

Bijlagen bacheloropleiding Natuurkunde 2012-2013

Bijlage I Eindtermen van de bacheloropleiding (artikel 1.3)

De bacheloropleiding Natuurkunde beoogt door middel van een breed opgezet curriculum zodanige kennis, vaardigheden, inzicht en attitude bij te brengen op het gebied van de natuurkunde dan wel technische natuurkunde, dat de afgestudeerde in staat is tot zelfstandige beroepsuitoefening en in aanmerking komt voor een eventuele vervolgopleiding tot wetenschappelijk onderzoeker.

Deze doelstelling is vertaald naar eindtermen. De eindtermen zijn in een breed verband binnen het Opleidingsinstituut Natuurwetenschappen en Technologie (ONT) van de Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen van de Rijksuniversiteit Groningen tot stand gekomen. Eerst zijn generieke eindtermen geformuleerd die van toepassing zijn op de bacheloropleidingen Sterrenkunde, Natuurkunde, Technische Natuurkunde, Scheikunde, Scheikundige Technologie, Wiskunde en Technische Wiskunde. Vervolgens zijn per discipline de eindtermen uitgebreid met opleidingsspecifieke eindtermen.

A. Generieke eindtermen - Kennis

A1. De bachelor heeft een globale kennis van de grondslagen en geschiedenis van de wiskunde, natuurwetenschappen en techniek, in het bijzonder van de eigen discipline.

A2. De bachelor beheerst de basisbegrippen van de eigen discipline (voor een nadere specificatie zie Bijlage 1) met een zekere diepgang en kent de samenhang van deze basisbegrippen in de eigen discipline als wel de samenhang met andere disciplines.

A3. De bachelor heeft kennis van enkele recente, verdiepende onderwerpen in de eigen discipline.

A4. De bachelor is vertrouwd met het kwantitatieve karakter van de wiskunde en natuurwetenschappen en heeft inzicht in de methoden, waaronder die met gebruik van computers, die in deze disciplines worden gebruikt, in het bijzonder in de eigen discipline.

A5. De bachelor heeft voldoende kennis en begrip van wiskunde en natuurwetenschappen om met succes in te kunnen stromen in een masteropleiding op het gebied van de eigen discipline.

A6. De bachelor is zich bewust van de maatschappelijke, ethische en sociale aspecten van het beoefenen van wiskunde en natuurwetenschappen.

B. Generieke eindtermen - Vaardigheden

B1 (Onderzoeken) De bachelor is in staat begeleid-zelfstandig vanuit een interessegebied een onderzoeksvraag te stellen, onderzoek te ontwerpen en te plannen, dat vervolgens uit te voeren en daarover te rapporteren. De bachelor kan zich een goed beeld vormen van de waarde en de beperkingen van dat onderzoek, en ook een oordeel te vormen over toepasbaarheid buiten het eigen vakgebied.

B2 (Ontwerpen en Modelleren) De bachelor is in staat om een probleem, in het bijzonder een ontwerpprobleem, te vertalen naar een plan van aanpak en - rekening houdend met de wensen van de opdrachtgever c.q. technische randcondities - een oplossing te vinden.

B3 (Informatie verzamelen) De bachelor is in staat om met behulp van moderne communicatiemiddelen relevante informatie te verzamelen en deze kritisch te interpreteren.

B4 (Samenwerken) De bachelor is in staat in een (multidisciplinair) team aan technisch-wetenschappelijke problemen met anderen samen te werken.

B5 (Communiceren) De bachelor is in staat om in academische en beroepsmatige contexten mondeling en schriftelijk te communiceren, met zowel vak- als niet-vakgenoten, in het Nederlands en in het Engels. Hij/zij is vertrouwd met de

daartoe geëigende communicatiemiddelen.

B6 (Reflecteren) De bachelor is in staat zijn/haar eigen en andermans handelen in een natuurwetenschappelijke context te beoordelen, daarbij oog hebbend voor sociaal-maatschappelijke en ethische aspecten.

B7 (Leervaardigheden) De bachelor is in staat om leervaardigheden toe te passen, die het mogelijk maken om met een hoge mate van autonomie een vervolgstudie te volgen en kennis te verwerven in nieuwe terreinen.

B8 Additionele vakspecifieke vaardigheden staan vermeld in Bijlage 2.

Bijlage 1 Opleidingsspecifieke eindtermen - Basiskennis - Bacheloropleiding Natuurkunde

De bachelor Natuurkunde heeft:

- 1.1. kennis van de belangrijkste onderwerpen op het gebied van de
 - a) (Klassieke) Mechanica
 - b) Elektromagnetisme
 - c) Kwantumfysica
 - d) Thermodynamica
 - e) Statistische Fysica
 - f) Golfverschijnselen, trillingen en optica
 - g) Materie: structuur en interacties
 - h) calculus en lineaire algebra
- 1.2. kennis van onderwerpen in minimaal één van de toepassingsgebieden
 - a) Theoretische Natuurkunde
 - b) Deeltjesfysica
 - c) Nanofysica
 - d) Energie en Milieu
 - e) Leven en Gezondheid
- 1.3. (vrije minor) verbredende kennis van onderwerpen uit de eigen of een andere discipline,

Bijlage 2 Opleidingsspecifieke eindtermen - Vaardigheden - Bacheloropleiding Natuurkunde

De Bachelor Natuurkunde is in staat:

- 2.1. ordes van grootte af te schatten voor verschillende fysische processen,
- 2.2. passende software, zoals een programmeertaal of een (symbolisch) softwarepakket, te gebruiken,
- 2.3. een experiment op te zetten en uit te voeren met in achtneming van veiligheids- en milieuaspecten,
- 2.4. op correcte en ethisch verantwoorde wijze onderzoekdata te analyseren inclusief een foutenanalyse.

Bijlage II Doorstroommasteropleidingen (artikel 1.5)

De bacheloropleiding geeft recht op onvoorwaardelijke toegang tot de volgende masteropleidingen van de Rijksuniversiteit Groningen:

- o Physics
- o Educatie en Communicatie in de Wiskunde en Natuurwetenschappen
- o Energy and Environmental Sciences

Bijlage III Majoren en minoren van de opleiding (artikel 2.1, lid 2)

- 1) Het geheel van de opleiding bestaat uit een verplicht gedeelte en een richting waarbij gekozen kan worden uit drie richtingen die elk een major en een minor omvatten:
 - Natuurkunde van Energie en Milieu
 - Natuurkunde voor Leven en Gezondheid
 - Theoretische en Experimentele Natuurkunde
- 2) De richting Natuurkunde van Energie en Milieu omvat de verdiepende minor Natuurkunde van Energie en Milieu
De richting Natuurkunde voor Leven en Gezondheid omvat de verdiepende minor Natuurkunde voor Leven en Gezondheid.
De minor in de richting Theoretische en Experimentele Natuurkunde kan worden gekozen uit het aanbod van universitaire en facultaire minoren.

Bijlage IV Studieonderdelen van de propedeutische fase

- **Lijst met studieonderdelen; artikel 3.1.1**
- **Vakken met een of meerdere practica; artikel 3.2**
- **Vorm van de tentamens; artikel 7.4**

studieonderdeel	ECTS	vorm van de tentaminering	practicum
Calculus 1	5	schriftelijk tentamen, toets	x
Natuurkundig practicum 1	5	schriftelijk tentamen, functioneren, verslagen	
Keuze uit: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kaleidoscoop Moderne Natuurkunde ▪ Moleculen: structuur, reactiviteit en functie ▪ Oriëntatie Wiskunde 	5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ schriftelijk tentamen ▪ schriftelijk tentamen, practicumbeoordeling, nabespreking ▪ schriftelijk tentamen 	x
Warmte en transport	5	schriftelijk tentamen	
Mechanica en Relativiteit 1	5	schriftelijk tentamen, practicumbeoordeling	x
Lineaire Algebra 1	5	schriftelijk tentamen, practicumbeoordeling	x
Mechanica en Relativiteit 2	5	schriftelijk tentamen, practicumbeoordeling	x
Calculus 2	5	schriftelijk tentamen	
Keuze uit: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inleiding Sterrenkunde ▪ Natuurkunde van Moderne Technologie ▪ Inleiding NExT ▪ Inleiding Energie en Milieu ▪ Natuurkunde en Leven 	5	<p>huiswerk, tussentoets, schriftelijk tentamen, essay, deelname verplichting kennismaking onderzoek</p> <p>schriftelijk tentamen, rapport, essay, deelname verplichting kennismaking onderzoek</p> <p>schriftelijk tentamen, essay, deelname verplichting kennismaking onderzoek</p> <p>schriftelijk tentamen, essay, deelname verplichting kennismaking onderzoek</p> <p>schriftelijk tentamen, huiswerkbeoordeling, essay, deelname verplichting kennismaking onderzoek</p>	
Calculus 3	5	schriftelijk tentamen	
Elektriciteit en Magnetisme 1	5	schriftelijk tentamen, practicumbeoordeling	x
Natuurkundig practicum 2	5	Practicumbeoordeling (presentatie werkplan, eindpresentatie, verslag, posterpresentatie)	x

Bijlage V Studieonderdelen van de post-propedeutische fase

- **Lijst met studieonderdelen; artikel 6.1**
- **Vakken met een of meerdere practica; artikel 6.2**
- **Verplichte volgorde tentamens; artikel 7.2**
- **Vorm van de tentamens; artikel 7.4**

studieonderdeel	ECTS	vorm van de tentaminering	practicum	ingangseis
Inleiding Programmeren en Numerieke Methoden	5	schriftelijk tentamen, practicumbeoordeling	x	
Elektriciteit en Magnetisme 2	5	schriftelijk tentamen		
Kwantumfysica 1	5	schriftelijk tentamen		
Golven en Optica	5	schriftelijk tentamen, practicumbeoordeling	x	
Statistische Fysica	5	schriftelijk tentamen		
Elektronica en Signaalverwerking	5	schriftelijk tentamen, practicumbeoordeling	x	
Structuur der Materie 1	5	schriftelijk tentamen		
Wetenschap, Ethiek, Technologie en Maatschappij	5	schriftelijk tentamen, functioneren, essay, presentatie, verplichte aanwezigheid		
Structuur der Materie 2	5	schriftelijk tentamen		
Natuurkundig Practicum 3	5	Practicumbeoordeling (voorbespreking, experimenteervaardigheden, labjournaal, verslag, nabespreking)	x	
Richting <ul style="list-style-type: none"> ▪ Natuurkunde van Energie en Milieu ▪ Natuurkunde voor Leven en Gezondheid ▪ Experimentele en Theoretische Natuurkunde 	55	zie aparte tabellen		
Bacheloronderzoek	15	functioneren, presentatie, verslag	x	150 ECTS van het bachelorprogramma moet zijn voltooid

Natuurkunde van Energie en Milieu

studieonderdeel	ECTS	vorm van de tentaminering	practicum
Geo-energie	5	schriftelijk tentamen	
Klimaatsysteem en Atmosfeer	5	schriftelijk tentamen	
Natuurkundig Practicum 4	5	Practicumbeoordeling (voorbespreking, experimenteervaardigheden, labjournaal, verslag, nabespreking)	x
Studentenseminarium Energie en Milieu	5	Voordracht, paper en review	
Kernenergie	5	schriftelijk tentamen, essay	
Energie uit Gas	5	schriftelijk tentamen	
Zonnecellen	5	schriftelijk tentamen, presentatie, verslag	
Principles of Measurement Systems	5	schriftelijk tentamen, huiswerkopgaven	
Physics of Fluids	5	schriftelijk tentamen	
Energie en Samenleving	5	schriftelijk tentamen, opdracht, verslag	
Toegepaste Spectroscopie	5	schriftelijk tentamen	

Natuurkunde voor Leven en Gezondheid

studieonderdeel	ECTS	vorm van de tentaminering	practicum
Moleculaire Biofysica	5	schriftelijk tentamen	
Structural Biology	5	schriftelijk tentamen	x
Natuurkundig Practicum 4	5	Practicumbeoordeling (voorbereiding, experimenteervaardigheden, labjournaal, verslag, nabespreking)	x
Moleculaire Dynamica	5	Verslag, presentatie, (onderzoeks)opdracht	x
Ioniserende Straling in de Gezondheidszorg	5	schriftelijk tentamen, presentatie, deelname excursie	
Imaging techniques in radiology	5	schriftelijk tentamen, case studies	x
Nanofysica en -technologie	5	schriftelijk tentamen	
Principles of Measurement Systems	5	schriftelijk tentamen, huiswerkopgaven	
Physics of Fluids	5	schriftelijk tentamen	
Biochemie	5	schriftelijk tentamen	x
Cellular Chemistry	5	schriftelijk tentamen	x

Experimentele en Theoretische Natuurkunde

studieonderdeel	ECTS	vorm van de tentaminering	practicum
Keuze uit: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Complexe Analyse ▪ Moleculaire Biofysica 	5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ schriftelijk tentamen ▪ schriftelijk tentamen 	
Kwantumfysica 2	5	schriftelijk tentamen	
Minor	30	vakafhankelijk	
Keuze uit: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Astroparticle Physics ▪ Device Physics ▪ Symmetry in Physics ▪ Relativistic Quantum Mechanics ▪ Nano-probing and nano-fabrication ▪ Materials design: theoretical methods ▪ Fundamenten van de deeltjesfysica 	15	<ul style="list-style-type: none"> ▪ schriftelijk tentamen ▪ schriftelijk tentamen, case studies ▪ schriftelijk tentamen ▪ schriftelijk tentamen, opdrachten ▪ schriftelijk tentamen ▪ schriftelijk tentamen, computerpracticumbeoordeling, verslag ▪ schriftelijk tentamen 	x

Verdiepende Minor Experimentele en Theoretische Natuurkunde 'Science for Scientists'

De minor heeft een omvang van 30 erts, en dient een samenhangend en verdiepend pakket van vakken te zijn.

studieonderdeel	ECTS	vorm van de tentaminering	practicum
Natuurkundig Practicum 4	5	Practicumbeoordeling (voorbereiding, experimenteervaardigheden, labjournaal, verslag, nabespreking)	x
Kosmologie	5	schriftelijk tentamen, huiswerk	
Kernenergie	5	schriftelijk tentamen, essay	
Ioniserende Straling in de Gezondheidszorg	5	schriftelijk tentamen, presentatie, deelname excursie	
Vaste Stof Fysica	5	schriftelijk tentamen	
Atomen en Moleculen	5	schriftelijk tentamen	
Subatomaire Fysica	5	schriftelijk tentamen	

Moderne ontwikkelingen in de nanofysica	5	presentatie, actieve deelname presentatiesessies	
Chaostheorie	5	essay	
Experimentele Technieken	5	Schriftelijk tentamen	
Nanofysica en -technologie	5	schriftelijk tentamen	
Advanced Mechanics	5	schriftelijk tentamen, numerieke huiswerkopgaven	
Principles of Measurement Systems	5	schriftelijk tentamen, huiswerkopgaven	
Keuzevakken, vakken uit de opleidingen Scheikunde, Scheikundige Technologie, (Technische) Natuurkunde, Sterrenkunde, (Technische) Wiskunde, Technische Bedrijfskunde, ter individuele beoordeling van de examencommissie	0-30	zie bijlage IV en V van de OER van de desbetreffende opleiding	zie bijlage IV en V van de OER van de desbetreffende opleiding

Onverminderd het geen bepaald is in artikel 5 van deze regeling kan aan de tentamens van de studieonderdelen worden deelgenomen door studenten die voor de opleiding zijn ingeschreven.

Bijlage VI

Vooropleidingseisen

A. HBO-propedeuse

1. Bij het toelatingsonderzoek, als bedoeld in art. 7.28, lid 3 van de wet, worden de volgende eisen gesteld:

Opleiding	Vakken op VWO-niveau
B Biologie	wia of wib + na+sk+bio
B Farmacie	wia of wib + na+sk
B Farmaceutische Wetenschappen	wia of wib + na+sk
B Life Science and Technology	wib+na+sk
B Informatica	wib
B Kunstmatige Intelligentie	wia of wib
B Natuurkunde	wib+na
B Scheikunde	wib+na+sk
B Sterrenkunde	wib+na
B Wiskunde	wib
B Scheikundige Technologie	wib+na+sk
B Technische Bedrijfskunde	wib
B Technische Natuurkunde	wib+na
B Technische Wiskunde	wib

2. Voor niet-Nederlandstaligen geldt eveneens de eis van het staatsexamen Nederlands als tweede taal, programma II (NT2-II).
3. De deficiënties worden vervuld ten genoeg van de Commissie Bijzondere Toelatingen van de faculteit.

B. Buitenlands diploma (EER-diploma)

1. Een diploma dat in een Europees land toelating geeft tot de universiteit, geeft in Nederland eveneens toegang tot de universiteit.
2. Bij het toelatingsonderzoek, als bedoeld in art. 7.28, lid 3 van de wet gelden de eisen als geformuleerd voor kandidaten met een HBO-propedeuse (zie A).
3. Voor niet-Nederlandstaligen geldt eveneens de eis van het staatsexamen Nederlands als tweede taal, programma II (NT2-II).
4. Voor beheersing van de Engelse taal wordt vereist: een IELTS score van 6,5, een TOEFL-score van 580 (paper-based), van 237 (computer-based) of van 92 (internet –based) of equivalent.
5. De deficiënties worden vervuld ten genoegen van de Commissie Bijzondere Toelatingen van de faculteit.

C. Buitenlands diploma (Duits diploma)

1. De kandidaat dient in het bezit te zijn van het Zeugnis der Allgemeinen Hochschulreife ('Abitur').
2. Bij het toelatingsonderzoek, als bedoeld in art. 7.28, lid 3 van de wet, worden de volgende eisen gesteld:

Opleiding	
B Biologie	wi (LK of GK) na (LK of GK) sk (LK of GK) bio (LK of GK) (tenminste één vak op Leistungskursniveau)
B Farmacie B Farmaceutische Wetenschappen B Life Science and Technology B Scheikunde B Scheikundige Technologie	wi (LK of GK) na (LK of GK) sk (LK of GK) (tenminste één vak op Leistungskursniveau)
B Informatica B Wiskunde B Technische Wiskunde B Kunstmatige Intelligentie	wi (LK)
B Natuurkunde B Sterrenkunde B Technische Natuurkunde	wi (LK) na (LK of GK)
B Technische Bedrijfskunde	wi (LK of GK) na (LK of GK) (tenminste één vak op Leistungskursniveau)

LK = Leistungskursniveau; GK is Grundkursniveau gevolgd t/m klas 13 of klas 12 (in geval het gymnasium 12 jaren telt).

3. Voor niet-Nederlandstaligen geldt eveneens de eis van het staatsexamen Nederlands als tweede taal, programma II (NT2-II).
4. De deficiënties worden vervuld ten genoegen van de Commissie Bijzondere Toelatingen van de faculteit.

D. Buitenlands diploma (International Baccalaureate)

1. Bij het toelatingsonderzoek, als bedoeld in art. 7.28, lid 3 van de wet, worden de volgende eisen gesteld:

Opleiding	vanaf 2010/2011
B Biologie	Biol (SL of HL) Math (SL of HL) Physics (SL of HL) Chem (SL of HL) twee van deze vakken op HL
B Farmacie B Farmaceutische Wetenschappen B Life Science and Technology B Scheikunde B Scheikundige Technologie	Math (SL of HL) Physics (SL of HL) Chem (SL of HL) twee van deze vakken op HL
B Informatica B Wiskunde B Technische Wiskunde	Math HL
B Kunstmatige Intelligentie	Math SL or Math HL
B Natuurkunde B Sterrenkunde B Technische Natuurkunde B Technische Bedrijfskunde	Math HL Physics HL

SL = Standard Level, HL = Higher Level

2. Voor niet-Nederlandstaligen geldt eveneens de eis van het staatsexamen Nederlands als tweede taal, programma II (NT2-II).
3. De deficiënties worden vervuld ten genoeg van de Commissie Bijzondere Toelatingen van de faculteit.

E. Buitenlands diploma (niet-EER diploma)

1. Een niet-Europees diploma dat volgens standaarden van de NUFFIC en/of NARIC gelijkwaardig is aan een Nederlands VWO-diploma geeft in Nederland toegang tot de universiteit.
2. Bij het toelatingsonderzoek, als bedoeld in art. 7.28, lid 3 van de wet gelden de eisen als geformuleerd voor kandidaten met een HBO-propedeuse (zie A.).
3. Voor niet-Nederlandstaligen geldt eveneens de eis van het staatsexamen Nederlands als tweede taal, programma II (NT2-II).
4. Voor beheersing van de Engelse taal wordt vereist: een IELTS score van 6.5, een TOEFL-score van 580 (paper-based), van 237 (computer-based) of van 92 (internet –based) of equivalent.
5. De deficiënties worden vervuld ten genoeg van de Commissie Bijzondere Toelatingen van de faculteit.

F. Colloquium doctum

1. Bij het toelatingsonderzoek, als bedoeld in art. 7.29 van de wet, worden de volgende eisen gesteld:

Opleiding	Natuur en Gezondheid VWO-niveau	óf	Natuur en Techniek VWO-niveau
B Biologie	en, wia of b, sk, bio, na		en, wib, na, sk, bio
B Farmacie	en, wia of b, sk, bio, na		en, wib, na, sk
B Farmaceutische Wetenschappen	en, wia of b, sk, bio, na		en, wib, na, sk
B Life Science and Technology	en, wib, sk, bio, na		en, wib, na, sk
B Informatica	en, wib, sk, bio		en, wib, na, sk
B Kunstmatige Intelligentie	en, wia of b, sk, bio		en, wib, na, sk
B Natuurkunde	en, wib, sk, bio, na		en, wib, na, sk
B Scheikunde	en, wib, sk, bio, na		en, wib, na, sk
B Sterrenkunde	en, wib, sk, bio, na		en, wib, na, sk
B Wiskunde	en, wib, sk, bio		en, wib, na, sk
B Scheikundige Technologie	en, wib, sk, bio, na		en, wib, na, sk
B Technische Bedrijfskunde	en, wib, sk, bio		en, wib, na, sk
B Technische Natuurkunde	en, wib, sk, bio, na		en, wib, na, sk
B Technische Wiskunde	en, wib, sk, bio		en, wib, na, sk

2. Voor niet-Nederlandstaligen geldt eveneens de eis van het staatsexamen Nederlands als tweede taal, programma II (NT2-II).
3. De deficiënties worden vervuld ten genoegen van de Commissie Bijzondere Toelatingen van de faculteit.