten die voor studiejaar 2022/2023 begonnen zijn met de studie en die het vak *Integration: Biological Data Sharing* nog moeten behalen, kunnen dit vervangen door het nieuwe vak *AI and Ethics*.

3 ^e jaar	Vakcode	Niveau	EC
BachelorprojectError! Bookmark not defined. okmark not defined.	4032BDI15Y	400	15
Cognitive Neuroscience	4032KICNSY	300	6
Data Mining	4032DATM6Y	300	6
Human Computer Interaction & Information Visualization	4032HCIIVY	400	6
Natural Computing	4032NACO6Y	300	6
Software EngineeringError! Bookmark not defined.	4032SFTE6Y	300	6
Vrije keuzeruimte (zie hieronder)			15
Totaal			60

2.3.1 Vrije keuzeruimte Bioinformatica

De vrije keuzeruimte Bioinformatica in het tweede semester kan worden ingevuld met een keuze van vakken uit het aanbod uit de tabel hieronder, zonder dat daarvoor toestemming van de examencommissie nodig is.

Keuzevakken bioinformatica	Vakcode	Niveau	EC
AI and Ethics	4032AIETHY	300	3
Data Science	4032DASC6Y	300	6
Evolutiebiologie 1	40214EV18	100	2
Neural Computing	4032NECO6	200	6
Introduction to Reinforcement Learning	4032IRLRNY	300	6
Moleculaire Genetica van Planten en Microben	4032IBMG3Y	200	3
Moleculaire Microbiologie	4032IBMMBY	200	3

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.

2.3 Afstudeerrichting Kunstmatige Intelligentie

Vanaf 1 september 2023 is deze specialisatie alleen beschikbaar in het derde jaar. Studenten die voor studiejaar 2023/2024 zijn begonnen met de studie en die nog niet alle vakken van het 1^e en 2^e jaar hebben afgerond kunnen deze vakken vinden in het programma van de bachelor *Informatica*, of in de bachelor *Data Science and Artificial Intelligence*.

3 ^e jaar	Vakcode	Niveau	EC
AI and Ethics	4032AIETHY	300	3
Bachelorproject	4032BDI15Y	400	15
Software Engineering Error! Bookmark not defined.	4032SFTE6Y	300	6
Vrije keuzeruimte (see below)			36
Totaal			60

2.1 Vrije keuzeruimte

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 elk 6 EC) uit het tabel hieronder 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 kunstmatige intelligentie	Vakcode	Niveau	EC
Artificial Intelligence & Robotics Challenge	[NEW-CODE]	300	2
Cognitive Modelling	4032COGNMY	300	6
Cognitive Neuroscience	4032KICNSY	300	6
Concepts of Programming Languages	4032CNPREY	200	6
Creative AI	4036CRAI6Y	300	6
Data Science	4032DASC6Y	300	6
Human Computer Interaction & Information Visualization	4032HCIIVY	400	6
Introduction to Reinforcement Learning	4032IRLRNY	300	6
Introduction to Video Game Making	4032IVGM6Y	300	6
Natural Computing	4032NACO6Y	300	6
Natural Language Processing	4032NLP6CY	300	6
Program Correctness	4032PRGCRY	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.

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

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

Om deel te mogen nemen aan het vak *Software Engineering* in het derde jaar (alle specialisaties), moet de student de volgende drie programmeervakken met goed gevolg hebben afgerond:

1. *Programmeermethoden* (4031PRGR6Y) of *Introduction to Programming* (4031IPRG6Y)
2. *Algoritmiëk* (4031ALGO6Y) of *Algorithms and Data Structures* (4031ALGDSY)
3. *Programming Techniques* (4031PRGT6Y) of *Software Development* (4032SWDEVY)

Geldig per 1 september 2023

In uitzonderingsgevallen kan de studieadviseur toestemming geven om mee te doen als het derde vak nog niet volledig behaald is.

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

- a. Het eerste jaar van *Informatica*, *Informatica & Economie*, *Bioinformatica* of *Kunstmatige Intelligentie* moet in het geheel met goed gevolg zijn afgerond;
- b. 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 jaar 2 en 3 van de studie;
- c. Er zijn op dat moment minstens 18 EC's behaald uit het vierde semester van de studie inclusief *Research Methods in Computer Science* (of *Seminarium presenteren en communiceren* voor studenten van de dubbelstudie *Informatica en Wiskunde*, of één van de twee vakken *Introduction to Behavioural Data Science* of *Research Methods in AI* voor studenten uit de specialisatie *Kunstmatige Intelligente*).

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

BSc opleiding Natuurkunde

Crohonummer 50206

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

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

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

1.2 Eindkwalificaties (Onderwijs- en Examenregeling art 2.3)

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

(A) KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING

On completion of the programme, the student should:

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

(B) APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING

On completion of the programme, the student should:

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

Geldig per 1 september 2023

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

(C) JUDGEMENT

On completion of the programme, the student should:

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

(D) COMMUNICATION

On completion of the programme, the student should:

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

(E) LEARNING SKILLS

On completion of the programme, the student should:

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

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

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

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

1.3 Onderwijstaal (Onderwijs- en Examenregeling art. 2.9)

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

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

De bacheloropleiding natuurkunde kan worden gevolgd in combinatie met een bachelor sterrenkunde of een bachelor wiskunde (als dubbele bachelor). In het onderstaande overzicht zijn de vereisten voor het natuurkundediploma voor de drie varianten weergegeven. Het complete studieschema voor deze dubbele bachelor is te vinden vanaf pagina 55.

Programma 1 ^e jaar natuurkunde	Vakcode	Niveau	#ECs	Afwijkende vereisten icm studie sterrenkunde	Afwijkende vereisten icm met studie wiskunde
Analyse 1 NA of Analyse 1	4081AN1NAY /4081ANAL1Y	100	6		Analyse 1
Analyse 2 NA of Analyse 2	4081AN2NAY / 4081ANAL2Y	200	6		Analyse 2
Complex Physics of Cooking	4061CPH0CY	100	3		
Elektrische en magnetische velden	4061ELMGVY	100	5		
Experimentele Natuurkunde deel I	4061EXNA3Y	200	3		
Experimentele Natuurkunde deel II	4061EXNB3Y	200	3		
Inleiding astrofysica	4071ASTROY	100	4		

Geldig per 1 september 2023

Introductie moderne natuurkunde	4061IMN06Y	100	6		
Klassieke mechanica a	4061KLASAY	100	5		
Lineaire algebra 1NA of Lineaire algebra 1	4081LA1NAY / 4081LIAL1Y	100	6		<i>Lineaire algebra 1</i>
Optica	4061OPTCAY	100	5		
Physics of Life Processes	4061POLP3	100	3		
Presenteren en communiceren	4601PC11CY	100	1		
Programmeermethoden NA	4031PRGR4Y	100	4		<i>Programmeermethoden 4031PRGR6Y (6 EC)</i>
TOTAAL			60	60	62
Programma 2^e jaar natuurkunde	Vakcode	Niveau	#ECs	Afwijkende vereisten icm studie sterrenkunde	Afwijkende vereisten icm met studie wiskunde
Analyse 3 NA	4082AN3NAY	200	6		<i>Gewone differentiaalvergelijkingen 4082GDIFVY (6 EC)</i>
Classical Electrodynamics	4062KLELY	200	4		
Classical Mechanics b	4062CLMB3Y	200	3		
Introduction to Solid State Physics	4062IVSF3Y	300	3		
Lineaire Algebra 2NA of Lineaire Algebra 2	4082LA2NAY / 4082LIAL2Y	200	6		<i>Lineaire Algebra 2</i>
Modern Astronomical & Physics Research	4062MAPR1Y	200	1		
Modern Physics Research	4062MPHR1Y	200	1		
Quantum Mechanics 1	4062QUM16Y	200	6		
Quantum Mechanics 2	4062QUME2Y	300	5		
Physics Experiments 1	4062PHEX3Y	200	3		
Physics Experiments 2	4062PHEX5Y	300	5		
Physics Experiments 3	4062PHEX2Y	300	2		
Statistical Physics 1	4062STAF1Y	200	6		
Keuzevakken (zie toelichting keuzevakken)		200 of hoger	9	<i>3EC</i>	<i>6EC</i>
TOTAAL			60	60	60
Programma 3^e jaar natuurkunde	Vakcode	Niveau	#ECs	Afwijkende vereisten icm studie sterrenkunde	Afwijkende vereisten icm met studie wiskunde
Research Skills & Scientific Integrity (3 EC)	4062RSSI3Y	200	3	Research Skills & Scientific Integrity (3 EC)	Research Skills & Scientific Integrity (3 EC)
Bachelor project (Research)	4062BPR20Y	400	20	Bachelor project (Research) 4602BOANPY	<i>Bachelor project 4602BOWINY (24 EC)</i>
Bachelor project (Thesis)	4062BPT03Y	400	3	Bachelor project (Thesis) 4602BOTH3Y	
Bachelor project (Presentation)	4602BOPR1Y	400	1	Bachelor project (Presentation) 4602BOPR1Y	

Keuzevakken of minor (zie toelichting keuzevakken)	200 of hoger	30		
Extra keuzevakken (zie toelichting keuzevakken)	200 of hoger	3		12 EC
TOTAAL		60	60	60

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 natuurkundevakken keuzeprogramma in het buitenland, met vooraf toestemming van de Examencommissie.
- 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.

Tabel Keuzevakken	Vakcode	Niveau	N	N+S	N+W
Astro-Particle Physics	4062APPH6Y	300	6	6	6
Astronomical Relativity	4072ASTREY	300	6	6	6
Building Blocks of Quantum Matter	4062BBQMY	300	6	6	6
Combinatoriek & Optimalisering	4081COOPTY	200			6
Data Mining	4032DATM6Y	300	6	6	6
Econophysics	4062ECONOY	400	6	6	6
Experimental Projects	4062EXPPRY	300	6	6	6
Fluid Phenomena in Soft Matter	4062FPSM3Y	200	3		3

Keerpunten in de geschiedenis der natuurwetenschappen	4609KEER6Y	200	6	6	6
Machine Learning	4032KIMLRY	300	6	6	6
Mathematical Methods of Physics	4062MMP63Y	300	6	6	6
Molecular Biology for Physicists	4062MLBF3Y	200	3	3	3
Numerieke Wiskunde	4082NUWI6Y	200	6	6	6
Orientatie op Onderwijs (ICLON)	4082ORONDY	300	6	6	6
Physics of Energy	4062PHEN6Y	200	6	6	6
Physics of Life (from Motors to Nerve Pulses)	4062FVLMNY	300	6	6	6
Radiative Processes (verplicht bij N+S)	4072RAP63Y	300	6		6
Relativistic Electrodynamics	4062RELELY	300	3	3	3
Statistical Physics 2	4062SFS26Y	300	6	6	6
Statistics AN 1	4082STAN1Y	300	3	3	3
Statistics AN 2	4082STAN2Y	300	3	3	3
The Electronic Structure of Solids	4062ESOS6Y	300	6	6	6

2.3 Overgangsregeling

Resultaten van vakken die in het verleden zijn behaald blijven geldig, ook als deze vakken niet meer in de huidige OER worden vermeld. Zij kunnen vaak gebruik worden voor een ontheffing van een deel van de verplichtingen in de huidige OER, met de kanttekening dat deze 'oude' vakken voor het oorspronkelijke aantal ECs meetellen en dat een diploma minimaal 180 EC vereist. De onderstaande overgangsregeling geldt voor de volgende verplichte en keuzevakken vanaf 2020-2021. De overgangsregeling van eerdere jaren kunnen gevonden in de OER van die specifieke jaren.

Vanaf jaar	Een tentamen in dit oude vak	vervangt de verplichting voor dit vak
20-21	Modern Physics Research (2 EC) 4062MPHR3Y	Modern Astronomical & Physics Research (1 EC) 4062MAPR1Y & Modern Physics Research (1 EC) 4062MPHR1Y
20-21	On Being A Scientist (3 EC) 4602OBASCY	Research Skills & Scientific Integrity (3 EC) 4062RSSI3Y
20-21	Inleiding Statistiek (6 EC) 4082INLSTY	Inleiding Mathematische Statistiek (6 EC) 4082INLMSY
22-23	Diffusie (3 EC) 4061DIFF3Y	Physics of Life Processes (3 EC)
22-23	Fysica van Leven (3 EC) 4061FVLDPY	Complex Physics of Cooking (3 EC)
22-23	Fysica van Moderne Technologie (3 EC) 4061FMT3Y	Complex Physics of Cooking (3 EC)

Vanaf jaar	Een tentamen in het oude keuzevak	vervangt een tentamen in het nieuwe keuzevak
20-21	Physics of Elementary Particles (6 EC) 4062FED06Y	Astro-Particle Physics (6 EC) 4062APPH6Y
21-22	Building Blocks of Matter (6 EC) 4062BBOM6Y	Building Blocks of Quantum Matter (6 EC) 4062BBQM6Y

2.4 Scriptieregeling Dubbelstudenten

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

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

Artikel 3.1 Verplichte volgorde

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

<i>Onderwijseenheid:</i>	<i>Deelname aan onderwijs en tentamen na behalen van:</i>
Bachelor project (3 ^e jaar) 4062BPR20Y, 4602BOANPY, 4602BOWINY	Alle verplichte vakken uit het 1e en 2e jaar. In overleg met de studieadviseur, die hiervoor gemandateerd is door de Examencommissie, mag hiervan worden afgeweken als er een deficiëntie is die 'redelijkerwijze gecompenseerd kan worden tijdens het uitvoeren van het Bachelor project'.

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

BSc opleiding Sterrenkunde

Crohonummer 50205

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

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

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

1.2 Eindkwalificaties [

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

(A) KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING

On completion of the programme, the student should:

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

(B) APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING

On completion of the programme, the student should:

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

Geldig per 1 september 2023

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

(C) JUDGEMENT

On completion of the programme, the student should:

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

(D) COMMUNICATION

On completion of the programme, the student should:

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

(E) LEARNING SKILLS

On completion of the programme, the student should:

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

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

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

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

1.3 Onderwijstaal (Onderwijs- en Examenregeling art. 2.9)

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

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

De bacheloropleiding sterrenkunde kan worden gevolgd in combinatie met een bachelor natuurkunde of een bachelor wiskunde (als dubbele bachelor). In het onderstaande overzicht zijn de vereisten voor het sterrenkundediploma voor de drie varianten weergegeven. Het complete studieschema voor deze dubbele bachelor is te vinden in bijlage 'dubbele bachelors'.

Programma 1 ^e jaar sterrenkunde	Vakcode	Niveau	#ECs	Afwijkende vereisten icm studie natuurkunde	Afwijkende vereisten icm met studie wiskunde
Analyse 1 NA of Analyse 1	4081AN1NAY /4081ANAL1Y	100	6		Analyse 1
Analyse 2 NA of Analyse 2	4081AN2NAY /4081ANAL2Y	200	6		Analyse 2
Elektrische en magnetische velden	4061ELMGVY	100	5		
Experimentele natuurkunde I	4061EXNA3Y	200	3		
Inleiding astrofysica	4071ASTROY	100	4		

Geldig per 1 september 2023

Introductie moderne natuurkunde	4061IMN06Y	100	6		
Klassieke mechanica a	4061KLASAY	100	5		
Lineaire algebra 1NA of Lineaire algebra 1	4081LA1NAY / 4081LIAL1Y	100	6		<i>Lineaire Algebra 1</i>
Optica	4061OPTCAY	100	5		
Planetenstelsels	4071PLST3Y	100	3		
Praktische Sterrenkunde	4071PRST6Y	100	6		
Presenteren en Communiceren	4601PC11CY	100	1		
Programmeermethoden NA	4031PRGR4Y	100	4		<i>Programmeermethoden 4031PRGR6Y (6 EC)</i>
TOTAAL			60	60	62

Programma 2^e jaar sterrenkunde	Vakcode	Niveau	#ECs	Afwijkende vereisten icm studie natuurkunde	Afwijkende vereisten icm met studie wiskunde
Analyse 3NA	4082AN3NAY	200	6		<i>Gewone differentiaal-vergelijkingen 4082GDIFVY (6 EC)</i>
Astronomical Observing Techniques	4072ASOT5Y	300	5		
Astronomy Lab and Observing Project	4072STRPRY	200	5		
Classical Electrodynamics	4062KLSELY	200	4		
Classical Mechanics b	4062CLMB3Y	200	3		
Galaxies and Cosmology	4072GALC5Y	300	5		
Lineaire Algebra 2NA of Lineaire Algebra 2	4082LA2NAY / 4082LIAL2Y	200	6		<i>Lineaire Algebra 2</i>
Modern Astronomical Research	4072MARC1Y	200	1		
Modern Astronomical and Physics Research	4062MAPR1Y	200	1		
Quantum Mechanics 1	4062QUM16Y	200	6		
Quantum Mechanics 2	4062QUME2Y	300	5		
Statistical Physics 1	4062STAF1Y	200	6		
Stars	4072STAR5Y	300	5		
Statistics and Data Analysis	4072STADAY	200	2		
TOTAAL			60	60	60

Programma 3^e jaar sterrenkunde	Vakcode	Niveau	#ECs	Afwijkende vereisten icm studie natuurkunde	Afwijkende vereisten icm met studie wiskunde
Kernpakket of Minor			30		<i>(advies, 15 EC)</i>
Research Skills & Scientific Integrity	4072RSSI2Y	200	2	<i>Research Skills & Scientific Integrity 4062RSSI3Y (3 EC)</i>	
Radiative Processes	4072RAP63Y	300	6		

Bachelor Project (Research)	4072BRP18Y	400	18	<i>Bachelor project (Research)</i> 4602BOANPY 20 EC	<i>Bachelor Project (Research)</i> 4602BOWINY 24 EC
Bachelor Project (Thesis)	4072BPRT3Y	400	3	<i>Bachelor project (Thesis)</i> 4602BOTH3Y	
Bachelor Project (Presentation)	4072BPRP1Y	400	1	<i>Bachelor project (Presentation)</i> 4602BOPR1Y	
TOTAAL			60	60	60

2.2 Keuzevakken 2e/3e jaar, kernpakket 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 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.

Tabel Keuzevakken

		Niveau	S	S+N	S+W
Algorithms and Data Structures ¹	4031ALGDSY	200	6		6
Algoritmiek ¹	4031ALGO6Y	200	6		6
Astronomical Relativity	4072ASTREY	300	6	6	6
Astronomy from Space	4072ASF53Y	300	3		3
Astro-Particle Physics	4062APPH6Y	300	6	6	6
Building Blocks of Quantum Matter	4062BBQM6Y	300	6	6	6
Combinatoriek en Optimalisering	4081COOPTY	200			6
Computer Graphics	4032CCGR6Y	300	6		6
Data Mining	4032DATM6Y	300	6	6	6
Databases	4031DABA6Y	200	6		6
Econophysics	4062ECONOY	400	6	6	6
Experimental Projects	4062EXPPRY	300		6	
Inleiding kansrekening	4081INLKAY	200	6		
Introduction to Solid State Physics	4062IVSF3Y	300	3		3
Keerpunten in de geschiedenis der natuurwetenschappen	4609KEER6Y	200	6	6	6
Machine Learning	4032KIMLRY	300	6	6	6

¹ "Algoritmiek" en "Algorithms and Data Structures" mogen niet beiden in het studieplan worden opgenomen.

Magnetic Resonance Phenomena	4062MGRV6Y	300		6	
Mathematical Methods of Physics	4062MMP63Y	300	6	6	6
Molecular Biology for Physicists	4062MLBF3Y	200	3	3	3
MSc vak(ken) Astronomy		400	3 – 6		
Numerieke Wiskunde	4082NUWI6Y	200	6	6	6
Oriëntatie op Onderwijs (ICLON)	4082ORONDY	300	6	6	6
Physics Experiments 1	4062PHEX3Y	200	3		
Physics Experiments 2	4062PHEX5Y	300	5		
Physics of Energy	4062PHEN6Y	200		6	
Physics of Life (from Motors to Nerve Pulses)	4062FVLMNY	300		6	
Relativistic Electrodynamics	4062RELELY	300	3	3	3
Seminar series on Cutting Edge Astrophysics (S2CEA)	4072S2CEAY	300	3		3
Statistics AN 1	4082STAN1Y	200	3	3	
Statistics AN 2	4082STAN2Y	200	3	3	
Statistical Physics 2	4062SFS26Y	300	6	6	6
The Electronic Structure of Solids	4062ESOS6Y	300		6	

2.3 Overgangsregeling

Resultaten van vakken die in het verleden zijn behaald blijven geldig, ook als deze vakken niet meer in de huidige OER worden vermeld. Zij kunnen vaak gebruikt worden voor een ontheffing van een deel van de verplichtingen in de huidige OER, met de kanttekening dat deze ‘oude’ vakken voor het oorspronkelijke aantal ECs meetellen en dat een diploma minimaal 180 EC vereist. De onderstaande overgangsregeling geldt voor de volgende verplichte en keuzevakken vanaf 2020-2021. De overgangsregeling van eerdere jaren kunnen worden gevonden in de OER van die specifieke jaren.

Sterrenkunde – Verplichte vakken		
Vanaf jaar	Een tentamen in dit oude vak	vervangt de verplichting voor dit vak
20-21	Modern Astronomical Research & Communication (4 EC) 4072MARC4Y	Modern Astronomical & Physics Research (1 EC) 4062MAPR1Y en Modern Astronomical Research (1 EC) 4072MARC1Y en Statistics & Data Analysis (2 EC) 4072STADAY, of een aanvullend vak in overleg met de studieadviseur.
20-21	On Being a Scientist (3 EC) 4602OBASCY	Research Skills & Scientific Integrity 3 EC 4062RSSI3Y of de 2 EC-variant 4072RSSI2Y met een aanvullend keuzevak in overleg met de studieadviseur
20-21	Inleiding Statistiek (6 EC) 4082INLSTY	Inleiding Mathematische Statistiek (6 EC) 4082INLMSY

Sterrenkunde – Keuzevakken		
Vanaf jaar	Een tentamen in dit oude keuzevak	vervangt een tentamen in het nieuwe keuzevak
20-21	Physics of Elementary Particles (6 EC) 4062FED06Y	Astro-Particle Physics (6 EC) 4062APPH6Y
21-22	Building Blocks of Matter (6 EC) 4062BBOM6Y	Building Blocks of Quantum Matter (6 EC) 4062BBQM6Y

2.4 Scriptieregeling Dubbelstudenten

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

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

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

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

<i>Onderwijseenheid:</i>	<i>Deelname aan onderwijs en tentamen na behalen van:</i>
Astronomy Lab and Observing Project (2 ^e jaar) 4072ALOP6Y	Praktische Sterrenkunde (1 ^e jaar) 4071PRST6Y
Bachelor project (3 ^e jaar) 4062BPR20Y, 4602BOANPY, 4602BOWINY	Alle verplichte vakken uit het 1e en 2e jaar. In overleg met de studieadviseur, die hiervoor gemandateerd is door de Examencommissie, mag hiervan worden afgeweken als er een deficiëntie is die 'redelijkerwijze gecompenseerd kan worden tijdens het uitvoeren van het Bachelor project'.

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

BSc opleiding Wiskunde

Crohonummer 56980

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

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

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

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

1.2 Eindkwalificaties (Onderwijs- en Examenregeling art. 2.3)

A Kennis en inzicht

De afgestudeerde bachelor heeft:

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

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

A2 Kennis en inzicht met betrekking tot enkele specialistische vakken.

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

B Toepassen Kennis en inzicht

De afgestudeerde bachelor heeft:

B1 Vaardigheid in het gebruik van theorie in concrete vraagstellingen.

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

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

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

C Oordeelsvorming

De afgestudeerde bachelor heeft:

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

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

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

D Communicatie

De afgestudeerde bachelor heeft:

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

- D2 Het vermogen om in teamverband samen te werken.

E Leervaardigheden

De afgestudeerde bachelor heeft:

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

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

De bacheloropleiding wiskunde kan worden gevolgd in combinatie met een bachelor natuurkunde, een bachelor sterrenkunde of een bachelor informatica (als dubbele bachelor). In het onderstaande overzicht zijn de vereisten voor het wiskundediploma voor de vier varianten weergegeven. Het complete studieschema voor deze dubbele bachelor is te vinden in bijlage 'dubbele bachelors'.

Programma 1^e jaar wiskunde	Vakcode	Niveau	#ECs	Afwijkende vereisten in combinatie met studie natuurkunde	Afwijkende vereisten in combinatie met studie sterrenkunde	Afwijkende vereisten in combinatie met studie informatica
Algebra 1	4081ALGB1Y	200	6			

Analyse 1	4081ANAL1Y	100	6			
Analyse 2	4081ANAL2Y	200	6			
Caleidoscoop	4081CALSCY	100	6			
Inleiding kansrekening	4081INLKAY	200	6			
Lineaire algebra 1	4081LIAL1Y	100	6			
Wiskundige structuren	4081WISTRY	100	6			
Programmeermethoden	4031PRGR6	100	6			
Combinatoriek en Optimalisering	4081COOPT	200	6	<i>Statistical physics 1</i>	<i>Statistical physics 1</i>	<i>Verplicht (in jaar 2)</i>
Vrij keuzevak		100	6			<i>Vakken uit het informatica-curriculum (advies)</i>
TOTAAL			60	60	60	60
Programma 2^e jaar wiskunde	Vakcode	Niveau	#ECs	Afwijkende vereisten in combinatie met studie natuurkunde	Afwijkende vereisten in combinatie met studie sterrenkunde	Afwijkende vereisten in combinatie met studie informatica
Modelleren en Simuleren	4082MDSIMY	200	6	<i>Experimentele Natuurkunde, Quantum Mechanics 2</i>	<i>Experimentele Natuurkunde, Quantum Mechanics 2</i>	
Numerieke Wiskunde	4082NUWI6Y	200	6	<i>Klassieke Mechanica A, Classical Mechanics B</i>	<i>Klassieke Mechanica A, Classical Mechanics B</i>	<i>Verplicht (in jaar 3)</i>
Complexe functietheorie	4082COMFTY	300	6			
Gewone differentiaalvergelijkingen	4082GDIFVY	200	6			
Inleiding Mathematische Statistiek	4082INLMSY	200	6			
Topologie	4082TOPOLY	200	6			
Seminarium presenteren en communiceren	4082SEMPCY	200	3			<i>of: Research Methods in Computer Science (naar keuze)</i>
Inleiding Maattheorie	4082INMT3Y	300	3			
Lineaire Algebra 2	4082LIAL2Y	200	6			
Keuzeruimte Wiskunde (zie Studiegids)		200-400	12	<i>inclusief: Combinatoriek en Optimalisering, en Numerieke</i>	<i>inclusief: Combinatoriek en Optimalisering, en Numerieke</i>	<i>Vakken uit het informatica-curriculum (advies)</i>

				<i>Wiskunde als Wiskunde keuzevak; 6EC aan vakken uit het natuurkunde- curriculum</i>	<i>Wiskunde als Wiskunde keuzevak; 6EC aan vakken uit het sterrenkunde- curriculum</i>	
TOTAAL			60	60	60	60
Programma 3^e jaar wiskunde	Vakcode	Niveau	#ECs	Afwijkende vereisten in combinatie met studie natuurkunde	Afwijkende vereisten in combinatie met studie sterrenkunde	Vereisten wiskunde in combinatie dubbele bachelor met informatica
<i>Keuzeruimte Wiskunde (zie Studiegids)</i>		200- 400	12	30	30	<i>Twee informatica- of wiskundevakken uit het 3e jaar waarvan minstens één wiskundevak (zie Studiegids en keuzeruimte Informatica) (12 EC)</i>
Bachelorproject	4082BSD18Y	400	18	Bachelor- project 4602BOWINY (24 EC)	Bachelor- project 4602BOWISY (24 EC)	Bachelor- project 4602BOWIFY (24 EC)
<i>Keuzeruimte Wiskunde/Minor</i>		200- 400	30	<i>6EC aan vakken uit het natuurkunde- curriculum</i>	<i>6EC aan vakken uit het sterrenkunde- curriculum</i>	<i>Vakken uit het informatica- curriculum (advies)</i>
TOTAAL			60	60	60	60

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.

De keuzeruimte mag worden ingevuld met keuzevakken uit het tweede en derde jaar van de bachelor wiskunde.

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

gekozen mag worden. Daarentegen mogen Statistiek AN 1 en 2 niet als keuzevak door W+N, en W+S studenten worden gedaan.

2.3 Bachelorproject

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

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

2.4 Overgangsregeling Wiskunde inclusief alle dubbelstudies

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

Wiskunde inclusief alle dubbelstudies	
Een tentamen in dit oude vak	vervangt de verplichting voor dit vak
Differentiable Manifolds 1	Curves and Surfaces
Differentiable Manifolds 2	Differentiable Manifolds
Oriëntatie Informatica en Studying and Presenting	Caleidoscoop
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

Geldig per 1 september 2023

LabVIEW	Physics Experiments 1
Logica	Introduction to Logic
Modelleren 2a en Modelleren 2b, of Modelleren	Modelleren en Simuleren
Numerieke Methoden 1	Numerieke Wiskunde
Physics Experiments	Experimental Projects
Programmeermethoden NA	Introduction to Programming in Python
Semiconductors and Electron Bands	The Electronic Structure of Solids
Signal Processing and Noise	Physics Experiments 2 + 3
Physics of Elementary Particles	Astro-Particle Physics
Building Blocks of Matter	Building Blocks of Quantum Matter
Modern Physics Research	Modern Astronomical & Physics Research en Modern Physics Research
Modern Astronomical Research & Communication	Modern Astronomical & Physics Research and Modern Astronomical Research and Statistics & Data Analysis 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
Diffusie	Physics of Life Processes
Fysica van Leven	Complex Physics of Cooking
Fysica van Moderne Technologie	Complex Physics of Cooking
Atomic and Molecular Physics	Building Blocks of Matter
Physics of Elementary Particles	Astro-Particle Physics
Building Blocks of Matter	Building Blocks of Quantum Matter

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

Hoofdstuk 3 Tentamens en 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:

<i>Onderwijseenheid:</i>	<i>Voorafgaande onderwijseenheid:</i>
Bachelorproject	Seminarium Presenteren en Communiceren ¹ plus 30 EC aan wiskundevakken van het 2 ^e jaar of hoger (inclusief keuzevakken)

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

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

Vrijstellingen tellen niet mee voor het BSA, tenzij de examencommissie daarover anders besluit.

¹ Voor W+I studenten geldt dat Seminarium Presenteren en Communiceren of Research Methods in Computer Science verplicht is.

Dubbele bachelors

1.1 Omschrijving dubbele bachelor

De Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen biedt verschillende bachelorprogramma's aan die ook in combinatie met een tweede bachelorprogramma kunnen worden gevolgd. Voor combinatiestudies is de studielast groter dan de gebruikelijke 60 EC per jaar. Alle combinaties zijn in het eerste jaar roosterteknisch op elkaar afgestemd. Je ontvangt na afronding twee bachelordiploma's en je hebt daarmee toegang tot de masteropleidingen van beide studierichtingen die je hebt afgerond.

In de opleidingsspecifieke bijlage van de betreffende opleidingen zijn de afwijkende programmavereisten voor de verschillende combinaties te vinden. Hieronder is per combinatie het meest efficiënte studieschema te vinden dat kan worden doorlopen om beide bachelors te voltooien.

2.1 Dubbelprogramma's Sterrenkunde (S), Natuurkunde (N), Wiskunde (W)

1 ^e jaar	Code	Niveau	S+N	N+W	S+W
Algebra 1	4081ALGB1Y	200		6	6
Analyse 1NA of Analyse 1 ¹	4081AN1NAY / 4081ANAL1Y	100	6	6	6
Analyse 2NA of Analyse 2 ¹	4081AN2NAY / 4081ANAL2Y	200	6	6	6
Caleidoscoop	4081CALSCY	100		6	6
Complex Physics of Cooking	4061CPHOCY	100	3	3	
Elektrische en magnetische velden	4061ELMGVY	100	5	5	5
Experimentele natuurkunde I	4061EXNA3Y	200	3	3	3
Experimentele natuurkunde II	4061EXNB3Y	200	3	3	
Inleiding astrofysica	4071ASTROY	100	4	4	4
Inleiding Kansrekening	4081INLKAY	200		6	6
Introductie moderne natuurkunde	4061IMN06Y	100	6	6	6
Klassieke mechanica a	4061KLASAY	100	5	5	5
Lineaire algebra 1NA of Lineaire algebra 1 ¹	4081LA1NAY / 4081LIAL1Y	100	6	6	6
Optica	4061OPTCAY	100	5	5	5
Physics of Life Processes	4061POLP3Y	100	3	3	
Planetenstelsels	4071PLST3Y	100	3		3
Praktische Sterrenkunde	4071PRST6Y	100	6		6
Presenteren en Communiceren	4601PC11CY	100	1	1	1
Programmeermethoden	4031PRGR6Y	100		6	6
Programmeermethoden NA	4031PRGR4Y	100	4		
Wiskundige Structuren	4081WISTRY	100		6	6
TOTAAL			69	86	86

¹ In de dubbelstudie S+W en N+W mogen alleen de vakken Analyse 1, Analyse 2 en Lineaire Algebra 1 gekozen worden.

2^e jaar	Code	Niveau	S+N	N+W	S+W
Analyse 3NA	4082AN3NAY	200	6		
Astronomical Observing Techniques	4072ASOT5Y	300	5		5
Astronomy Lab and Observing Project	4072STRPRY	200	5		5
Classical Electrodynamics	4062KLSELY	200	4	4	4
Classical Mechanics b	4062CLMB3Y	200	3	3	3
Complexe Functietheorie	4082COMFTY	300		6	6
Galaxies and Cosmology	4072GALC5Y	300	5		5
Gewone Differentiaalvergelijkingen	4082GDIFVY	200		6	6
Inleiding Maattheorie	4082INMT3Y	300		3	3
Inleiding Mathematische Statistiek	4082INLMSY	200		6	6
Introduction to Solid State Physics	4062IVSF3	300	3	3	
<i>Keuzeruimte Sterrenkunde/Natuurkunde</i>		200 of hoger	3		
<i>Keuzeruimte Wiskunde (zie e-studiegids)</i>		200 of hoger		6	6
Lineaire algebra 2NA of Lineaire algebra 2 ²	4082LA2NAY / 4082LIAL2Y	200	6	6	6
Modern Astronomical and Physics Research	4062MAPR1Y	200	1	1	1
Modern Astronomical Research	4072MARC1Y	200	1		1
Modern Physics Research	4062MPHR1Y	200	1	1	
Physics Experiments 1	4062PHEX3Y	200	3	3	
Physics Experiments 2	4062PHEX5Y	300	5	5	
Physics Experiments 3	4062PHEX2Y	300	2	2	
Quantum Mechanics 1	4062QUM16Y	200	6	6	6
Quantum Mechanics 2	4062QUME2Y	300	5	5	5
Seminarium Presenteren en Communiceren	4082SEMPCY	200		3	3
Stars	4072STAR5Y	300	5		5
Statistical Physics 1	4062STAF1Y	200	6	6	6
Statistics and Data Analysis	4072STADAY	200	2		2
Topologie	4082TOPOLY	200		6	6
TOTAAL			77	81	90

3^e jaar	Code	Niveau	S+N	N+W	S+W
Research Skills & Scientific Integrity	4072RSSI2Y / 4062RSSI3Y	200	3	3	2
Radiative Processes	4072RAP63Y	300	6		6
Bachelor Project (Research) ³	4072BRP18Y/ 4602BOANPY/ 4602BOWINY	400	20	24	24

² In de dubbelstudie S+W en N+W mag alleen het vak Lineaire Algebra 2 gekozen worden.

³ Bij S+W en N+W is in het bacheloronderzoek opgenomen de 2e jaars cursus Seminarium, Presenteren en Communiceren. Het is ook mogelijk om twee bachelor projecten te volgen. Bij S+W: een Sterrenkunde project 22 EC en een wiskunde project 18 EC. Bij N+W een Natuurkunde project 24 EC en een Wiskunde project 18EC.

Bachelor Project (Thesis)	4072BPRT3Y	400	3		
Bachelor Project (Presentation)	4072BPRP1Y	400	1		
Kernpakket of Minor			30		15
<i>Keuzeruimte Sterrenkunde/Natuurkunde</i>		200 of hoger	3	12	
<i>Keuzeruimte Wiskunde (zie studiegids)</i>		200 of hoger		30	30
TOTAAL⁴			66	69	77

2.2 Keuzevakken 2e/3e jaar, kernpakket of minor

Voor alle studie jaren, studiecombinaties en keuzevakken geldt het volgende:

De keuzevakken zijn in de onderstaande tabel per studiecombinatie gedefinieerd. Keuzevakken buiten deze tabel zijn mogelijk, maar vereisen goedkeuring van beide studieadviseurs, die hiervoor gemandateerd zijn door de Examencommissie.

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.

3e jaar:

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

Tabel Keuzevakken	Code	Niveau	S+N	S+W	N+W
Algorithms and Data Structures	4031ALGDSY	200		6	
Algoritmiëk	4031ALGO6Y	200		6	
Astronomical Relativity	4072ASTREY	300	6	6	6
Astronomy from Space	4072ASFS3Y	300		3	
Astro-Particle Physics	4062APPH6Y	300	6	6	6
Building Blocks of Quantum Matter	4062BBQM6Y	300	6	6	6
Combinatoriek en Optimalisering	4081COOPTY	200		6	6
Computer Graphics	4032CCGR6Y	300		6	
Data Mining	4032DATM6Y	300	6	6	6
Databases	4031DABA6Y	200		6	
Econophysics	4062ECONOY	400	6	6	6
Experimental Projects	4062EXPPRY	300	6		6

⁴ Het totaal aantal EC van een dubbel programma kan anders uitvallen dan het getal in de tabel door overlap van keuzevakken.

Geldig per 1 september 2023

Fluid Phenomena in Soft Matter	4062FPSM3Y	200			3
Introduction to Solid State Physics	4062IVSF3Y	300		3	
Keerpunten in de geschiedenis der natuurwetenschappen	4609KEER6Y	200	6	6	6
Machine Learning	4032KIMLR	300	6	6	6
Magnetic Resonance Phenomena	4062MGRV6Y	300	6		6
Mathematical Methods of Physics	4062MMP63Y	300	6	6	6
Molecular Biology for Physicists	4062MLBF3Y	200	3	3	3
Numerieke Wiskunde	4082NUWI6Y	200	6	6	6
Oriëntatie op Onderwijs (ICLON)	4082ORONDY	300	6	6	6
Physics of Energy	4062PHEN6Y	200	6		6
Physics of Life (from Motors to Nerve Pulses)	4062FVLMNY	300	6		6
Relativistic Electrodynamics	4062RELELY	300	3	3	3
Seminar series on Cutting Edge Astrophysics (S2CEA)	4072S2CEAY	300		3	
Statistical Physics 2	4062SFS26Y	300	6	6	6
Statistics AN 1	4082STAN1Y	200	3		
Statistics AN 2	4082STAN2Y	200	3		
The Electronic Structure of Solids	4062ESOS6Y	300	6		6

3.1 Dubbelprogramma's Informatica (I) en Wiskunde (W)

1^e jaar	Code	Niveau	I+W
Algoritmiek	4031ALGO6Y	200	6
Databases	4031DABA6Y	200	6
Fundamentals of Digital Systems Design	4031FDSD6Y	100	6
Introduction to Logic	4031ILOGIY	100	6
Programmeermethoden	4031PRGR6Y	100	6
Programming Techniques	4031PRGTEY	200	6
Algebra 1	4081ALGB1Y	200	6
Analyse 1	4081ANAL1Y	100	6
Analyse 2	4081ANAL2Y	200	6
Lineaire Algebra 1	4081LIAL1Y	100	6
Inleiding Kansrekening	4081INLKAY	200	6
Wiskundige Structuren	4081WISTRY	100	6
Caleidoscoop	4081CALSCY	100	6
Totaal			78

2^e jaar	Code	Niveau	I+W
Automata Theory	4032AUTTHY	200	6
Complexity	4032COPE6Y	200	6
Computerarchitectuur	4032CMPA6Y	200	6
Datastructuren	4032DATASY	200	6
Kunstmatige Intelligentie	4032KUIN3Y	300	6
Operating Systemen	4032VI2OPY	300	6
Security	4032SECU6Y	200	6
Combinatoriek & Optimalisering	4081COOPTY	200	6
Complexe functietheorie	4082COMFTY	300	6
Gewone differentiaalvergelijkingen	4082GDIFVY	200	6
Inleiding Maattheorie	4082INMT3Y	300	3
Inleiding Mathematische Statistiek	4082INLMSY	200	6
Lineaire Algebra 2	4082LIAL2Y	200	6
Topologie	4082TOPOLY	200	6
<i>Keuze uit een van de volgende vakken</i>		200	3
<ul style="list-style-type: none"> • Research Methods in Computer Science • Seminarium Presenteren en Communiceren 	4032RMCS3Y 4082SEMPCY		
Totaal			84

3^e jaar	Code	Niveau	I+W
AI and Ethics	4032AIETHY	300	3
Bachelorproject ⁵	4032BDI15Y / 4602BOWIFY	400	24
Data Mining	4032DATM6Y	300	6
Software Engineering	4032SFTE6Y	300	6
Concepts of Programming Languages	4032CNPREY	200	6
Computability	4032CMPBEY	300	3
Numerieke Wiskunde	4082NUWI6Y	200	6
<i>Vier 6 ECTS keuzevakken, waarvan minimaal 2 Informatica vakken uit het 3^e jaar (zie Studiegids), en minimaal 1 Wiskunde vak uit het 3^e jaar (zie Studiegids)</i>		300-400	24
Totaal			78

⁵ Zie OERen Informatica en Wiskunde voor informatie over *verplichte volgorde* en informatie over verplichte deelname aan een *bachelorklas*.

Bijlage 2

Minoren

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. This entails that students will independently and critically think over and reflect on these scientific processes. As such we are promoting essential research skills and aim at fundamental academic skills. In addition, it is important to study how biodiversity evolved and which are the important processes that determine the level of biodiversity in today's ecosystems. By analysing the processes that take place in ecosystems we will investigate the factors underlying biodiversity decline, for example as a result of human interventions or unintentional introduction of invasive species. In addition, we will investigate the impact of newly introduced species or genes on current biodiversity in the Netherlands.

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

Learning objectives

At the end of the minor students are able to:

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

Geldig per 1 september 2023

Programme

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

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

Language

The minor will be taught in English.

Accessibility

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

Number of participants

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

Authority

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

Minor Computational Approaches to Disease, Signaling and Drug Targets

The minor Computational Approaches to Disease, Signaling and Drug Targets (CADSDT) is focused on fundamental scientific research required for discovery of new drug targets and development of new drugs. Since computational modelling approaches are increasingly important in disease and drug research, the first part of the minor focusses on modelling skills and computational thinking. In the second part of the minor students learn how disease- and drug-induced alterations in signaling pathways, as well as induced pluripotent stem cells, 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	Studiegidsnummer
Introduction in Computational Thinking	300	5	4012ICOMTY
Computational Biomedical Research	300	5	4012CBRESY
Biomarkers	300	5	4012BIOMKY
Part 2	Level	EC	Studiegidsnummer
Cellular Signal Transduction	300	5	4012CELSTY
Functional Genomics: from Genotype to phenotype	300	5	4012FUGENY
<i>And one of the following courses:</i>			
Stem Cells in Drug Research*	300	5	4012STCDRY
Farmacotherapie**	300	5	4012FARTHY
Total		30	

* In the course Stem Cells in Drug Research 10 places are available for students of the minor CADSDT. In case more than 10 students apply, students will be selected based on a motivation letter.

** 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. For Bio-Pharmaceutical Sciences students only this course can be taken as a separate elective course.

Language

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

Accessibility

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

Geldig per 1 september 2023

Number of participants

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

Authority

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

Minor Cyber Security Governance Essentials

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

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

Programme

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

Course name	Level	EC	Catalogue nr.
Basic Programming in Python	100	6	4032BPPYTY
Basics of Computer Systems	200	6	[NEW-CODE]
Introduction to Cyber Security	300	6	4032MICS6Y
Internet Governance	300	6	4032INTGVY
Data Protection	300	6	4032DAPROY

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

All courses of the minor are taught by LIACS and ISGA lecturers in The Hague. Most of the courses consist of a theoretical and a practical part. It is not possible to replace courses of the programme with other courses.

Language

The minor is taught in English.

Accessibility

The minor *Cyber Security Governance Essentials* is open for students with an interest in socio-technical challenges who want to delve into the technical and governance aspects of cyberspace in general and cybersecurity in particular. Some courses require knowledge or understanding of mathematics, so students should have affinity with the latter at high school level. No prior knowledge of law, public

Geldig per 1 september 2023

administration and governance is required. Students are expected to have sufficient knowledge of English. In particular, the minor is accessible to study-abroad students and exchange students.

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

Number of participants

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

Authority

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

Minor Data Science & Artificial Intelligence

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

Studielast

De studielast van het minor programma *Data Science & Artificial Intelligence* is ten minste 30 EC, verspreid in twee semesters of 15EC in het voorjaars semester.

Onderwijstaal

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

Onderwijsprogramma

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

Kernvakken (keuze van 5 vakken)	Niveau	EC	Catalogue nr.
Data Mining	300	6	4032DATM6Y
Databases	200	6	4031DABA6Y
Human Computer Interaction & Information Visualization	400	6	4032HCIIVY
Machine Learning	300	6	4032KIMLRV
Natural Computing	300	6	4032NACO6Y
Data Science	300	6	4032DASC6Y

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

Schakelvakken	Niveau	EC	Catalogue nr.
Introduction to Programming	100	6	4031IPRG6Y
Statistics for Computer Scientists	200	6	4032STCS6Y

Studenten die geen programmeerervaring hebben dienen het vak *Introduction to Programming* te volgen in plaats van een van de kernvakken, dit na overleg met de minorcoördinator.

Studenten die geen basisvak *Statistiek* in hun vooropleiding hebben, dienen het vak *Statistics for Computer Scientists* te volgen in plaats van een van de kernvakken, dit na overleg met de minorcoördinator.

Geldig per 1 september 2023

Keuzepakket (15 EC)

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

Toegang en toelating

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

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

Aantal deelnemers

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

Minor Human Evolution

This multidisciplinary minor provides students with knowledge on how and why humans became the way they are. The minor focuses on the evolution of the species *Homo sapiens* from other hominin lineages and animal ancestors, and on the various factors shaping this process. Not only is human evolution of great intrinsic interest; it also has important implications for understanding our culture, behaviour and disease. The minor is taught by a range of experts from Biology, Archeology, LUMC, Social Sciences and Humanities. A prominent first goal of this minor is to let students experience and practice interdisciplinary collaboration.

The minor starts with the biological principles of evolution, life histories, and phylogenetics. Attention will be paid to the comparative anatomy and physiology of the human digestive tract, immune system and brain. The program then continues with paleontological methods, and the reconstruction of the age, distribution and anatomy of human species. Archeological evidence on diet, use of fire, disease, and group composition will be studied. Hereafter, the minor focuses on the consequences of our evolutionary history for our health, and will provide evolutionary explanations for ageing, metabolic disease, cancer, autoimmune disease and mental disorders. The program ends with an exploration of the diversity in behaviour of modern humans, and the evolution of a range of human traits such as foraging strategies, mate preferences, culture, language, and music.

A prominent second learning objective is scientific writing and critical evaluation of scientific literature. Therefore, students will work in small interdisciplinary groups on an integrative essay in the first half of the minor, and will review a topic on own choice at the end of the minor. During the minor, students will become familiar with a variety of approaches and theories in the field by a combination of lectures, primary literature, many practicals and some museum visits. There are ample opportunities for debate, oral presentations, poster presentations and discussions.

Programme

	Level	EC
Origins of human anatomy and physiology 4023OHAPHY	300	6
History of the human lineage 4023HSHL6Y	300	6
Health and aging 4023HEAG3Y	300	3
Evolution of human behaviour	300	9
Review on topic of own choice 4023REVTPY	400	6

Courses can only be followed in order of description. It is not possible to join a course without having followed the previous one(s). The minor requires an investment of 40 hours per week and intensive *on campus* presence. It is possible for medical students to follow the first three courses (15EC) as half minor.

Language

The minor will be taught in English.

Accessibility

The minor is accessible to all students, but the emphasis on biological and medical topics requires a quick understanding of molecular genetics, physiology and epidemiology. An online test is available to give interested students an idea of the level of the courses. The aim is an equal mix of biology,

Geldig per 1 september 2023

archaeology and medicine students. All other students may be interviewed to evaluate their motivation.

Number of participants

The minor has a maximum capacity of 75 participants, with the aim of an equal number of biology, archaeology and medicine students.

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	Studiegidsnummer
Introduction to Computational Thinking	300	5	4012ICOMTY
Synthetic Organic Chemistry	400	5	4012SOCH5Y
Modern Analytical Approaches to Drug Discovery	300	5	4012MAADDY
Drug Delivery Technology	300	5	4012DRDT5Y
Medicinal Chemistry	300	5	4012MEDCHY
Bioorganic Synthesis	300	5	4012BIOS5Y
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 Appendix 2 of the Onderwijs- en Examenregeling). This minor is only accessible to students in Bio-Pharmaceutical Sciences, Life Science & Technology, Molecular Science & Technology and exchange students who comply with the admission criteria.

Number of participants

The minor has a minimum number of participants of 10 and a maximum capacity of 40 participants.

Authority

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

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

Minor Molecular Biotechnology

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

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

Programme	Level	EC
Industrial Biotechnology 4023INB21Y	300	6
Plant Biotechnology 4023MPB21Y	300	6
Medical Biotechnology 4023MBT20Y	300	6
Biotechnology Science Projects and Entrepreneurship 4023BPE21Y	400	12

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

Language

The minor will be taught in English.

Accessibility

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

Number of participants

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

Authority

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

Minor Quantitative Biology

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

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

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

Programme

		Level	EC
QB1a	Elementary and practical biology and methods for non-biologists 4022MQB1AY	200	3 ¹
QB1b	Elementary and practical mathematics for non-mathematicians 4082MQB1BY	200	3 <small>Error! Bookmark not defined.</small>
QB2	Physics and chemistry for biodynamic modelling 4022MQB02Y	300	6
QB3	Multiscale Mathematical Biology 4373MUBI6Y	400	6
QB4	Cases from research practice 4022MQB04Y	300	3
QB5	Innovative Research Ideas 4022MQB05Y	400	3
QB6	Interdisciplinary Research Training 4082MQB06Y	400	9

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

The following are possible:

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

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

¹ Students follow only one of the courses QB1a and QB1b, the one most fit in view of their educational background to give all participants a good starting position with respect to their knowledge of biology or mathematics.

Geldig per 1 september 2023

Language

The minor will be taught in English.

Accessibility

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

Number of participants

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

Authority

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

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

Minor Science, Business, and Innovation

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

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

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

Programme

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

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

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

Language

The minor is taught in English.

Accessibility

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

Number of participants

The minor has a maximum capacity of 95 participants.

Authority

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

Minor Sustainable development

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

The program will be taught by CML, but with 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.

Geldig per 1 september 2023

Programme

	Level	EC
Sustainable Development: Big Issues New Answers	300	15
Sustainability in Practice	300	8
<i>Choice of one of the three options below*:</i>		
Area Study Sustainability Netherlands	300	7
Area Study Sustainability Philippines	300	10
Area Study Sustainability Portugal	300	7

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

Language

The minor will be taught in English.

Grading

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

Accessibility

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

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

To take part in the course *Sustainability in Practice*, 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 *Sustainability in Practice*.

Authority

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

Vooropleidingseisen Minoren

Minor

Sustainable Chemistry and Biotechnology

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

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

Minor

Modern Drug Discovery

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

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

Minor

Computational Approaches to Disease, Signaling and Drug Targets

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

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

Geldig per 1 september 2023

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.