

***Opleidings specifieke bijlage
van het opleidingsdeel van het studentenstatuut
inclusief de onderwijs- en examenregeling
van de bacheloropleiding
Scheikundige Technologie***

(art. 7.13 en 7.59 WHW)

Inhoud

Preambule	1
Artikel 1 Doel van de opleiding	2
Artikel 2 Aansluitende masteropleiding.....	2
Artikel 3 Eindtermen van de opleiding	2
Artikel 4 Taal	6
Artikel 5 Het bachelorexamen.....	6
Artikel 5a Reparatie en geldigheidsduur toetsresultaten	8
Artikel 6 Veiligheid.....	9
Artikel 7 Volgorde onderwijseenheden	9
Artikel 8 Studiebegeleiding	9
Artikel 8a (Bindend) studieadvies (BSA).....	9
Artikel 8b Kwaliteitszorg.....	10
Artikel 9 Wijzigingen en overgangsregeling.....	10
Artikel 10 Inwerkingtreding.....	10

Preambule

1. De regels in deze bijlage zijn van toepassing op de voltijds bacheloropleiding Scheikundige Technologie.
2. Deze opleidings specifieke bijlage vormt samen met het algemeen gedeelte (TNW17066/vdh) het opleidingsdeel van het studentenstatuut inclusief de onderwijs- en examenregeling van de bacheloropleiding Scheikundige Technologie van de faculteit Technische Natuurwetenschappen van de Universiteit Twente.
3. De regels die de examencommissie Scheikundige Technologie heeft vastgesteld over de uitvoering van haar taken en bevoegdheden volgens artikel 7.12b van de wet zijn opgenomen in de 'Regels en richtlijnen van de examencommissie Scheikundige Technologie'.

Kenmerk: TNW/17070/ms/vdh
Datum: 20 juli 2017

Artikel 1 Doel van de opleiding

De bacheloropleiding Scheikundige Technologie beoogt

- de student theoretische en praktische basiskennis en -vaardigheden bij te brengen op het gebied van onderzoek, ontwerp en technologie in de scheikunde, materiaalkunde en procestechnologie;
- een breed curriculum aan te bieden waardoor de student zich kan oriënteren tot voorbij de disciplinegrenzen.
- de student voor te bereiden op een masteropleiding op het terrein van de scheikundige technologie en verwante gebieden;
- optioneel de student de mogelijkheid te bieden om directe toegang te verkrijgen tot de arbeidsmarkt voor technische functies op bachelorniveau op het gebied van scheikundige technologisch onderzoek, ontwerpen en onderwijzen;

Hieronder worden de competentiegebieden van een bachelor Scheikundige Technologie geformuleerd en vervolgens worden deze in artikel 3 uitgewerkt in de eindtermen van de opleiding.

Een Bachelor of Science Scheikundige Technologie:

1. begrijpt de kennisbasis van en heeft enige vaardigheden binnen het gebied van de scheikundige technologie;
2. bezit de basiskennis en vaardigheden om onderzoek te verrichten binnen de scheikundige technologie;
3. bezit de basisvaardigheden om scheikundige producten of processen te ontwerpen;
4. heeft een wetenschappelijke benadering;
5. bezit intellectuele basisvaardigheden zoals redeneren, reflecteren en het vormen van een oordeel;
6. is in staat om samen te werken en om te communiceren;
7. is zich bewust van de maatschappelijke, milieu-, duurzaamheids- en veiligheidscontext.

Artikel 2 Aansluitende masteropleiding

Het met goed gevolg afleggen van het bachelorexamen geeft toegang tot de masteropleiding Chemical Engineering van de faculteit TNW.

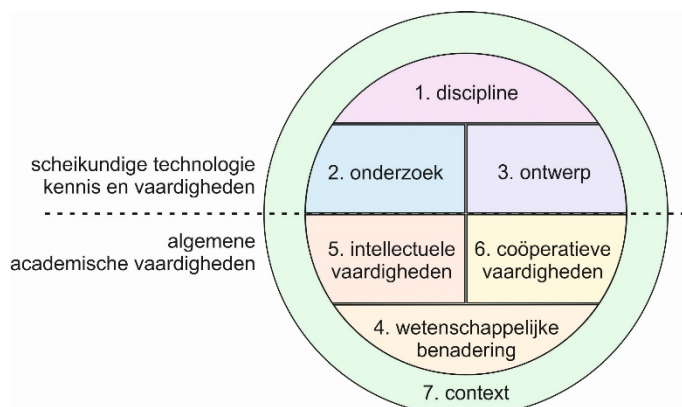
Artikel 3 Eindtermen van de opleiding

De eindtermen van de opleiding zijn beschreven op basis van de 3TU Academische Competenties, die beter bekend zijn als de Meijers Criteria (of de ACQA¹ criteria). Deze criteria zijn goedgekeurd door de NVAO² en bieden een zeer goed kader waarin de algemene eindtermen van een academische master-opleiding systematisch zijn geordend en waarin daarnaast ook specifieke aspecten van de opleiding opgenomen kunnen worden.

Een technische academicus wordt gekarakteriseerd aan de hand van zeven competentiegebieden (zie Fig. 1), die gegroepeerd zijn in drie groepen:

- (a) domein van de opleiding (1, 2, 3)
- (b) academische methodiek van denken en handelen (4, 5, 6)
- (c) context van het uitvoeren van wetenschappelijk onderzoek (7)

Ieder competentiegebied omvat een combinatie van kennis, vaardigheden en houding.



Figuur 1. Zeven competentiegebieden op basis van de Meijers Criteria.

¹ ACQA: Academic Competences and Quality Assurance.

² Nederlands-Vlaamse Accreditatieorganisatie.

De afgestudeerde:

1. is kundig in een of meer wetenschappelijke disciplines.
2. is bekwaam in onderzoeken.
3. is bekwaam in ontwerpen.
4. heeft een wetenschappelijke benadering.
5. bezit intellectuele basisvaardigheden.
6. is bekwaam in samenwerken en communiceren.
7. houdt rekening met de actuele en maatschappelijke context.

De zeven competenties van de bachelor Scheikundige Technologie zijn uitgewerkt in eindtermen. Achter iedere eindterm wordt tussen haken weergegeven of het gaat om het aanleren van kennis [k] en/of vaardigheid [v] en/of houding [h].

Een Bachelor of Science Scheikundige Technologie:

1. *begrijpt de kennisbasis van en heeft enige vaardigheden binnen het gebied van de scheikundige technologie.*
 - i) is bekend met de basis van de bestaande wetenschappelijke kennis en bezit enige vaardigheden om deze verder te ontwikkelen en uit te breiden door studie [a, b, e en f], en
 - ii) bezit elementaire experimentele vaardigheden [c, d].
 - 1a. Begrijpt de kennisbasis en de structuur van de relevante gebieden voor de scheikundige technologie:
 - scheikunde: analytische chemie, anorganische chemie (eigenschappen), organische chemie (synthese en eigenschappen), biochemie, fysische chemie, katalyse,
 - anorganische en organische materiaalkunde (synthese en eigenschappen),
 - procestechnologie: fysische transportverschijnselen, chemische reactoren, scheidingstechnologie, procesontwerp van bestaande processen,
 - de ondersteunende disciplines: toegepaste wiskunde, natuurkunde en toegepaste informatica.Een Bachelor of Science Scheikundige Technologie begrijpt de relevante concepten, theorieën, methoden en technieken. [kv]
 - 1b. Bezit kennis van en enige vaardigheid in de wijze waarop waarheidsvinding, theorievorming en modelvorming plaatsvindt binnen de scheikunde, materiaalkunde en procestechnologie [kv].
 - 1c. Bezit kennis van en enige vaardigheid in de wijze waarop de volgende activiteiten plaatsvinden binnen de scheikundige technologie: [kv]
 - waarheidsvinding en de ontwikkeling van theorieën en modellen,
 - interpretaties van teksten, problemen, gegevens en resultaten,
 - experimenten, gegevensverzameling en simulaties,
 - besluitvorming gebaseerd op gegevens en simulaties.
 - 1d. Bezit enige experimentele vaardigheden binnen de relevante gebieden:
 - scheikunde en materiaalkunde: synthese en kwalitatieve en kwantitatieve bepaling van de eigenschappen van chemische stoffen,
 - procestechnologie: kwalitatieve en kwantitatieve karakterisering van chemische processen.
 - 1e. Is zich bewust van de vooronderstellingen van standaardmethoden en van het belang daarvan. [kvh]
 - 1f. Is in staat (onder begeleiding) eigen kennishiaten te signaleren en door studie kennis te herzien en uit te breiden. [kv]
2. *bezit de basiskennis en vaardigheden om onderzoek te verrichten binnen de scheikundige technologie.*

Een BSc ST kan, onder begeleiding van een senior onderzoeker, een bijdrage leveren aan de uitbreiding van wetenschappelijke kennis.

 - 2a. Is zich bewust van de methode van onderzoek op het gebied van de scheikundige technologie. [kvh]
 - 2b. Is in staat om (onder begeleiding) onderzoek te doen op bachelor's niveau:
 - analyseren van onderzoekproblemen van beperkte complexiteit op het gebied van de scheikundige technologie,
 - toepassen van de relevante kennisbasis,
 - formuleren van onderzoeksdoelen en, indien relevant, een passende hypothese,
 - opstellen van een onderzoeksplan inclusief de theoretische en experimentele stappen, aannames en benaderingen,
 - uitvoeren van de verschillende activiteiten uit het onderzoeksplan,
 - onderzoeksresultaten met betrekking tot het gedefinieerde probleem analyseren en evalueren,
 - onderzoeksresultaten beoordelen op hun bruikbaarheid,
 - verdedigen van de resultaten tegenover betrokken partijen. [kvh]
 - 2c. Is opmerkzaam en heeft de creativiteit en het vermogen om bepaalde verbanden en nieuwe gezichtspunten te ontdekken. [kvh]
 - 2d. Kan op verschillende niveaus van abstractie en gedetailleerdheid werken. [kv]
 - 2e. Is in staat om relevante wetenschappelijke informatie te herkennen, systematisch te verzamelen, te analyseren, te selecteren en te bewerken. [kv]
 - 2f. Ziet waar nodig het belang in van andere disciplines (interdisciplinariteit). [kh]
 - 2g. Is zich bewust van de veranderlijkheid van het onderzoeksproces door externe omstandigheden of voortschrijdend inzicht. [kh]
 - 2h. Is, onder begeleiding, in staat op één of enkele deelgebieden van de disciplines van de scheikundige technologie een bijdrage te leveren aan de ontwikkeling van wetenschappelijke kennis [kv]

3. *heeft de basisvaardigheden voor het ontwerpen van chemische producten of processen.*
Een BSc ST is bekend met de diverse stadia van het ontwerpproces en is in staat om deze te doorlopen in een eenvoudige situatie.
- 3a. Is zich bewust van de ontwerpmethodologie op het gebied van de scheikundige technologie en is zich ervan bewust dat ontwerpen een cyclisch proces is. [kvh]
 - 3b. Is in staat om (onder begeleiding) te ontwerpen op bachelor's niveau:
 - analyseren van ontwerpproblemen van beperkte complexiteit op het gebied van de scheikundige technologie,
 - de relevante kennisbasis integreren in een ontwerp,
 - ontwerpeisen, -doelen en randvoorwaarden formuleren, rekening houdend met sommige veiligheids-, duurzaamheids-, milieu- en economische aspecten,
 - opstellen en uitvoeren van de verschillende activiteiten van het ontwerpplan,
 - verdedigen van de resultaten tegenover betrokken partijen. [kvh]
 - 3c. Kan bestaande kennis integreren in een ontwerp. [kv]
 - 3d. Is in staat om systematisch relevante ontwerp-informatie uit de literatuur, patenten, databases en websites te verzamelen, analyseren, selecteren en te bewerken en is in staat om ontbrekende informatie te schatten. [kv]
 - 3e. Bezit creativiteit en synthetische vaardigheden ten aanzien van ontwerpproblemen. [kvh]
 - 3f. Kan op verschillende niveaus van abstractie en gedetailleerdheid werken, waaronder het systeemontwerp-niveau. [kv]
 - 3g. Is zich bewust van de veranderlijkheid van het ontwerpproces door externe omstandigheden of voortschrijdend inzicht. [kh]
 - 3h. Ziet het belang in van andere disciplines (interdisciplinariteit) en hun bijdrage aan het ontwerpproces. [kh]
4. *heeft een wetenschappelijke benadering.*
Een BSc ST hanteert een systematische werkwijze die wordt gekenmerkt door het gebruik van theorieën, modellen en samenhangende interpretaties.
- 4a. Is nieuwsgierig en heeft een houding van levenslang leren. [kh]
 - 4b. Heeft een systematische aanpak, gekenmerkt door het gebruik van theorieën, modellen en samenhangende interpretaties. [kvh]
 - 4c. Bezit de kennis en de vaardigheid voor het rechtvaardigen en gebruiken en op waarde schatten van modellen voor onderzoek en ontwerpen ('model' wordt breed opgevat: van wiskundig model tot maquette). Kan modellen voor eigen gebruik aanpassen. [kv]
 - 4d. Bezit de benodigde ICT-vaardigheden voor het bewerken van gegevens en modellen. [kv]
 - 4e. Heeft inzicht in de eigen aard van de natuurwetenschappen en technologie (doel, methoden, verschillen en overeenkomsten tussen wetenschapsgebieden, aard van wetten, theorieën, verklaringen, rol van experimenten, objectiviteit, enz.) [k]
 - 4f. Heeft enig inzicht in de wetenschappelijke praktijk (onderzoekssysteem, relatie met opdrachtgevers, publicatiesysteem, belang van integriteit, enz.). [k]
 - 4g. Is in staat de resultaten van onderzoek en ontwerpen adequaat te documenteren [kvh]
5. *beschikt over enige intellectuele basisvaardigheden, zoals redeneren, reflecteren en het vormen van een oordeel.*
Een BSc ST bezit enige vaardigheid in redeneren, reflecteren en het vormen van een oordeel.
- 5a. Is in staat om (onder begeleiding) kritisch te reflecteren (met ondersteuning) op eigen denken, beslissen en handelen en is in staat zijn gedrag bij te sturen op basis van die reflectie. [kv]
 - 5b. Is in staat om te reflecteren op zijn sterkere en zwakkere capaciteiten op het gebied van zijn rol als onderzoeker, ontwerper, organisator en docent/adviseur en is in staat om zich aan te passen op basis van die reflectie. [kv]
 - 5c. Is in staat om logisch te redeneren en redeneerwijzen toe te passen. [kv]
 - 5d. Is in staat adequate vragen te stellen en heeft een kritische maar constructieve houding bij het analyseren en oplossen van eenvoudige problemen binnen de scheikundige technologie. [kv]
 - 5e. Is in staat om een beredeneerd oordeel vormen in het geval van incomplete of irrelevante data of onzekerheden. [kv]
 - 5f. Is in staat een standpunt in te nemen ten aanzien van een wetenschappelijk betoog binnen de scheikundige technologie. [kvh]
 - 5g. Beschikt over numerieke basisvaardigheden en heeft besef van ordes van grootte. [kv]

6. *Is in staat om samen te werken en te communiceren.*
Een BSc ST is in staat om samen te werken en om voor anderen te werken. Daarvoor is niet alleen om adequate interactie, verantwoordelijkheidsbesef en leiderschap vereist, maar ook goede communicatie met collega's en andere betrokkenen.
- 6a. Kan in het Nederlands schriftelijk (labjournaal, onderzoek- en ontwerpverslag, poster) en mondeling (wetenschappelijke voordracht) communiceren over de resultaten van leren, denken en beslissen, met vakgenoten en niet-vakgenoten en managers. [kv]
 - 6b. Is in staat om Engelstalige wetenschappelijke literatuur en boeken te interpreteren en discussies en wetenschappelijke debatten in het Engels te begrijpen. [v]
 - 6c. Kenmerkt zich door professioneel gedrag. Dit houdt in: betrouwbaarheid, betrokkenheid, nauwkeurigheid, vasthoudendheid en zelfstandigheid evenals respect voor anderen ongeacht hun leeftijd, sociaal-economische status, opleiding, cultuur, overtuiging, geslacht, ras of seksuele geaardheid. [kvh]
 - 6d. Is in staat om projectmatig te werken: is pragmatisch en heeft verantwoordelijkheidsbesef; kan omgaan met beperkte bronnen; kan omgaan met risico's; kan compromissen sluiten. [kvh]
 - 6e. Is in staat om in een multidisciplinair team te werken en te communiceren. [kv]
 - 6f. Heeft inzicht in en kan omgaan met teamrollen en sociale dynamiek. [kv]
7. *houdt rekening met de maatschappelijke, milieu-, duurzaamheids- en veiligheidscontext.*
Een BSc ST is zich ervan bewust dat overtuigingen en methoden hun oorsprong hebben en dat beslissingen op termijn maatschappelijke gevolgen kunnen hebben.
- 7a. Is zich bewust van de maatschappelijke, milieu-, duurzaamheids- en veiligheidsaspecten van de chemische en daaraan gerelateerde industrie en is bekend met Life Cycle Analysis. [kv]
 - 7b. Heeft oog voor de verschillende rollen van scheikundig technologen in de samenleving: onderzoeker, ontwerper, organisator, docent/adviseur. [kv]
 - 7c. Is in staat de plaats van de scheikundige technologie in de maatschappij te analyseren en om de maatschappelijke, milieu-, duurzaamheids- en veiligheidsconsequenties van nieuwe ontwikkelingen in relevante vakgebieden te bespreken met vakgenoten en niet-vakgenoten. [kv]
 - 7d. Is in staat de ethische en normatieve aspecten van de gevolgen en aannamen van wetenschappelijk denken en handelen te analyseren en te bespreken met scheikundig technologische vakgenoten en niet-vakgenoten (in onderzoek, ontwerpen en toepassingen). [kv]
 - 7e. Optioneel: is bekend met en heeft ervaring met de technologische organisatieprocessen bij een scheikundig technologisch bedrijf. [kvh]

Artikel 4 Taal

1. De bacheloropleiding Scheikundige Technologie is een Nederlandstalige opleiding.
2. Studiematerialen zijn Engelstalig of Nederlandstalig.
3. Onderwijseenheden of delen daarvan kunnen in het Engels worden onderwezen of getoetst indien:
 - a) een docent of tutor van de betreffende onderwijseenheid niet-Nederlandstalig is, of
 - b) studenten van de bacheloropleiding Scheikundige Technologie samen met studenten van een Engelstalige bacheloropleiding onderwijs krijgen, of
 - c) de opleiding dat nodig acht om daarmee te kunnen voldoen aan een van haar eindtermen op het gebied van communicatievaardigheden in de Engelse taal.
4. In overeenstemming met artikel 4.4 lid 2 sub d van het algemeen gedeelte is bij de modulebeschrijving in artikel 5 van deze opleidingsbijlage vermeld welke taal of talen bij het onderwijs en de toetsing zullen worden gehanteerd.
5. In aanvulling op lid 3b en lid 4 geldt dat als de toets Engelstalig is, de betreffende modulecoördinator of examinerator moet zorgen voor een Nederlandse versie van de toets mits de studenten van de bacheloropleiding Scheikundige Technologie uiterlijk aan het eind van de eerste week van de module of onderwijseenheid een verzoek daartoe bij hem hebben ingediend.

Artikel 5 Het bachelorexamen

Het bachelorexamen bestaat uit het programma van het eerste, tweede en derde studiejaar (B1, B2 en B3). Het kernprogramma bestaat uit het B1- en B2-programma.

Het B1-programma heeft een studielast van 60 EC en bestaat uit 4 modules van elk 15 EC. De onderdelen van het B1-programma zijn:

Naam	Module-onderdelen & inhoud	Vormgeving onderwijs ³ en beoordeling	EC
Chemie (201300067)	<u>Grondslagen van de chemie, theorie en project</u> (8,5 EC): project chemie, (an-) organische structuren, klassen reacties, reactiemechanismen, polymeren <u>Grondslagen van de chemie, praktijk</u> (2,5 EC): experimenteren 1, incl. veiligheid, foutenleer/matlab en basisvaardigheden & organisch synthesepracticum. <u>Wiskunde</u> (4EC): Math A, B1; logica, differentiëren en integreren van functies, complexe getallen	<u>Project</u> : groepen van 6 studenten. Beoordeling d.m.v. een groepsverslag en individuele presentatie. Mogelijk Engelstalig. <u>Wiskunde en chemie</u> : hoor- en werkcolleges, begeleid zelfstudie. Beoordeling d.m.v. schriftelijke toetsing. Colleges mogelijk Engelstalig, toetsing Nederlandstalig. <u>Practicum</u> : Beoordeling d.m.v. deelname en labjournaals en toets foutenleer. Geheel Nederlandstalig.	15
Proces-technologie (201600022)	<u>Project procestechnologie</u> (5,5 EC): massa en energiebalansen, processchema, basisapparaten <u>Thermodynamica</u> (4 EC): 1 ^e en 2 ^e wet, vrije energie vergelijkingen <u>Experimenteren 2</u> (2,5 EC): practicum procestechnologie, inclusief foutenleer/matlab. <u>Wiskunde</u> (3 EC): Math B2; limieten, differentiëren, functies van 2 variabelen, integreren	<u>Project</u> : groepen van 4 studenten. Beoordeling d.m.v. een groepsverslag en individueel mondeling. Nederlandstalig. <u>Wiskunde, thermodynamica en procestechnologie</u> : hoor- en werkcolleges. Beoordeling d.m.v. schriftelijke toetsing. Wiskundecolleges Engelstalig, andere colleges NL-talig, alle toetsing NL-talig. <u>Practicum</u> : Beoordeling d.m.v. deelname en labjournaals. Nederlandstalig.	15
Materiaalkunde (201300161)	<u>Materiaalkunde, theorie en project</u> (9,5 EC): kwantumverschijnselen, anorganische materiaalkunde, polymeren, case study materiaalkunde <u>Experimenteren 3</u> (2,5 EC): practicum materiaalkunde <u>Wiskunde</u> (3 EC): Math C1; elementaire matrix operaties, lineaire algebra	<u>Project</u> : groepen van 5 studenten. Beoordeling d.m.v. groepsverslag en posterpresentatie. Nederlandstalig <u>Wiskunde en materialen</u> : hoor- en werkcolleges. Beoordeling d.m.v. schriftelijke toetsing. Colleges deels Engelstalig (polymeren en anorg. materiaalkunde). Toetsing anorg. materiaalkunde en polymeren Engelstalig, overige toetsen NL-talig. <u>Practicum</u> : beoordeling d.m.v. deelname en labjournaals. Nederlandstalig	15

³ Deze tabel geeft een zo goed mogelijk beeld van het programma. Aan de inhoud kunnen geen rechten worden ontleend. Meer gedetailleerde informatie is beschreven in de Osiris onderwijscatalogus en op de Blackboardsites van de modules of onderwijseenheden. In de bijlage bij deze opleidingsbijlage staan per module de leerdoelen opgesomd.

Fysische en analytische chemie (201300162)	<u>Analytische chemie</u> (6 EC): Analytische chemie, theorie, practicum en project. <u>Evenwichten</u> (6 EC): chemische evenwichten, elektrochemie, fasendiagrammen <u>Wiskunde</u> (3 EC): Math D1; partiële afgeleiden, differentiaal en toepassingen, twee- en drievoudige integralen met begrenzungen	<u>Project</u> : groepen van 4 studenten. Beoordeling d.m.v. groepsverslag en posterpresentatie. Nederlandstalig <u>Wiskunde, evenwichten en analytische chemie (theorie)</u> : hoor- en werkcolleges. Deels Engelstalig. Beoordeling d.m.v. schriftelijke toetsing (Nederlandstalig) <u>Practicum</u> : groepen van 4 studenten, individuele beoordeling d.m.v. deelname, labjournaals en verslagen	15
Totaal B1			60

Het B2-programma heeft een studielast van 60 EC. De onderdelen van het B2-programma zijn:

Naam	Module-onderdelen & Inhoud ²	Vormgeving onderwijs en beoordeling ⁴	EC
Industriële processen (201500098)	<u>Project duurzame industriële chemie</u> (4 EC) <u>Katalyse en reactiekinetiek</u> (4,5 EC) <u>Industriële chemie en processen</u> (4,5 EC) <u>Wiskunde</u> (2 EC): (Math D2; vector calculus, integraalrekening voor vectorvelden	<u>Project</u> : in groepen van 4. Beoordeling d.m.v. rapport en presentatie. Colleges en toetsing Engelstalig <u>Wiskunde, katalyse en reactiekinetiek, industriële chemie en processen</u> : hoor- werkcolleges. Beoordeling d.m.v. schriftelijke toetsing. Colleges en toetsing Engelstalig.	15
Fysische transportverschijnselen (201400162)	<u>Theorie</u> (7,5 EC): stromingsleer, energietransport, stoftransport + practicum transportverschijnselen <u>Numerieke methoden/modelleren</u> (4 EC) <u>Project transportverschijnselen</u> (3,5 EC)	<u>Project</u> : in een groep. Beoordeling d.m.v. verslag en presentatie. Mogelijk Engelstalig <u>Theorie</u> : hoor- en werkcolleges. Beoordeling d.m.v. schriftelijke toetsing. Colleges en toetsing Engelstalig indien er niet-Nederlandse studenten deelnemen. <u>Practicum</u> : beoordeling d.m.v. deelname en verslagen. Mogelijk Engelstalig. <u>Numerieke methoden/modelleren</u> : hoor- en werkcolleges. Beoordeling d.m.v. opdrachten. Colleges en toetsing Engelstalig.	15
Moleculen en materialen (201500099)	<u>Organische en bio-organische chemie, theorie en praktijk</u> (8EC): theorie (bio) organische chemie en synthesepacticum. <u>Colloïd & Nanochemie</u> (7 EC): Theorie colloïd & nanochemie en project nanochemie.	<u>Project</u> : in een groep. Beoordeling d.m.v. verslag/poster. Engelstalig. <u>Organische chemie, colloïd- en nanochemie</u> : hoor-werkcolleges. Beoordeling d.m.v. schriftelijke toetsing. Colleges en toetsing nanochemie Engelstalig. Colleges en toetsing organische chemie en colloïdchemie NL-talig. <u>Practicum</u> : beoordeling d.m.v. deelname en verslagen. Nederlandstalig.	15
Procesontwerp (201400164)	<u>Project chemische technologie (7EC): ontwerp van een industrieel proces.</u> <u>Scheidingsmethoden</u> (4 EC): theorie industriële scheidingstechnieken en practicum Destillatie of Absorptie of Adsorptie <u>Inleiding chemische reactorkunde</u> (4 EC): Theorie basisreactoren voor 1-fase systemen en verblijftijdsspreiding	<u>Project</u> : in groepen van 4 (max. 5) studenten. Beoordeling d.m.v. (groeps-)rapport en individueel mondeling. Mogelijk Engelstalig. <u>Inleiding Chemische reactorkunde, scheidingsmethoden</u> : hoor- en werkcolleges. Beoordeling d.m.v. schriftelijke toetsing. Mogelijk Engelstalig. <u>Practicum</u> : beoordeling d.m.v. deelname en verslagen. deelname en verslagen	15
Of Materials science & Technology (201600135)	<u>Advanced materials</u> (4 EC) <u>Chemistry and technology of inorganic materials</u> (4 EC) <u>Chemistry and technology of organic materials</u> (4 EC) <u>Project</u> (3 EC): inclusief 2 practicumproeven	<u>Project</u> : in groepen, beoordeling d.m.v. (groeps-)rapport. Naar keuze NL- of Engelstalig. <u>AM, CTOM en CTIM</u> : hoor- en werkcolleges. Beoordeling door schriftelijke toetsing. Colleges en toetsing Engelstalig.	15
Totaal B2			60

Dit programma geldt voor studenten van generatie 2015 of later.

Voor studenten van generaties 2014 en eerder gelden andere programma's voor B1, B2 en B3. Nadere informatie over overgangsregelingen is overeenkomstig artikel 9 van deze bijlage te vinden op de website van de opleiding.

⁴ Deze tabel geeft een zo goed mogelijk beeld van het programma. Aan de inhoud kunnen geen rechten worden ontleend. Meer gedetailleerde informatie is beschreven in de Osiris onderwijscatalogus en op de Blackboardsites van de modules of onderwijseenheden. In de bijlage bij deze opleidingsbijlage staan per module de leerdoelen opgesomd.

Het B3-programma heeft een studielast van 60 EC. De onderdelen van het B3-programma zijn:

Naam	Vormgeving onderwijs ²	EC
Minor/ profielingsruimte (xxxxxxx)	Verschildt per minor. Zie onderwijscatalogus Osiris en http://www.utwente.nl/onderwijs/keuzeruimte/minor/ <u>Op de website, in de 'mogelijkhedenmatrix', is ook te vinden welke minors ST-studenten wel en niet mogen volgen</u>	30
Vorbereiding bacheloropdracht ST (201500404)	Module-onderdelen: Research/Science (5 EC): hoor- en werkcolleges. Toetsing d.m.v. opdrachten en schriftelijke toets, Colleges en toetsing Engelstalig., Society (2,5 EC): hoor- en werkcolleges. Toetsing d.m.v. groepsopdrachten en schriftelijke toetsen. Colleges en toetsing mogelijk Engelstalig. Vorbereiding bacheloropdracht (2,5 EC): werkcolleges. Toetsing d.m.v. opdrachten. Toetsing optioneel Engelstalig. Keuzevak (5 EC): keuze uit biochemie (NL talig) en process equipment design (Engelstalig).	15
Bacheloropdracht ST (201500466)	Beoordelingen d.m.v. verslag en presentatie. Goedkeuring voor de bacheloropdracht moet d.m.v. het formulier 'overeenkomst bacheloropdracht ST' tijdig (uiterlijk 1 maand voor de start) worden aangevraagd bij de examencommissie. De bacheloropdracht dient scheikundig-technologisch van aard te zijn. Indien de opdracht niet wordt uitgevoerd bij een onderzoeksgroep die is aangesloten bij de Kamer Scheikundige Technologie van TNW, dan dient de student in het voorstel t.a.v. de inhoud aan te geven wat de scheikundig-technologische aspecten van de opdracht zijn. Het verslag en de presentatie moeten Engelstalig zijn indien een van de beoordelaars geen Nederlands spreekt.	15
Totaal B3		60

N.B. Sinds 1 september 2012 geldt een nieuwe opzet voor de bacheloropdracht waarbij de opdracht in vaste kwartelen gevolgd kan worden en waarbij de opdracht in de laatste week van het kwartiel wordt afgesloten met clustergewijze colloquia over de bacheloropdracht. Vanaf 2014 wordt de opdracht aangeboden in het vierde kwartiel. Voorwaarden voor deelname aan de bacheloropdracht staan in artikel 7.2 van deze opleidingsbijlage.

Een stage kan in het studieprogramma worden opgenomen in plaats van de bacheloropdracht wanneer de student na het behalen van het bachelordiploma wil uitstromen naar een maatschappelijke functie. Het doel van een dergelijke stage is het opdoen van voor de opleiding relevante ervaring in een bedrijf of instelling buiten de universiteit. Voor studenten die na het behalen van het bachelordiploma een master-opleiding gaan volgen, is een stage in het masterprogramma opgenomen. Voor het vervangen van de bacheloropdracht door een stage is de goedkeuring door de examencommissie noodzakelijk.

Artikel 5a Reparatie en geldigheidsduur toetsresultaten

- Aanvullend op artikel 4.4 lid 4e van het algemeen gedeelte van de bachelor OER geldt dat deelname aan reparaties binnen de module altijd is toegestaan. Voor deelname aan reparaties die buiten de module vallen geldt dat studenten alleen op uitnodiging mee kunnen doen. In het toetschema geeft de module-examinator aan wat de minimale voorwaarden zijn om voor een uitnodiging in aanmerking te komen, de examencommissie moet over deze voorwaarden hebben geadviseerd.
- In het geval dat de module niet met een voldoende is afgerond, gelden bij alle modules uit het B1- en B2-programma en bij module 11 uit het B3-programma de volgende regels voor de geldigheidsduur van toetsresultaten die geregistreerd staan in het SIS:
 - De geldigheidsduur van onderdelen uit de wiskundelijn (in modules 1 t/m 5) die met een voldoende zijn beoordeeld (cijfer $\geq 5,5$) is onbeperkt;
 - De geldigheidsduur van practica (in modules 1 t/m 4, 6, 7 en 8a), die met een voldoende zijn beoordeeld (cijfer $\geq 5,5$) is onbeperkt;
 - De geldigheidsduur van onderdelen op het gebied van de scheikundige technologie (theoriedelen en projecten) die met een voldoende zijn beoordeeld (cijfer $\geq 5,5$) blijven alleen dan onbeperkt geldig, indien het cijfer over alle onderdelen binnen een module op het gebied van de scheikundige technologie $\geq 5,0$ (theoriedelen, projecten en practica)⁵.
 - Voor individuele studenten die in aanmerking komen voor de Fobos-regeling wegens bijzondere omstandigheden, activisme, topsport of topcultuur is het mogelijk om af te wijken van de aanvullende eis onder c, met als doel om studievertraging zoveel mogelijk te beperken. De uitzondering is alleen mogelijk indien er een goedgekeurd studieplan voorligt dat meerdere studiejaar omvat. Dit studieplan moet worden opgesteld in overleg met de studieadviseur en goedgekeurd door het opleidingsbestuur, voorafgaand aan de periode waarin de uitzondering zou moeten gelden, zie ook artikel 6.2.4 van het algemeen gedeelte van de OER.

⁵ Dit cijfer is het gewogen gemiddelde van de in SIS geregistreerde cijfers van de betreffende onderdelen.

Artikel 6 Veiligheid

Aan het werken in een laboratorium worden veiligheidseisen gesteld. De student is verplicht kennis te nemen van deze regels⁶ en deze na te leven.

Artikel 7 Volgorde onderwijseenheden

1. De student moet voor het begin van een onderwijseenheid voldoen aan de voorkennisvereisten van die onderwijseenheid. De voorkennisvereisten zijn te vinden in de Osiris onderwijscatalogus.
2. De student moet bij aanvang van een minor minimaal 90 EC (6 modules) hebben gehaald uit het B1- en B2-programma van de bacheloropleiding Scheikundige Technologie.
3. Voor een student van cohort 2012-2013 en eerder, die niet is overgezet naar het programma van 2013-2014 of later, gelden de volgende voorwaarden om te mogen beginnen met de bacheloropdracht in het vierde kwartiel:
 - de student is geslaagd voor het propedeuse-examen of heeft alle examenonderdelen met een omvang van 60 EC in de B1 fase gehaald;
 - van het gehele B2-programma en het B3-programma tot en met het tweede kwartiel is maximaal één vak nog niet gehaald en is maximaal voor twee vakken een vijf gehaald die voldoet aan de criteria voor het slagen met gecompenseerde vijven volgens artikel 11 van de regels en richtlijnen van de examencommissie Scheikundige Technologie;
 - de vakken uit het derde kwartiel van het B3-programma zijn op het moment van aanvragen nog niet behaald maar wel afgesloten.
4. Voor een student van cohort 2013-2014 en later en een student uit eerdere cohorten die naar het programma van 2013-2014 of later is overgezet, gelden de volgende voorwaarden om te mogen beginnen met de bacheloropdracht in het vierde kwartiel:
 - De student heeft alle examenonderdelen met een omvang van 60 EC in de B1 fase gehaald;
 - De student heeft uit het B2- en B3-programma (exclusief de bacheloropdracht) ten hoogste nog 2 modules open staan (inclusief de module die in het kwartiel voorafgaand aan de bacheloropdracht wordt afgerond).
5. De examencommissie is bevoegd om ontheffing verlenen van de in lid 2, 3 en 4 van dit artikel genoemde voorwaarden, indien strikte toepassing van het aldaar bepaalde een niet te rechtvaardigen vertraging in de studievoortgang met zich mee zou brengen. De student kan hiertoe een verzoek indienen bij de examencommissie.

Artikel 8 Studiebegeleiding

1. Bij het begin van de studie wordt aan iedere student een mentor toegewezen.
2. De mentor houdt zich op de hoogte van de vorderingen van de aan hem toegewezen studenten en geeft hen gevraagd of ongevraagd advies. De mentor houdt actief contact met studenten met een studiesnelheid lager dan 75% van de nominale snelheid van 60 EC per jaar.
3. De mentor houdt na het eerste verblijfsjaar minimaal eenmaal per jaar een voortgangsgesprek met de studenten.
4. De studieadviseur heeft enerzijds als taak de studenten individueel te adviseren over alle aspecten van hun studie en anderzijds de opleidingsdirecteur in te lichten over de studievoortgang van de studenten.

Artikel 8a (Bindend) studieadvies (BSA)

De aanvullende eisen waar de student aan moet voldoen, zoals bedoeld in artikel 6.3 lid 7 van het algemeen gedeelte van de OER zijn:

- voor minimaal 3 modules moet gelden dat alle onderdelen binnen een module op het gebied van de scheikundige technologie met een voldoende zijn beoordeeld (cijfer geregistreerd in SIS \geq 5,5),
- voor minimaal 3 van de 4 onderdelen uit de wiskundelijn van de modules 1 t/m 4 moet gelden dat dit onderdeel:
 - met een voldoende is beoordeeld (cijfer geregistreerd in SIS \geq 5,5) of,
 - binnen de module wordt gecompenseerd.

⁶ Zie het 'Arbo- en Milieureglement' op en de informatie van de Practicumgroep TNW, te vinden op http://www.tnw.utwente.nl/onderwijs_overig/practica/.

Artikel 8b Kwaliteitszorg

1. Het opleidingsbestuur is verantwoordelijk voor het evalueren van de opleiding.
2. De uitvoering van de interne kwaliteitszorg van de opleiding Scheikundige Technologie is opgedragen aan de coördinator Kwaliteitszorg van de faculteit TNW cluster Science & Technology en de medewerker Kwaliteitszorg. Zij worden daarbij ondersteund door de Onderwijskwaliteitcommissie ST die bestaat uit studenten en de coördinator Kwaliteitszorg. De coördinator Kwaliteitszorg is voorzitter van de Onderwijskwaliteitcommissie ST.
3. De volgende instrumenten worden bij de interne kwaliteitszorg gebruikt:
 - a) panelgesprekken met studenten;
 - b) de UT Student Experience Questionnaire (UT-SEQ);
 - c) webenquêtes over gehele modules of over module-onderdelen⁷;
 - d) opstellen van overzichten met kwantitatieve resultaten, zoals slaagpercentages;
 - e) docentpanelgesprekken met de moduledocenten en een vertegenwoordiging van het studentenpanel; hierbij worden alle evaluatie-uitkomsten van a t/m d besproken.
4. De uitkomsten van de interne kwaliteitszorg worden op de volgende manieren gepubliceerd:
 - a) per module wordt een evaluatierapport opgesteld op basis van het verslag van het in lid 3e genoemde docentpanelgesprek; dit evaluatierapport wordt toegezonden aan de betreffende docenten, de staf van de opleiding en de opleidingscommissie;
 - b) overzichten met kwantitatieve resultaten, samenvattingen van webenquêtes en evaluatierapporten worden geplaatst op de Blackboard organization Kwaliteitszorg en evaluatie (Quality assurance and evaluation) ST die voor alle studenten en docenten van de opleiding Scheikundige Technologie toegankelijk is.
5. Voor het evalueren van het curriculum en de gehele opleiding wordt gebruikgemaakt van de volgende interne en externe evaluaties:
 - a) de exit-enquête over de gehele bacheloropleiding;
 - b) de Nationale Studentenenquête (NSE);Het opleidingsbestuur geeft een reactie op deze evaluaties, voorzien van een verbeterplan. Evaluatie plus verbeterplan worden voorgelegd aan de opleidingscommissie.
6. Door het opleidingsbestuur wordt met de opleidingscommissie afgesproken welke verbeteracties zullen worden ondernomen op module- of module-onderdeelniveau dan wel curriculumniveau. Deze acties worden vastgelegd in een Actielijst Kwaliteitszorg.
7. Het opleidingsbestuur stelt jaarlijks een verbeterplan op, gebaseerd op interne en externe evaluaties en nieuwe inzichten.
 - a) het verbeterplan wordt besproken in de opleidingscommissie;
 - b) het verbeterplan wordt opgenomen in het facultaire jaarplan;
 - c) het facultaire jaarplan wordt door de decaan en de portefeuillehouder onderwijs in het najaarsoverleg besproken met het college van bestuur.

Artikel 9 Wijzigingen en overgangsregeling

1. Indien het in artikel 5 van deze bijlage opgenomen studieprogramma is gewijzigd, dan wel dat één van de andere in het algemeen gedeelte of deze opleidingsbijlage opgenomen artikelen wijziging ondergaat, wordt door de opleidingsdirecteur een overgangsregeling vastgesteld en bekendgemaakt.
2. In artikel 8.4 van het algemeen gedeelte is vastgelegd aan welke voorwaarden een overgangsregeling moet voldoen.
3. De overgangsregeling wordt gepubliceerd op de website van de opleiding Scheikundige Technologie.
4. Bij wijzigingen van deze opleidingsbijlage is het bepaalde in de artikelen 8.3 en 8.4 van het algemeen gedeelte van toepassing.

Artikel 10 Inwerkingtreding

Deze opleidingsbijlage treedt in werking op 1 september 2017 en treedt in de plaats van de regeling d.d. 15 juli 2016.

Vastgesteld door de decaan van de Faculteit na advies bij de Opleidingscommissie Scheikundige Technologie te hebben ingewonnen en met instemming van de Faculteitsraad met artikel 5a, 8a en 8b.

Enschede, 20 juli 2017.

⁷ Webenquêtes worden gehouden bij modules die nieuw of grotendeels vernieuwd zijn, of als de gemiddelde beoordeling door de studenten van de gehele module of van een module-onderdeel bij de UT-SEQ of bij een vorige webenquête lager dan 6,0 was.

Bijlage: Leerdoelen per module

Deze leerdoelen zijn overgenomen uit de module-toetsplannen zoals die op het moment van vaststelling van deze opleidingsbijlage (juni 2017) bekend waren. Kijk voor de meest recente versie van de leerdoelen in de onderwijscatalogus of in het toetsplan van de module.

Module 1 – Chemie

Leerdoel	Studielast (in %)
Na de module heeft/kan de student:	
1) inzicht in de relatie tussen structuur en reactiviteit van moleculen en kan de student reactiviteit van organische moleculen voorspellen op basis van electronegativiteit, Lewis structuur en elektronenverdeling.	10%
2) reactiemechanismen opstellen en rationaliseren; vlot omspringen met begrippen als elektrofiel, nucleofiel, resonantie, aciditeit en basiciteit; begrippen kinetiek, mechanisme en selectiviteit van organische reacties aan elkaar relateren en accuraat reactievergelijkingen opstellen	15%
3) inzicht in polymerisatie types	10%
4) omgaan met standaard lab. apparatuur en organische reacties uitvoeren	10%
5) kennis gemaakt met basistechnieken voor het zuiveren en karakteriseren van organische verbindingen	10%
7) geleerd om heeft projectmatig leren werken en te communiceren over feiten, bevindingen en activiteiten.	20%
8) differentiaal vergelijkingen opstellen en oplossen	10%
9) formele, logisch consistente bewijsvoering uitvoeren	15%

Module 2 – Procestechnologie

Learning Objective	weighing
After the module the student is able to:	
1) Construct and solve mass and energy balances	15%
2) Design a simple process with recycle and unit operations including reactor, separator, heat exchanger	15%
3) Derive the expressions for calculating the conversion in simple reactors	5%
4) Plan and execute an experiment, and critically assess and report the results	15%
5) Interpret and work with phase diagrams	10%
7) Understand the first law of thermodynamics, and calculate the different forms of energy (heat, work, enthalpy) associated with elementary thermodynamic processes	5%
8) Understand the second law of thermodynamics, and evaluate the entropy change for elementary thermodynamic processes.	5%
9) Work with the free energy functions	10%
10) Work with limits and definition of continuity and differentiability	10%
11) Work with elementary properties of integrals, and with functions of two variables	10%

Module 3 - Materiaalkunde

Learning Objective	Weighing
After the module the student can/has	
1. Knowledge of the basic concepts of quantum mechanics: postulates, wave functions, operators, Hamiltonian, and the uncertainty relation.	20%
2. Being able to construct the normalized eigenfunctions of the Hamiltonian of a particle on a line, and for the harmonic oscillator. Being able to calculate expectation values for position, momentum and energy.	
3. Qualitative understanding of the s and p functions of the hydrogen atom, anti-symmetry, the Pauli exclusion principle, and how these concepts are used in the "aufbau" principle of the periodic system.	
4. Being able to give a qualitative description of bonding in simple molecules, by applying the MO-LCAO method. Understanding the difference between sigma and pi bonds. Being able to calculate the charge on each atom in the molecule.	
5. Being able to apply the Hückel method to describe pi-bonding in (cyclic) hydrocarbons.	
6. knowledge on the structure of the 3 main classes of materials (metals, polymers and ceramic materials) on molecular, microscopic and macroscopic level.	20%
7. the mechanical properties of these materials, and their relationships with the underlying structure	
8. the electrical properties of metals, insulators and semiconductors, and their relationships with the underlying structure.	
9. explain basic structure-property relationships of polymers explaining their mechanical, optical and electronic properties.	10%
10. identify characteristic structural motifs of polymers leading to specific properties and estimate properties from given problems and examples	

11. search systematically for information, following a search strategy	15%	
12. write a group essay and present a poster on a given topic, and discuss findings		
13. analyze a scientific problem and translate into research questions		
14. set up and carry out scientific research systematically, including experimental skills such as use of equipment, documentation and safe practices.	15%	
15. work with systems of linear equations, vectors, matrices, linear transformations and explain the connections between these concepts	60%	20%
16. work with subspaces of \mathbf{R}^n and determinants and connect them with the previous concepts	40%	

Module 4 – Fysische en Analytische Chemie

Leerdoelen: Aan het eind van de module is de student in staat om:	Studielast (in %)
1. de basisprincipes, vergelijkingen en relaties van de evenwichtsthermodynamica toe te passen op eenvoudige fysische processen (faseovergangen) en chemische/elektrochemische reacties	8
2. op basis van gegevens over een referentietoestand met behulp van de thermodynamische en mathematische vergelijkingen en relaties te voorspellen of een (elektrochemische) reactie/proces zal verlopen en de condities (druk, temperatuur, elektrische potentiaal, samenstelling) in een andere dan de referentietoestand te berekenen; oplosbaarheidsprodukten, evenwichtsconstanten en andere thermodynamische grootheden uit gegevens van de standaardredox- en celpotentialen te berekenen	20
3. fasendiagrammen (binair, ternair, Pourbaix) af te lezen, toe te passen, te schetsen, te interpreteren, de fasen te benoemen, de relatieve hoeveelheid van fasen te berekenen aan de hand van de hefboomregel, en de "fase-regel" uit te leggen en toe te passen op fase-evenwichten	8
4. het begrip "activiteit" uit te leggen en uit te rekenen voor gegeven thermodynamische data, afschattingen te maken van de mengenthalpie voor niet-ideale mengsels; de activiteit van ionen in een elektrolytoplossing te berekenen	4
5. de thermodynamische basis van een elektrochemische cel, alsmede die van kinetische processen en verschijnselen die optreden aan het oppervlak van elektroden, uit te leggen; de stroomdoorgang van een elektrochemische cel te berekenen, en vast te stellen of al dan niet bepaalde elektrochemische reacties optreden, bijv. tijdens elektrolyse	8
6. het basisprincipe van de spectroscopische/spectrometrische technieken IR, NMR, UV-Vis, MS, alsmede van de analytische scheidingstechnieken HPLC, GC en elektroforese, te beschrijven, de parameters die de kwaliteit van een chromatografische scheiding bepalen, te benoemen, en op basis daarvan een keuze te maken voor een bepaalde chromatografische techniek en bijbehorende materialen (kolom, oplosmiddel)	6
7. spectrale eigenschappen te voorspellen aan de hand van een molecuulstructuur, alsmede aan de hand van spectra verkregen uit een of meerdere technieken, een voorstel voor een molecuulstructuur te formuleren; een met HPLC, GC of elektroforese verkregen chromatogram te interpreteren aan de hand van getabelleerde gegevens of ijkgrafieken	6
8. de probleemstelling bij een voorgelegde analytisch-chemische case te formuleren, en op basis van de opgedane kennis een advies te formuleren voor een (of meerdere) analytische techniek(en) waarmee de probleemstelling kan worden aangepakt; op wetenschappelijk wijze te rapporteren over de case (zowel schriftelijk als mondeling)	8
9. basisvaardigheden nauwkeurig, tijdig en veilig uit te voeren, ten behoeve van het voorbereiden, uitvoeren en interpreteren van een chemische analyse, waaronder het maken van calibratiecurve voor een kwantitatieve analyse; een selectie van analytische technieken, uit de reeks HPLC, microplate reader, UV-Vis, IR, NMR, GCMS, DSC, TGA en elektrochemie, op nauwkeurige en veilige wijze uit te voeren;	6
10. de voorbereiding, uitvoering en uitwerking van een experiment op correcte wijze bij te houden in een labjournaal; meetfouten te benoemen en af te schatten; verkregen resultaten te interpreteren, d.w.z.: op basis van verkregen spectroscopische data een onbekende stof te identificeren, op basis van verkregen chromatografische data de samenstelling van een mengsel van stoffen te bepalen, en op basis van thermische data een uitspraak te doen over het fase-gedrag van stoffen; een goed leesbaar en volledig verslag te schrijven over een analytisch-chemisch experiment	6
11 werken met partiële afgeleiden, differentialen en toepassingen	11
12 Bepalen en uitwerken van twee- en drievoudige integralen met begrenzingen	9

Module 5 – Industriële Chemie en Processen

Leerdoelen: Aan het eind van de module is de student in staat om:	Studielast in %)	
1. Kennis hebben van de olie-industrie.	30%	
2. Kennis hebben van de overige bulk-chemische procesindustrie.		
3. Kennis hebben van elektrochemische processen.		
4. Kennis hebben van fijn-chemische processen.		
5. Kunnen aangeven hoe katalysatoren chemische procesvoering beïnvloeden.		
6. Een proces analyseren, uitwerken van verschillende procesonderdelen	25%	
7. Energie en massabalansen opstellen voor het proces en het alternatieve proces (de processen)		
8. een SELCA opstellen voor de processen		
9. vergelijken van de voorgestelde verbetering met het huidige proces		
10. Conclusies te trekken		
11 Verslag te leggen	30%	
12 Reactiekinetiek, de student: <ul style="list-style-type: none"> • Kent de definitie van reactiesnelheid • Kent de relatie tussen de orde van een reactie en de eenheid van de reactiesnelheidsvergelijking • Kan de reactiesnelheidsvergelijking integreren en halfwaardetijden berekenen • Kent de begrippen elementaire reactie, overall reactie, snelheidsbepalende stap, moleculariteit • Kan de reactiesnelheidsvergelijking voor een reactiemechanisme bepalen aan de hand van de stationaire toestandsbenadering • Kent de Arrheniusvergelijking en kan deze toepassen om aan de hand van experimentele data de activeringsenergie van een reactie te vinden. • Kan het bestaan van een overgangstoestand uitleggen en aangeven waar dit zich in een potentiële energie-plaatje manifesteert. 		
13 Adsorptie / complexvorming, de student: <ul style="list-style-type: none"> • Ziet de overeenkomsten tussen complexvorming in homogene katalyse, adsorptie in heterogene katalyse en enzym-substraat binding in biokatalyse • Kent het Langmuir-adsorptiemodel voor heterogene katalyse • Kent het begrip cone-angle voor liganden en weet de relatie tussen cone-angle en dissociatiesnelheid • Weet globaal de opbouw van een enzym en het belang van de 3D-structuur van de enzym-substraat binding. • Oefent met de Langmuir-adsorptie-isotherm voor associatieve, dissociatieve en competitieve adsorptie. 		
14 Katalytische mechanismen, de student: <ul style="list-style-type: none"> • Kent de katalytische cyclus en de 16/18 electron regel in de homogene katalyse. • Kent Langmuir-Hinshelwood en Eley-Rideal mechanismen in de heterogene katalyse en kan de verschillende experimenteel waargenomen ordes verklaren. • Kent de Michaelis-Menten kinetiek voor bio-katalyse • Kan vergelijkbare "processtappen" aanwijzen tussen de homogene cyclus, heterogene oppervlakte-reactie en enzymgekatalyseerde bio-reactie. • Kent de functie van promotors in de heterogene katalyse. • Weet van de beperkende factoren voor de levensduur van katalysatoren (deactivatie) en wanneer regeneratie mogelijk is. 		
15 Transport en katalyse, de student: <ul style="list-style-type: none"> • Kent het verschil tussen Knudsen diffusie en moleculaire diffusie • Kent de begrippen uitwendige en inwendige diffusielimiteringen en weet hoe daarvoor getest kan worden. • Kent de effecten van bovengenoemde limiteringen op de waargenomen activeringsenergie. • Kent Thiele-modulus als maat voor inwendige diffusie-limiteringen. • Kent de eischaal, eiwit en eidooier katalysatorverdelingen en weet in welke situatie welke verdeling het best kan worden toegepast. 		
16. Karakterisering, de student: <ul style="list-style-type: none"> • Maakt kennis met de belangrijkste karakteriseringstechnieken en ziet praktijkvoorbeelden van het gebruik van deze technieken. • Kent de verschillen tussen microscopische en spectroscopische technieken. 		
17. calculate line integrals and surface integrals <ul style="list-style-type: none"> o sketch the curve or surface o choose a suitable parametrization o determine mass, charge, work, area or flux as an integral determine whether a given vector field is conservative and, should that be the case, identify and use the corresponding potential		15%
18. apply the theorems of Gauss, Green and Stokes <ul style="list-style-type: none"> o explain the physical meaning of divergence and curl 		

Module 6 – Transportverschijnselen

Course objectives	Weighing
1. Being able to formulate and solve a macroscopic balance for mass, momentum and/or energy in case of flow through a control volume	20%
2. Being able to determine the velocity and shear stress profile for fluid flow through simple geometries (2D, 3D tube flow), starting from the micro-balance for momentum, for different boundary conditions (gas-solid, liquid-solid, liquid-gas). Being able to calculate the flow rate and force exerted to the wall by the fluid.	
3. Understand terms as Reynolds number, laminar flow and turbulent flow. Being able to use these terms in the right context.	
4. Able to apply Bernoulli's Law for flow at high and at low Reynolds numbers.	
5. Able to determine the flow resistance for piping systems and for flow past objects of simple geometry (spheres, cylinders)	
6. Being able to formulate and solve the equation of motion for particles moving in a fluid under influence of gravity and/or uplift	
7. Able to recognize the prevailing transport mechanisms. Able to describe quantitatively heat transport by conduction, convection and radiation, separately and combined. Formulate and solve integral and differential thermal energy balances for steady state and instationary operation of open and closed systems.	50%
8. Formulate and solve differential energy balances and component mole balances to find a temperature distribution or concentration profile. In this, the necessary and appropriate various (integral or differential) energy and mole balances and transport (Nusselt/Sherwood) correlations must be applied.	
9. Knowledge of mass transfer models and be able to describe quantitatively mass transport in a single phase by diffusion and convection, as well as mass transfer between phases. Able to solve problems of coupled heat and mass transport. Apply appropriate Nu/Sh correlations.	
10. Analyse and solve problems on thermal energy and molar transport in exchange equipment. Formulate and solve integral and differential, stationary (component) mass- en energy balances	
11 Knowledge of the MATLAB modelling platform, basic programming skills, independent user, able to write and run a script, generate numerical and graphical output.	30%
12 Recognize and able to solve Ordinary Differential Equations (ODE). Being familiar with most use methods in the Matlab Toolbox to solve ODEs and being able to apply these.	
13 Knowledge of numerical solution methods, finite difference, stability and truncation errors etc. Being able to apply this knowledge when solving (a set of) non-linear equations.	
14 Recognize and able to solve Partial Differential Equations (PDE's) using tools available within Matlab and finite difference methods.	

Module 7 – Moleculen en Materialen

Leerdoel
Na de module heeft/kan de student
1) reactiviteit van (bio)organische moleculen voorspellen op basis van electronegativiteit, Lewis structuur en elektronenverdeling in meer complexe (bio)organische verbindingen
2) reactiemechanismen van organische reacties opstellen en rationaliseren; vlot omspringen met begrippen als elektrofiel, nucleofiel, resonantie, aciditeit en basiciteit; begrippen kinetiek, mechanisme en selectiviteit van organische reacties aan elkaar relateren en accuraat reactievergelijkingen opstellen
3) organische reacties uitvoeren volgens gestandaardiseerde procedures, incl het toepassen van veiligheids- en rapportage-protocollen, met een gedegen analyse van structuur en zuiverheid
4) fysische eigenschappen van grensvlakken, colloïdale systemen en adsorptieprocessen beschrijven
5) wiskundige formules toepassen op colloïdale systemen
7) nanoaspecten en –eigenschappen herkennen in verschillende materiaalklassen
8) een nano/colloïdaal systeem beschrijven, karakteriseren en plaatsen in een maatschappelijke context

Module 8a – Procesontwerp

Course objectives, after following the course, the student can:	Weighing
1. Define and apply model reactors for single phase reaction systems using self- formulated mass-, mole and energy balances. For this new model, the student can calculate conversion, selectivity and yield. The reactor performance can be evaluated and compared against alternative designs. The student can evaluate the stability of the operating points.	25%
2. Given a reaction system and/or reactor configuration, the student can describe the residence time distribution and the earliness of mixing. The student can use this time distribution and the earliness of mixing to analyze the behavior of the reactor and to predict the reactor performance.	
3. Principes van evenwichtsscheidingen en niet evenwichtsscheidingen omschrijven en een aantal betreffende fysische scheidingsprocessen opnoemen.	25%

4. De basisprincipes van evenwichtsscheidingen toepassen, zowel grafisch als numeriek, op eenvoudige binaire en ternaire systemen.		
5. Principe van snelheidsgebaseerde scheidingsprocessen uitleggen en bijbehorende vergelijkingen toepassen op eenvoudige systemen.		
6. Beginsels van mechanische scheidingen uitleggen en berekeningen uitvoeren aan eenvoudige systemen		
7. Onderzoeksvraag stellen, bijbehorend meetplan opzetten en uitvoeren		
8.. Bedienen van een meetopstelling om relevante meetdata te verkrijgen		
9.. Experimentele data kritisch evalueren en interpreteren		
10. Communiceren werkzaamheden en bevindingen aan derden		
11 Systematisch informatie verwerven (op basis van een stappenplan) en deze kritisch evalueren. De literatuurreferenties in Endnote.		50%
12 Voorkennis en theorie toepassen en integreren bij het beschrijven van een chemische proces met aandacht voor historische achtergrond, toepassing, chemie, thermodynamica, kinetiek en de beschrijving van het processchema.		
13 Het afschatten van ontbrekende fysische en chemische data.		
14 Opstellen van massa en energiebalansen voor het betreffende, vereenvoudigde, proces in Excel met meenemen van recycles.		
15. Ontwerpen van een reactor en een scheidingsapparaat (bij voorkeur een destillatiekolom). Hierbij wordt gebruik gemaakt van Matlab en Excel.		
16. Opstellen van een procesregelschema voor het proces		
17. Economische analyse met investeringsschatting (CAPEX) en operationele kosten (OPEX) voor afschatting van de kost-plus-prijs.		
18.Het benoemen en zo mogelijk kwantificeren van veiligheids- en milieuaspecten van het proces.		
19.Schriftelijk bovenstaande informatie over het proces en de ontwerpen beschrijven en verantwoorden		
20.Mondeling bovenstaande informatie over het proces en de ontwerpen beschrijven en verantwoorden		
21.Houden van een groepspresentatie voor medestudenten en voor bedrijf.		

Module 8b – Materials Science & Technology

Course objectives, after following the course, the student can:	Weighing
1 perform simple calculations of diffusion processes in solid and crystalline materials	30%
2. understand binary phase diagrams of metals and oxides with the influence of thermodynamics and kinetics of phase transitions on the microstructure	
3. understand the microstructural causes and statistical character of fractures, and apply Weibull statistics to evaluate fractures in materials	
4. determine qualitatively the material properties (electrical,magnetic) of simple structures	
5. determine quantitatively the value of a characteristic parameter (saturation magnetization, polarization) by simple models	
6. determine the material class by a global description of its properties	
7. provide for a specific, technological material: a description of all primary mechanical and functional properties (magnetic, electrical, optical, etc.). b.an explanation of the properties on the structure, taking care of the fact that different phenomena at different length scales play a role.	
8 explain the relation between properties, structure/composition and synthesis for inorganic materials.	25%
9 explain the basics of epitaxial growth and strain within materials.	
10 describe the principles of the commonly used physical vapour deposition techniques and chemical vapour deposition techniques for films.	
11 describe the principles of sol gel and sintering techniques for bulk materials.	
12. apply, for a particular practical situation of a functional material in an actual device, the separation between function, properties and fabrication requirements.	
13.choose appropriate synthesis routes for specific polymers.	25%
14.understand the main polymerization mechanisms, know how desired molar masses are realized and know the molecular characteristics of the produced polymers (e.g. molar mass distribution).	
15.propose how to introduce end groups and how to form block copolymers (polymer architectures).	
16.explain the principles of various characterization methods in solution and in the melt.	
17.understand mechanical properties of polymers and of crosslinked polymers (networks).	
18.explain the differences between amorphous and crystalline materials.	
19.calculate the temperature dependence of relaxation times and melt viscosities.	
20.explain the interactions between polymers and solvents, and polymer networks and solvents.	
21.calculate molecular dimensions of polymers.	

22.is able to subdivide the work between the team members, cooperate with the other team members and resolve eventual disagreements between the team members	20%
23.is able to plan the work to be done in cooperation with the other team members	
24.is able to define the scope and extent of the project within the boundaries set (available time and deadlines)	
25.is able to search and select relevant scientific information	
26.is able to extract and evaluate the information obtained from literature, that is relevant for the project topics	
27.is able to organize the practical work and communicate with the technician(s)/PhD(s)/PD(s) with whom the experiments are performed	
28.present the results in a scientific presentation	
29.report the results in a report	

Module 11 – Voorbereiding bacheloropdracht

Objectives	Weighing
A professional chemical engineer and/or scientific researchers is capable of:	
<ol style="list-style-type: none"> look at problems from a chemical engineering perspective, and understand how problems can be translated into scientific research analyze – diverse aspects of – a technological (or broader) problem in a systematic manner set up a scientific research project in which a technological problem in chemical engineering is investigated recognize which (other or more specific) scientific disciplines may be needed in scientific research recognize the broader (technological, sustainability, economic, 'societal') context of a problem, which involves looking at the problem from other kinds of perspectives (multi-disciplinarily) and recognizing that some may lead to conflicts (in view of the technological application and societal context:) critically assessing the quality of scientific knowledge such as experimental results, scientific models and computer simulations understand his or her professional responsibility both in scientific research, and design and development projects in chemical engineering recognizing societal and ethical aspects of research projects or broader technological developments in which chemical engineers take part, and taking this into account when setting up a research project that will be of high scientific quality, relevant to solving the problem stated, and which also takes into account the broader societal scope understand how scientific research is funded 	67%
<ol style="list-style-type: none"> Elective: Biochemistry: cell biology and molecules, Protein chemistry, cytoskeleton, cellular membrane, cellular respiration part, polymer chemistry, nanomedicine Elective: Process Equipment Design: design a compressor or pump, a heat exchanger and a distillation column including mechanical aspects for a given industrial process. 	33%

Module 12 – Bacheloropdracht

De student
1. kan informatie zoeken en verwerken,
2. kan ST onderzoek verrichten op Bachelor niveau,
3. kan samenwerken en communiceren met anderen van binnen en buiten de ST gemeenschap,
4. is zich bewust van de veiligheids- en milieu-aspecten en de maatschappelijke context en
5. kan inzichten in de Scheikundige Technologie en de sociale context integreren in zijn of haar wetenschappelijke werk.