

4. Kennisbasis Scheikunde

inleiding

De kennisbasis scheikunde verwijst naar het geheel van kennisvereisten waarover een leraar scheikunde moet beschikken. Het beheersen van de kennisbasis scheikunde is voorwaardelijk voor het competent handelen van de afgestudeerde. De kennisbasis bevat een overzicht van de cognitieve kennis in twintig vakspecifieke domeinen die iedere startbekwame leraar voor het tweedegraads gebied tijdens zijn opleiding heeft doorlopen (kolom 1).

Voor het algemene chemische deel van het curriculum is de kennisbasis gebaseerd op het boek "Chemistry" van John McMurry & Robert C. Fay, 5th edition 2009. Daarmee is tevens het niveau vastgelegd (College Chemistry). Voor de onderwerpen waarvoor dit boek tekort schiet wordt andere literatuur vermeld.

Kolom 2 van de kennisbasis bevat een verdere verfijning van kernconcepten. Deze kernconcepten worden grofweg allemaal behandeld, maar de verschillende opleidingen hebben de vrijheid om accenten te leggen. Om het risico van oppervlakkigheid te voorkomen ('a mile wide and one inch deep') is het noodzakelijk om bij een selectie van concepten het beschreven niveau te overstijgen.

Practicum

Geen scheikunde zonder practicum. In elk domein wordt aandacht besteed aan practica. Dit geldt ook voor domein 18, natuurkunde. Het redactieteam heeft echter geen specifieke practica vastgelegd in deze kennisbasis. De opleiding heeft de vrijheid om de juiste experimenten te kiezen. Wel is het chemisch practicum als apart domein (domein 20) opgenomen, waarin de kennis over en rondom het practicum scheikunde is vastgelegd.

Contextrijke leeromgeving

De afgestudeerde bezit naast een gedegen vakkennis ook een goed beeld van de context- en conceptbenadering. Onder deze benadering wordt scheikundeonderwijs verstaan dat uitgaat van maatschappelijke, experimentele en theoretische contexten. De contexten fungeren als brug tussen de werkelijkheid en de scheikundige concepten die aan het vak ten grondslag liggen. Expliciet is dat niet in de kennisbasis aangegeven, maar veel van de leerinhouden staan in de context van toepassingen in het dagelijks leven.

1. Basisbegrippen	73
1.1 De discipline scheikunde	73
1.2 Stoffen en materialen, warenkennis	73
1.3 Experimenteren en meten	73
2 Chemische reacties	73
2.1 Reactievergelijkingen	73
2.2 Reactanten en producten	73
2.3 Oplossingen	73
3 Analytische Chemie	73
3.1 Elektrolytoplossingen	73
3.2 Chemische reacties	74
3.3 Neutralisatiereacties	74
3.4 Neerslagreacties	74
3.5 Complexvorming	74
3.6 Bufferoplossingen	74
3.7 Berekeningen	74
4 Atoomstructuur	74
4.1 Atoombouw, denken in modellen	74
4.2 Elektromagnetische straling	75
4.3 Absorptie en emissie van straling	75
4.4 Orbitalen	75
4.5 Kwantumgetallen	75
4.6 Nucleaire Chemie	75
5 Periodiek Systeem en elementen	75
5.1 Elektronenconfiguratie	75
5.2 Trends in het periodiek systeem	75
5.3 Alkalimetalen, aardal-kalimetalen, Elementen groep 3, halogenen en edelgassen	75
5.4 Kennis van elementen	75
6 Binding	75
6.1 Chemische binding	75
6.2 Ionbinding	76
6.3 Metaalbinding	76
6.4 Covalente binding	76
6.5 Structuur	76
6.6 Ruimtelijke modellen	76
6.7 Moleculaire orbitalen	76
7 Thermochemie en thermodynamica	76
7.1 Calorimetrie	76
7.2 Thermochemie	76
7.3 Entropie	76
7.4 Vrije energie	76

8 Gassen, vloeistoffen en vaste stoffen	77
8.1 Eigenschappen van gassen	77
8.2 Gedrag van gassen	77
8.3 Eigenschappen van vaste stoffen	77
8.4 Eigenschappen van vloeistoffen	77
8.5 Eigenschappen van oplossingen	77
8.6 Fasen	77
9 Reactiekinetiek	77
9.1 Reactiesnelheid	77
9.2 Invloed van de temperatuur	77
9.3 Katalyse	78
9.4 Reactiemechanismen	78
10 Chemisch evenwicht	78
10.1 Ligging van een evenwicht	78
10.2 Evenwichts-samenstelling	78
10.3 Verschuiven van een evenwicht	78
11 Zuren en basen	78
11.1 Donor- acceptor denken	78
11.2 Brønstedtheorie	78
11.3 Lewis zuren en basen	79
11.4 Water	79
12 Elektrochemie	79
12.1 Redoxreacties	79
12.2 Galvanische cellen	79
12.3 Elektrolytische cellen	79
13 Spectroscopie	79
13.1 Algemene begrippen	79
13.2 Atoomspectroscopie	79
13.3 Molecuulspectroscopie en structuuropheldering	79
14 Scheidingsmethoden	80
14.1 Klassieke en hedendaagse scheidingsmethoden	80
14.2 Chromatografie	80
14.3 Extractie	80
14.4 Destillatie	80
15 Organische Chemie	80
15.1 Basiskennis van organische verbindingen	80
15.2 Reacties en mechanismen van alkanen, alkenen, aromaten, halogeenalkanen, alcoholen, ethers, carbonylverbindingen, amines	80
15.3 Stereochemie	80
15.4 Polymeerchemie	80
15.5 Toepassingen van de organische chemie	80

16 Biochemie	81
16.1 Eiwitten	81
16.2 Sachariden	81
16.3 Vetten	81
16.4 Essentiële stoffen	81
16.5 Metabolisme en cellulaire processen	81
16.6 Nucleïne-zuren	81
17 Toegepaste wiskunde	81
17.1 Basisvaardigheden van de havo	81
17.2 Lineaire functies	81
17.3 Veranderen	81
18 Natuurkunde	82
18.1 Krachten en beweging/mechanica	82
18.2 Trillingen, golven en geluid	82
18.3 Elektriciteit en magnetisme	82
18.4 Licht	82
18.5 Warmte	83
19 Verbredende onderwerpen	84
19.1 Industriële Chemie	84
19.2 Duurzaamheid	84
19.3 Geschiedenis van de natuurwetenschappen	84
19.4 Wetenschapsfilosofie	84
19.5 Oriëntatie op leergebieden	84
20 Chemisch practicum	84
20.1 Praktische vaardigheden	84
20.2 Veiligheid en aansprakelijkheid	84
20.3 Inkoop en organisatie	84
20.4 Milieu	85
20.5 Schoolpracticum	85

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeeld-toets-items
	Een indicatie van het niveau wordt gegeven door McMurry & Fay, Chemistry, 5th edition (hoofdstukken genoemd). Indien anders, staat de titel van een lesboek vermeld.	Deze vragen zijn exemplarisch en bedoeld als indicatie van het niveau waarop studenten met deze begrippen om moeten kunnen gaan.
1. Basisbegrippen	H1 en 2	
1.1 De discipline scheikunde	Het vak, natuurwetenschappen, materie, eigenschappen, processen, plaats in de samenleving en het dagelijkse leven.	<ol style="list-style-type: none"> Beschrijf aan de hand van tenminste drie voorbeelden de plaats de scheikunde in onze samenleving. Langs de weg van het experiment worden in de natuurwetenschappen regels en wetten gevonden. Beschrijf deze zogenaamde natuurwetenschappelijke methode.
1.2 Stoffen en materialen, warenkennis	Elementen, atomen, symbolen, atoomnummer, periodiek systeem, perioden en groepen, moleculaire stoffen, zouten, mengsels.	<ol style="list-style-type: none"> In welke groepen* van het periodiek systeem bevinden zich de halogenen, aardalkalimetalen, edelgasen, overgangsmetalen en alkalimetalen? Noteer het aantal protonen, elektronen en neutronen in de volgende atomen of ionen: $^{40}\text{Ca}^{2+}$ ^{40}Ar $^{35}\text{Cl}^-$ $^{39}\text{K}^+$
1.3 Experimenteren en meten	Basisgrootheden en grondeenheden in het SI, afgeleide eenheden, nauwkeurigheid en onzekerheid, significantie.	<ol style="list-style-type: none"> De dichtheid van zwavelzuur bedraagt $1,84 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$. Wat is de massa van 25 mL zwavelzuur (in gram)? De dichtheid ρ van een vloeistof wordt berekend uit de massa $m = 24,78 \pm 0,05$ gram en het volume $V = 19,82 \pm 0,08$ mL. Bereken ρ in g mL^{-1} met opgave van de onzekerheid in de berekende waarde.
2 Chemische reacties	H3	
2.1 Reactievergelijkingen	Wet van behoud van massa, stoichiometrie, mol, getal van Avogadro, molaire massa.	<ol style="list-style-type: none"> Noteer de kloppende vergelijking van de reactie tussen kaliumchloraat (KClO_3) en glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Reactieproducten zijn KCl, CO_2 en H_2O. De constante van Avogadro is het aantal deeltjes (ionen, atomen) per mol. Bereken de molaire massa van waterstofchloride (g mol^{-1}) als gegeven is dat 1 molecuul HCl 36,46 u weegt.
2.2 Reactanten en producten	Elementenanalyse, massapercentage, empirische formule, molecuulformule.	<ol style="list-style-type: none"> Bereken het massapercentage koolstof in glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Voor de bereiding van ijzersulfide (FeS) wordt 14 gram ijzer en 10 gram zwavel gemengd. Het mengsel wordt tot reactie gebracht. Ga door berekening na welke stof in overmaat aanwezig is en hoeveel gram ervan.
2.3 Oplossingen	Concentratie, molariteit, titratie, verdunnen.	<ol style="list-style-type: none"> Geconcentreerd salpeterzuur bevat 65% (m/m) HNO_3. De dichtheid bedraagt $1,39 \text{ g mL}^{-1}$. Hoeveel mL HNO_3 moet worden afgemeten om 1,0 liter 4 M HNO_3 te bereiden? Bereken de concentratie NaCl in mol L^{-1} in een oplossing die 10,0% (m/m) NaCl bevat. De dichtheid van de oplossing bedraagt $1,07 \text{ kg L}^{-1}$.
3 Analytische Chemie	H4 en 15	
3.1 Elektrolytoplossingen	Dissociatie, sterke en zwakke elektrolyten, moleculaire stoffen in oplossing.	<ol style="list-style-type: none"> In welk van beide gevallen is de ionisatiegraad het hoogst: 0,1 M HAc of 0,1 M HCl. Motiveer je antwoord. Leg uit waarom een oplossing van glucose een elektrische stroom niet geleidt en die van keukenzout wel? Gebruik ook een reactie-vergelijking.

3 Analytische Chemie	H4 en 15	
3.2 Chemische reacties	Neerslagreacties, zuurbase reacties, redox reacties, titraties.	<ol style="list-style-type: none"> Ga na of een reactie optreedt als een oplossing van bariumchloride wordt toegevoegd aan een natriumsulfaat-oplossing. Gaat het in de volgende reacties om een zuurbase reactie of een redox reactie (motiveer je antwoord): <ul style="list-style-type: none"> magnesium reageert met verdund zwavelzuur; ijzererts wordt m.b.v. koolstof omgezet in ijzer en koolstofdioxide; waterstofbromide reageert met bariumhydroxide.
3.3 Neutralisatiereacties	Zuren en basen, neutralisatieconstante, pH-curves, equivalentiepunt, indicatoren kiezen.	<ol style="list-style-type: none"> Welke indicator kies je als een oplossing van azijnzuur titreert met natronloog? Motiveer je antwoord. Teken de titratiekromme voor titratie van een sodaoplossing met zoutzuur, beide 0,1 M sterk. Geef daarin de ligging van de equivalentiepunten aan.
3.4 Neerslagreacties	Oplosbaarheid, oplosbaarheidstabel, commonion effect, selectieve precipitatie.	<ol style="list-style-type: none"> Voor een verzadigde oplossing van $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ geldt $[\text{Ca}^{2+}] = 2,01 \times 10^{-8} \text{ M}$ en $[\text{PO}_4^{3-}] = 1,6 \times 10^{-5} \text{ M}$. Bereken K_s van $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Bereken de molaire oplosbaarheid van magnesiumfluoride in 0,10 M MgCl_2 (298K). Iemand wil Ag^+-ionen zo volledig mogelijk uit oplossing verwijderen m.b.v. 1 mol/L oplossingen van I^-, PO_4^{3-} of S^{2-}. Ga door berekening na welke van de drie het meest geschikt is.
3.5 Complexvorming	Vormingsconstanten, complexometrische titratie, liganden.	<ol style="list-style-type: none"> Een complexometrische titratie wordt altijd uitgevoerd in gebufferd milieu. Waarom? Een complexometrische indicator vormt met het te bepalen metaalion een complex. Wat kun je zeggen over de stabiliteit van het metaal-EDTA complex vergeleken met die van het metaal-indicator complex?
3.6 Bufferoplossingen	Zwak zuur en zijn geconjugeerde base, buffervergelijking, buffercapaciteit.	<ol style="list-style-type: none"> K_a van azijnzuur bedraagt $1,8 \times 10^{-5}$. Laat door berekening zien hoe groot K_b van de geconjugeerde base is (298 K). Aan 50 mL 1,0 M azijnzuur-oplossing wordt 30 mL 1,0 M NaOH-oplossing toegevoegd. Bereken de pH van het ontstane buffermengsel.
3.7 Berekeningen	Concentratie, molariteit, molaliteit, massa-%, volume-%, molfractie.	<ol style="list-style-type: none"> Geef aan hoe je een 10% (w/w) KI-oplossing bereidt. Een oplossing van salpeterzuur (2,00 mol/L) heeft een dichtheid van 1,064 g/mL. Bereken de molaliteit van het salpeterzuur in mol/kg water. Wat is het voordeel van het gebruik van molaliteit tegenover molariteit? In welke gevallen is de molaliteit handiger?
4 Atoomstructuur	H 5	
4.1 Atoombouw, denken in modellen	Elektronen, protonen, neutronen, atoomnummer, massagetal, isotopen, atoommassa, symbool, modellen door de geschiedenis heen: Dalton, Rutherford, Bohr en Schrödinger.	<ol style="list-style-type: none"> Hoeveel elektronen, protonen en neutronen bevatten de isotopen ^{35}Cl en ^{37}Cl (Z=17)? Teken een atoom ^{12}Mg volgens het atoommodel van Rutherford en volgens Bohr. Beschrijf de verschillen.

4 Atoomstructuur	H 5	
4.2 Elektromagnetische straling	Kwanta, amplitude, energie, frequentie, golflengte, lichtsnelheid, constante van Planck.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deeltjes en golven zijn verschillende vormen van energie. Bereken de golflengte van een jongen van 60,0 kg. 2. De uitkomst heeft geen fysische betekenis. Licht dat toe.
4.3 Absorptie en emissie van straling	Energie-effecten, energieniveaus.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Laat in een energieschema zien wat er gebeurt wanneer een atoom een foton absorbeert en de opgenomen energie afstaat als warmte door emissie van straling met 2 verschillende golflengten. 2. Beschrijf wat het emissiespectrum van een atoom laat zien.
4.4 Orbitalen	Elektronenconfiguratie, Aufbau principe, valentie-elektronen, periodiek systeem en eigenschappen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geef de elektronenconfiguratie over de s, p, d en f-niveaus van een atoom $_{58}\text{Ce}$. 2. Teken de elektronenconfiguratie in een energiediagram met blokjes van het oxide-ion.
4.5 Kwantumgetallen	Hoofdkwantumgetal, s, p, d en f orbital, elektronspin, Pauli principe, regel van Hund.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geef de elektronenconfiguratie van mangaan. 2. Leg aan de hand van de elektronenconfiguratie van mangaan het voorkomen van veel ionen van mangaan uit.
4.6 Nucleaire Chemie	Kernstructuur, kernkracht, massadefect radioactiviteit, kernsplijting en -fusie. Toepassingen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geef het verschil in massadefect per nucleon aan tussen een kernsplijting van zware elementen en kernfusie van waterstof. 2. Beschrijf een medische toepassing van isotoop koolstof 11.
5 Periodiek Systeem en elementen	H 6, 18, 19, 20	
5.1 Elektronenconfiguratie	Ionen van hoofdgroepen en hun edelgasconfiguratie, octetregel.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wat is een edelgasconfiguratie? 2. Verklaar aan de hand van de elektronenconfiguratie van $_{16}\text{S}$ dat zowel het S^{2-}-ion als het SO_4^{2-}-ion stabiel is.
5.2 Trends in het periodiek systeem	Ionstralen, ionisatie energieën, elektronenaffiniteit.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beschrijf waarom de ionisatie-energie toeneemt van links naar rechts in een periode. 2. Beschrijf hoe de ionstraal verloopt van Cl, Br en I
5.3 Alkalimetalen, aardalkalimetalen, Elementen groep 3, halogenen en edelgassen	Eigenschappen, voorkomen, productie, reacties.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verklaar de toename van reactiviteit van $\text{Li} > \text{Na} > \text{K}$ aan de hand van de atoomstraal en ionisatie-energie. 2. Strontium vindt toepassing in vuurwerk vanwege de fraaie kleuren. Wat is de atomaire verklaring van de kleuren?
5.4 Kennis van elementen	Voorkomen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zwavel vormt onder meer de verbinding SF_6. Dit is een zesomringing in plaats van de veelvoorkomende vieromringing. Geef aan waardoor een zesomringing bij SF_6 mogelijk is. 2. In hemoglobine is het Fe^{2+} ion door liganden omringd en deels door zuurstof. Beschrijf de vorm van het hemoglobine.
6 Binding	H6, 7, 21	
6.1 Chemische binding	Wat is binding (chemisch en fysisch binding)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Leg het verschil uit tussen inter- en intramoleculaire krachten. 2. Hoort een waterstofbrug tot de inter- of intramoleculaire kracht? Licht toe.

6 Binding	H6, 7, 21	
6.2 Ionbinding	Ionbinding, roosterenergie.	1. Leg uit waarom de roosterenergie van MgO veel groter is dan die van NaCl. 2. Wat is het verschil tussen een ionbinding en een covalente binding?
6.3 Metaalbinding	(Half)geleiders, p, n-transistoren.	
6.4 Covalente binding	Sterkte van een covalente binding, elektronrelativiteit, elektronenaffiniteit. Polariteit van binding.	1. Wat is het meest elektronegatieve element? Leg uit. 2. Teken een molecuul methanol en geef de polariteit aan.
6.5 Structuur	Lewisstructuur, enkelvoudige- en meervoudige binding, resonantie/mesomerie, formele lading.	1. Teken de Lewisstructuur van azijnzuur. 2. Bereken de formele lading van elk atoom in N_2O ($N=N=O$, let op niet NON).
6.6 Ruimtelijke modellen	VSEPR model, moleculaire geometrie, sp^3 , sp^2 en sp hybridisatie. Pi- en sigmabindingen.	1. Teken een molecuul propane ruimtelijk en benoem de sigma- en pi-bindingen. 2. Waardoor is de hoek H-O-H in water kleiner dan de 109° die je zou verwachten?
6.7 Moleculaire orbitalen	Waterstof en andere diatomige moleculen.	
7 Thermochemie en thermodynamica	H8, 16	
7.1 Calorimetrie	Energie, arbeid, eerste hoofdwet, kinetische en potentiële energie.	1. De warmte die vrijkomt bij de verbranding van 8,0 gram methanol wordt benut om 2,5 liter water te verwarmen. Wat is de maximale temperatuurstijging die mag worden verwacht? 2. In een calorimetrisch experiment wordt m.b.v. HCl- en NaOH-oplossingen de reactie-enthalpie van water bepaald. Deze bedraagt -58 kJ mol^{-1} . Zoek in Binas de vormingsenthalpie van water op en verklaar het verschil.
7.2 Thermochemie	Endo- en exotherm, enthalpie, wet van Hess, vormings- en reactie-enthalpie.	1. Bereken met behulp van een enthalpiediagram de verbrandingsenthalpie van 1 mol etheen (C_2H_4). ΔH_f bedraagt 51 kJ mol^{-1} . Noteer in het diagram de numerieke waarden van <u>alle</u> deelnemende stoffen. 2. Geef aan wat het verschil is tussen de reactie-energie en de reactie-enthalpie.
7.3 Entropie	Eerste en tweede hoofdwet, spontaan verlopende reacties.	1. Voor een evenwichtsreactie geldt onder standaardomstandigheden $\Delta H < 0$ en $\Delta S < 0$. Wat gebeurt er met de evenwichtsconstante K als de temperatuur van het reactiemengsel wordt verhoogd: wordt K kleiner, groter of blijft hij gelijk? Motiveer je antwoord. 2. Bereken de (grens)temperatuur voor de spontane ontleding van $CaCO_3$.
7.4 Vrije energie	Vrije reactie-energie onder standaardomstandigheden, vrije vormingsenergie, vrije energie en evenwicht.	1. Voor de volgende evenwichtsreactie: $A(g) \leftrightarrow B(g)$ geldt $\Delta G^\circ > 0$. Bij evenwicht bedraagt de evenwichtsconstante $K = 0,20$. Schets in een grafiek zo volledig mogelijk het verloop van de vrije energie tijdens de reactie (dus van 100% A tot 100% B). 2. ΔG_f° voor de reactie $N_2O_4(g) \leftrightarrow 2NO_2(g)$ bedraagt onder standaardomstandigheden $4,73 \text{ kJ mol}^{-1}$. Is $K < 1$ of > 1 ? Motiveer je antwoord.

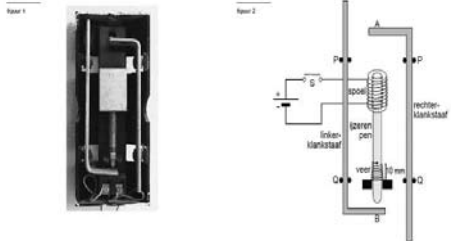
8 Gassen, vloeistoffen en vaste stoffen	H9, 10, 11	
8.1 Eigenschappen van gassen	Druk, volume, mol, temperatuur, wet van Avogadro, Boyle, Dalton en Charles, ideale gaswet.	<ol style="list-style-type: none"> Bereken het volume van 26,00 gram stikstofgas onder omstandigheden waarbij 30,0 Liter zuurstofgas een massa van 26,0 gram heeft. In een gastank van 40 Liter bevindt zich, bij 20 °C, helium onder een druk van 18 kPa. Hoeveel kg helium bevindt zich in deze gastank?
8.2 Gedrag van gassen	Kinetische energie, wet van Graham, temperatuur, massa, snelheid, diffusie, effusie, adiabatische expansie.	<ol style="list-style-type: none"> Rangschik de volgende gassen naar toenemende gemiddelde snelheid van de moleculen (alle gassen gelijke druk, volume en temperatuur). Cl₂, H₂, C₂H₄. Bereken de gemiddelde snelheid van een neonatoom onder standaardomstandigheden.
8.3 Eigenschappen van vaste stoffen	Kristallijn, amorf, ion- en molecuul rooster, eenheidscel.	<ol style="list-style-type: none"> Leg met behulp van de term 'rooster' uit welke allotropen van koolstof bekend zijn en wat het verschil tussen die allotropen is. Boornitride (BN) heeft een covalent netwerk met dezelfde structuur als grafiet. Schets een gedeelte van het BN-netwerk en geef hierin een eenheidscel aan.
8.4 Eigenschappen van vloeistoffen	Vanderwaalsbinding, dipoolmoment, polair en apolair, dipoolinteractie, London interactie, Dampspanning	<ol style="list-style-type: none"> Leg uit waardoor ethanol en ammoniak goed oplossen in water en waarom ammoniak dat veel beter (meer) doet dan ethanol. In welke van de stoffen Xe, F₂, CCl₄ en HCl heersen: <ol style="list-style-type: none"> de grootste dipool-dipool-interacties? de grootste London-dispersie-interacties?
8.5 Eigenschappen van oplossingen	Onverzadigd, verzadigd, oververzadigd, oplosbaarheid, wet van Henry, Intermoleculaire krachten, wet van Raoult. Kookpuntverhoging en vriespuntddaling (alleen conceptueel).	<ol style="list-style-type: none"> Oplossing A heeft een glycerolconcentratie van 20 gram/L en oplossing B heeft een glycolconcentratie van 30 gram/L. Beredeneer welke van deze oplossingen de kleinste kookpuntverhoging heeft. Leg voor elke aggregatietoestand (vast, vloeibaar en gas) uit welk effect de druk heeft op de oplosbaarheid daarvan in een vloeistof.
8.6 Fasen	Fase diagrammen, faseovergangen, smelt- en kookpunt, smelt- en verdampings-enthalpie.	<ol style="list-style-type: none"> Leg uit wat we verstaan onder de term 'tripelpunt'. Leg m.b.v. een fasediagram uit waarop de scheiding d.m.v. destillatie van een water-ethanol-mengsel berust.
9 Reactiekinetiek	H 12	
9.1 Reactiesnelheid	Snelheidsvergelijkingen, snelheidsconstante, reactieorde, geïntegreerde snelheidsvergelijking, 0e, 1e en 2e orde reacties, halfwaardetijd.	<ol style="list-style-type: none"> De reactie A → B is eerste orde in A. Na een reactietijd van 10 seconden blijkt dat de beginconcentratie [A]₀ gehalveerd is. Na hoeveel seconden is [A] gezakt tot 1/3 van [A]₀? In een kinetiek experiment blijkt dat de reactiesnelheid met een factor 2,8 toeneemt als de waarde van een component A wordt verdubbeld. Wat is de orde van de reactie in A?
9.2 Invloed van de temperatuur	Arrheniusvergelijking, botsende deeltjes model, activeringsenergie, geactiveerd complex, energiediagrammen.	<ol style="list-style-type: none"> Teken het energiediagram van een exotherme reactie. Geef daarin aan de activeringsenergie E_a, het geactiveerd complex en ΔH van de reactie. Teken in hetzelfde diagram het verloop van de gekatalyseerde reactie. In een kinetisch experiment wordt bij verschillende temperaturen de reactiesnelheid gemeten. Grafisch uitgezet levert het verband tussen ln k en 1/T (K⁻¹) een rechte op met als helling -1,07 x 10⁴ K. Bereken de activeringsenergie E_a van de reactie.

9 Reactiekinetiek	H 12	
9.3 Katalyse	Homogene en heterogene katalyse, reactie-intermediair, enzymkinetiek (alleen conceptueel), nieuwe trends in katalyse.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Het enzym urease katalyseert de omzetting van ureum in ammoniak en koolstofdioxide. De niet-gekatalyseerde reactie heeft een activeringsenergie $E_a = 125 \text{ kJ mol}^{-1}$, de gekatalyseerde reactie $E_a = 46 \text{ kJ mol}^{-1}$. Hoeveel maal sneller verloopt de gekatalyseerde reactie bij 21°C? 2. Beschrijf twee nieuwe ontwikkelingen in de katalyse.
9.4 Reactiemechanismen	Elementaire reacties, snelheidsbepalende stap.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Voor de reactie $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{HI}(\text{g})$ blijkt experimenteel $s = k[\text{H}_2][\text{I}_2]$. Ga na dat het volgende mechanisme van elementaire reacties voldoet aan deze snelheidsvergelijking: $\text{H}_2 + \text{I}_2 \leftrightarrow \text{H} + \text{HI}_2$ snel en reversibel $\text{H} + \text{HI}_2 \leftrightarrow \text{HI} + \text{HI}$ snelheidsbepalend 2. Het mechanisme van de ontleding van ozon in zuurstof o.i.v. uv straling wordt voorgesteld door: $\text{O}_3 \rightleftharpoons \text{O} + \text{O}_2$ snel en reversibel $\text{O} + \text{O}_3 \leftrightarrow \text{O}_2 + \text{O}_2$ snelheidsbepalend Bepaal uit deze elementaire reacties de overall reactiesnelheidsvergelijking.
10 Chemisch evenwicht	H 13	
10.1 Ligging van een evenwicht	Evenwichtsconstanten (K_p , K_c , Q), temperatuur-afhankelijkheid.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wat is het verschil tussen K_c en Q_c?; wat is het verband tussen K_p en K_c? 2. Als een evenwicht verschuift in de richting van producten, wordt K dan groter of kleiner?
10.2 Evenwichts-samenstelling	Evenwichtsvergelijkingen, evenwichtsconstante, concentratiebreuk Q bij niet-evenwicht omstandigheden.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Noteer de evenwichtsconstante voor de vorming van ammoniak uit de elementen. 2. Op $t = 0$ bedraagt $[\text{NH}_3] = 1,0 \text{ mol L}^{-1}$. Op $t = t$ is er evenwicht en bedraagt $[\text{NH}_3] = 0,20 \text{ mol L}^{-1}$. Bereken K_c onder deze omstandigheden.
10.3 Verschuiven van een evenwicht	Concentratie-, druk (volume) en temperatuur invloeden, regels van Van 't Hoff - Le Chatelier.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Voor een reactie geldt $\Delta H < 0$. Beredeneer in welke richting het evenwicht verschuift bij temperatuurverhoging? 2. Beredeneer wat er gebeurt met de evenwichtsligging als bij de reactie $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$, bij gelijkblijvende temperatuur, het volume wordt verkleind.
11 Zuren en basen	H 14	
11.1 Donor- acceptor denken	Overeenkomst tussen zuurbase en redox.	
11.2 Brønstedtheorie	Protondonor, protonacceptor, oxoniumion, geconjugeerde zuurbase paren, zuurconstante, baseconstante.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Noteer de protolysereactie(s) van H_2SO_4 in water. 2. Wat is de geconjugeerde base van H_2SO_4? En wat het zuurrest-ion? 3. Bereken de pH van <ol style="list-style-type: none"> a. 2,5 L 0,20 M zoutzuur b. 3,8 L 0,40 M azijnzuur 4. Een oplossing van aluminiumnitraat blijkt zuur te zijn. <ol style="list-style-type: none"> a. Noteer een reactievergelijking die dit verschijnsel verklaart. b. Onderstreep de geconjugeerde base in deze reactievergelijking. c. Geef in deze reactievergelijking met pijltjes de protonoverdracht aan.

11 Zuren en basen	H 14	
11.3 Lewis zuren en basen	Elektronenoverdracht, covalente binding.	<ol style="list-style-type: none"> 1. IJzer(III)chloride reageert in water als een zuur. Het IJzer(III)ion is daarom op te vatten als een Lewiszuur. Leg aan de hand van het voorbeeld van ijzer(III)chloride uit wat we onder een Lewiszuur verstaan. 2. Leg uit dat de volgende reactie: $\text{BeCl}_2 + 2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{BeCl}_4^{2-}$ is op te vatten als een zuur-base-reactie. Wat is hier het zuur?
11.4 Water	Zure-, basische- en neutrale oplossingen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Laat aan de hand van voorbeelden zien dat water een amfolyt is. 2. Bij een afwijkende temperatuur bedraagt de dissociatieconstante van water $1 \cdot 10^{-16}$. Bereken de pH van zuiver water bij deze afwijkende temperatuur.
12 Elektrochemie	H 17	
12.1 Redoxreacties	Elektronenoverdracht, standaard reductiepotentiaal, Nernst.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Leid de wet van Nernst af, uitgaande van de betrekkingen $\Delta G_r = -nFE$ en $\Delta G_r = \Delta G_r^0 + RT \ln Q$
12.2 Galvanische cellen	Spontaan verlopende reacties, verkorte celnotatie, anode en kathode, standaard bronspanning, (moderne) batterijen, brandstofcel.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kun je elke batterij opladen? 2. Van de volgende twee halfcellen wordt een galvanische cel gebouwd: Cu^{2+}/Cu en $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ <ol style="list-style-type: none"> a. Noteer de verkorte celnotatie. b. Bereken ΔV^0. c. Bereken ΔV als de concentratie van alle deelnemende stoffen $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ bedraagt.
12.3 Elektrolytische cellen	Elektrolyse, anode en kathode, ontledingspanning, galvaniseren, wet van Faraday.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Voor de bereiding van natrium uit een pekelsmelt, NaCl(l), is veel minder energie nodig dan voor aluminium uit bauxiet. Noem daar de reden van. 2. Bij de elektrolyse van gesmolten pekels ontstaan natrium en chloor (het Dow proces). Teken schematisch de opstelling voor elektrolyse en laat zien welke processen zich aan de anode en kathode afspelen.
13 Spectroscopie	Scheikunde voor het laboratorium-onderwijs, instrumentele analyse (Thieme Meulenhoff).	
13.1 Algemene begrippen	Breking, Lambert-Beer, spectraallijnen, spectrometrie als analysemethode, wat voor soort problemen kun je hiermee oplossen?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teken een blokschema van een eenvoudige colorimeter, benoem de onderdelen en hun functie. 2. Noem de 4 voorwaarden waaronder de wet van Lambert-Beer geldig is.
13.2 Atoomspectroscopie	AAS, AES.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Waarin wijkt AES af van AAS? 2. Welke fotometrische methode wordt gebruikt voor de analyse van o.m. natrium en kalium.
13.3 Molecuulspectroscopie en structuuropheldering	IR, UV-VIS, NMR, MS, Röntgenspectroscopie (principe en toepassing kunnen beschrijven, geen spectra ophelderen).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Welke van de hiernaast genoemde spectroscopische technieken wordt gebruikt voor structuuropheldering van organische verbindingen en waarom? 2. Beschrijf het principe en de toepassing van massa spectroscopie.

14 Scheidingsmethoden	Altman, Scheikunde voor het mbo	
14.1 Klassieke en hedendaagse scheidingsmethoden	Centrifugeren, filtreren, adsorberen, zeven, herkristallisatie, sublimatie, vriesdrogen. Koppeling van scheidingsmethoden en spectrometrische methoden.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Noem van de hiernaast genoemde scheidingsmethoden het principe. 2. Noem van elke methode een toepassing uit het dagelijks leven.
14.2 Chromatografie	GLC, vloeistofchromatografie (papier), HPLC, DLC, kolomchromatografie. Chromatografie als analysemethode. Elektroforese. Ionenwisselingschromatografie.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wat wordt onder de retentiefactor R_f verstaan? 2. Zowel GLC als HPLC worden gebruikt voor kwantitatieve analyse. Daar wordt vaak de interne standaardmethode voor gebruikt. Leg uit hoe deze methode werkt.
14.3 Extractie	Continue extractie, vloeistof-vloeistof, vloeistof-vast.	<ol style="list-style-type: none"> 1. In een meervoudig extractieproces wordt 100 mL waterige oplossing, die 2,00 mmol stof bevat, drie maal met 25 mL hexaan geëxtraheerd. Bereken het extractierendement als de verdelingscoëfficiënt 5,0 bedraagt. 2. Beschrijf het proces van continue extractie.
14.4 Destillatie	Standaard- en gefractioneerde destillatie, stoomdestillatie, azeotropie, destillatie onder verminderde druk.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Leg uit wat onder gefractioneerde destillatie wordt verstaan. 2. Wanneer wordt een destillatie bij verminderde druk uitgevoerd?
15 Organische Chemie	Fundamentals of Organic Chemistry. McMurry & Simanek	
15.1 Basiskennis van organische verbindingen	Karakteristieke groepen, nomenclatuur, fysische eigenschappen, additie, substitutie, eliminatie, reactieve deeltjes.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geef de structuurformule van het meest waarschijnlijke eliminatieproduct van 2-chloor-3-methylpentaan. 2. Een broek is bespat met gamma-aminoboterzuur (GABA; 4-hydroxybutaanzuur). Bedenk met welk oplosmiddel je deze spatten GABA kunt verwijderen en beargumenteer je keuze.
15.2 Reacties en mechanismen van alkanen, alkenen, aromaten, halogeenalkanen, alcoholen, ethers, carbonylverbindingen, amines	S_N1 en -2 , radicaalmechanismen, kationische polymerisatie. Exemplarisch: elektrofiel aromatische substitutie, (anti)-Markovnikov, Diels-Alder, Grignard. Energiediagrammen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geef de structuurformules van de monochloor reactieproducten als je een equimolair mengsel van chloor en 2-methylbutaan bestraalt. Geef beargumenteerd aan welk product het meest ontstaat. 2. Geef het reactiemechanisme van de nucleofiele substitutie van 2-broom-3-methylbutaan in een oplossing van natriumhydroxide in water.
15.3 Stereochemie	Conventies, draaiing van het polarisatievlak, chiraliteit, scheiding van enantiomeren.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bedenk en bespreek drie manieren om een mengsel van enantiomeren te scheiden. 2. Leg uit waarom er geen verband bestaat tussen de draaiing van het polarisatievlak (+) of (-) en de aanduiding D,L of R,S.
15.4 Polymeerchemie	Polyaddities, polycondensatie, kinetiek, molecuulmassaverdeling. Fysisch gedrag van polymeren.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geef met een reactievergelijking het verschil aan tussen nylon 6,4 en nylon 4,6. 2. Verklaar hoe de molecuulmassaverdeling de macroscopische eigenschappen van polymeren beïnvloedt.
15.5 Toepassingen van de organische chemie	Kunststoffen, (materiaal)eigenschappen, toepassing, micro-macro-denken (structuur-eigenschapsrelatie), grondstoffen en productie.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geef een moleculaire toelichting op de macroscopische eigenschappen van isotactische en syntactische polymeren. Wat is de rol van weekmakers in polymeren? Wat doen weekmakers als ze in je lichaam terecht komen? 2. Laat zien hoe synthetische verven via radicaalreacties met zuurstof uitharden tot een driedimensionaal netwerk.

16 Biochemie	Fundamentals of Organic Chemistry. McMurry & Simanek (H. 14-15-16-17)	
16.1 Eiwitten	(Essentiële) aminozuren, IEP, primaire t/m quaternaire structuur, enzymen, stereochemie, denaturatie.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Leg uit dat het IEP een wezenlijke rol speelt bij elektroforese. 2. Geef aan welke inter- en intramoleculaire interacties de quaternaire structuur van een eiwit mede bepalen.
16.2 Sachariden	Bouw, mono-, di- en polysachariden, derivaten, stereochemie, ringvorming.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geef op moleculaire schaal het onderscheid weer tussen zetmeel en cellulose. 2. Laat met behulp van de Newmann projectie zien dat in de glucosering alle hydroxylgroepen zich bij voorkeur in het equatoriale vlak bevinden.
16.3 Vetten	Structuur, vetzuren, vet en olie, essentiële vetzuren, verzepen, hydrogeneren, steroïden, membranen, metabolisme van vetten.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Frituurolie van onverzadigde vetten moet regelmatig worden vervangen. Welke polymerisatiereacties liggen ten grondslag aan de 'veroudering' van frituurolie? 2. Licht de rol van vetten (lipiden) in de celmembranen op moleculaire schaal toe.
16.4 Essentiële stoffen	Water- en vetoplosbare vitamines, terpenen, hormonen, enzymen, enzymactiviteit, inhibitie.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geef de isopreeneenheden in caroteen en in geraniol. 2. Geef aan hoe ionen van zware metalen enzymactiviteit kunnen verstoren. Licht toe met doorslikken van vloeibaar kwik en drinken van een kwik(II)nitraatoplossing. 3. Leg uit waarom, bij een gegeven enzymconcentratie, de activiteit van een enzym (V) haar maximum nadert bij stijgende substraatconcentratie ([S]). Geef een bijpassende schets.
16.5 Metabolisme en cellulaire processen	Exemplarisch: cellulaire energiestromen, oxidatie, ATP, vertering, koolhydraatmetabolisme, citroenzuurcyclus, melkzuurcyclus, fermentatie, vetmetabolisme, acetyl-coenzym-A, eiwitmetabolisme, ureumcyclus, enzymwerking.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geef een toelichting bij een van de stofwisselingscycli. Geef aan bij welke stappen sprake is van een redoxreactie (elektronenoverdracht) en bij welke stappen (enzymatische) hydrolyse een rol speelt. 2. Licht drie variabelen toe die de enzymactiviteit beïnvloeden.
16.6 Nucleïnezuuren	Erfelijkheid, structuur en reproductie van DNA, RNA, genetische code, eiwitsynthese, mutaties, genetische modificaties.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geef aan hoe via genetische modificatie eigenschappen van het ene organisme in het andere overgebracht kunnen worden. Vind je dat de mens zo mag ingrijpen in natuurlijke processen? Licht toe. 2. Schets de algemene syntheseschappen van een eiwit (bijvoorbeeld insuline), uitgaande van het gen op het DNA dat voor insuline codeert.
17 Toegepaste wiskunde	Basisboek Wiskunde, Van de Craats & Bosch	
17.1 Basisvaardigheden van de havo	Ontbinden en vergelijken, breuken bewerken, machten nemen, werken met logaritmen, goniometrische verhoudingen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los op de vergelijking $\log(x-3) + \log(2x-7) = \log 6$ 2. In ΔABC is $b = 5$, $c = 6$ en $\alpha = 70^\circ$. Bereken a en β.
17.2 Lineaire functies	Lineaire functies, kwadratische functies, gebroken (lineaire) functies, goniometrische functies, wortelfuncties, exponentiële functies, logaritmische functies.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teken de grafiek van de volgende functie op $[0, 2\pi]$ $y = 3 \cos(x-2)$ 2. Los de volgende ongelijkheid grafisch op: $\begin{array}{ccc} x-1 & & -2 \\ \text{-----} & < & \text{-----} \\ x-7 & & x-2 \end{array}$
17.3 Veranderen	Differentiëren, basis van integreren.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bepaal de afgeleide van $y = s^2\sqrt{s} - s\sqrt{s}$ 2. Bepaal $\int(x^2+5)dx$

18 Natuurkunde	Physics, 7th edition. Cutnell & Johnson	
18.1 Krachten en beweging/ mechanica	Snelheid, versnelling, krachten, wetten van Newton, momenten, traagheid, botsing, arbeid en energie.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Een verspringer verlaat de grond onder een hoek van 23°. Vervolgens legt hij een horizontale afstand van 8,7 m. af voor hij de grond weer raakt. Wat is zijn snelheid bij de afsprong? 2. Een trapezeacrobaat A staat op een platform en swingt via een rekstok naar beneden. In het laagste punt laat hij de rekstok los en laat zich verder in het vangnet vallen. Trapeze acrobaat B laat zich rechtstreeks van hetzelfde platform vallen in hetzelfde vangnet. Welke acrobaat komt met de grootste snelheid in het vangnet terecht? Geef een duidelijke uitleg.
18.2 Trillingen, golven en geluid	Harmonische trilling, voortplantingssnelheid, geluidssterkte/-intensiteit, Dopplereffect, buiging, interferentie, longitudinale en transversale golven.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Twee auto's rijden achter elkaar met dezelfde richting en dezelfde snelheid. Zullen de bestuurders de claxon van de ander bij een andere frequentie waarnemen dan wanneer beide auto's stilstaan? Motiveer je antwoord. 2. Tijdens een vuurwerkdemonstratie explodeert een vuurpijl hoog in de lucht. Het geluid verspreidt zich uniform in alle richtingen. Op 120 m. afstand van de explosie is de geluidsintensiteit $2,0 \times 10^{-6} \text{ W/m}^2$. Op welke afstand van de explosie zal de geluidsintensiteit $0,80 \times 10^{-6} \text{ W/m}^2$ zijn?
18.3 Elektriciteit en magnetisme	Lading, elektrisch veld, elektrische stroom, en potentiaal, wet van Ohm, wetten van Kirchhoff, magnetisch veld, inductie, wisselstroom.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hieronder zie je een schematische tekening van een "ding-dong" die is aangesloten op een gelijkspanningsbron. S is de drukknop van de huisbel. Als je schakelaar S indrukt gaat de ijzeren pen in de spoel omhoog. Bij A botst hij tegen de rechterklankstaaf. Je hoort: 'ding'. Na het loslaten van S valt de pen weer omlaag en botst bij B tegen de linkerklankstaaf. Je hoort: 'dong'. Een veer zorgt ervoor dat de ijzeren pen weer terugkomt in de beginpositie. <div style="text-align: center;">  </div> <ol style="list-style-type: none"> 2. Natuurkundig gezien zijn de volgende uitspraken niet juist. Verbeter de onderstreepte woorden. <ol style="list-style-type: none"> a) Een stopcontact staat onder <u>stroom</u>. b) Er loopt <u>spanning</u> door een brandend lampje. c) Een koelkast <u>verbruikt stroom</u>. d) Bij onweer zit er veel <u>elektriciteit</u> in de wolken <p>Leg uit hoe de staaf door het indrukken van de schakelaar omhoog wordt getrokken.</p>
18.4 Licht	Reflectie, breking, lenzen, zien, kleurenleer.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Twee beeldragende mensen zijn aan het kamperen. De een is bijziend en de ander verziend. Wiens bril kun je gebruiken om een vuurtje te maken m.b.v. de zonnestralen? Verklaar je antwoord. 2. Een prisma in de vorm van een gelijkzijdige driehoek is gemaakt van glas. Rood licht valt onder een hoek van 60° op het prisma. Bereken de brekingshoek waaronder de lichtstraal het prisma verlaat.

18 Natuurkunde	Physics, 7th edition. Cutnell & Johnson	
18.5 Warmte	Soortelijke warmte, uitzetting, warmte-transport, geleiding, stroming, straling. Latente warmte (smeltwarmte, verdampingswarmte).	<p>1. Een koffiekop weegt 0,25 kg, is gemaakt van materiaal met een soortelijke warmte van $950 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ en bevat 0,30 kg water. De koffiekop en het water hebben een temperatuur van 25°C. Om koffie te maken wordt er een dompelaar in het water gebracht. Deze brengt het water in twee minuten aan de kook. Bereken het minimale vermogen van de dompelaar wanneer je aanneemt dat de koffiekop en het water tijdens het verwarmen steeds dezelfde temperatuur hebben.</p> <p>2. Een samengesteld materiaal bestaat uit drie lagen: gipsplaat, steen en hout. De geleidbaarheidsconstante is respectievelijk $0,30 \text{ J/s}$, $0,60 \text{ J/s}$ en $0,10 \text{ J/s}$. De binnentemperatuur is 27°C en de buitentemperatuur is 0°C. Bereken de temperatuur bij de overgang van gipsplaat naar steen en van steen naar hout.</p> <div data-bbox="842 808 1350 1025" style="text-align: center;"> <p>The diagram shows a cross-section of a composite material with three vertical layers. From left to right, they are labeled 'Gipsplaat' (grey), 'Steen' (orange), and 'Hout' (brown). On the far left, it says 'Binnenkant (27°C)' and on the far right, 'Buitenkant (0°C)'.</p> </div>

19 Verbredende onderwerpen	Physics, 7th edition. Cutnell & Johnson	
19.1 Industriële Chemie	Exemplarisch: energie-, massa en impulsbalans. opschalen. Voorbeelden uitwerken, (bv. aardolie, ammoniak, methanol, zwavelzuur...), geschiedenis. Ook farmacochemie hoort tot de mogelijkheden. Levensmiddelenchemie, bedrijfsbezoek.	<ol style="list-style-type: none"> 1. In de industriële chemie worden verschillende reactoren gebruikt. Voorbeelden zijn propstroom-, continu geroerde en batchreactoren. Beschrijf de principes van deze reactoren. 2. Bij de ammoniak en- methanolsynthese (evenwichtsreacties) wordt onder hoge druk en temperatuur en worden katalysatoren gebruikt. Beschrijf de invloed van druk, temperatuur en het gebruik van een katalysator op bovengenoemde syntheses.
19.2 Duurzaamheid	Milieu en natuur, processen in lucht water en bodem, hergebruik, recycling, kringlopen, normstelling, toxicologie, energieverbruik en duurzaamheid. Groene chemie. Ethiek.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Opslag van koolstofdioxide in lege gasvelden zou de opwarming van de aardse atmosfeer kunnen remmen. Geef op basis van chemische en fysische argumenten aan waardoor dit geen goede oplossing is. Laat de andere groep aangeven waardoor dit wel een goede oplossing is. 2. Bewoners boven een leeg gasveld zijn tegen de opslag van koolstofdioxide. Mag de overheid de opslag toch uitvoeren?
19.3 Geschiedenis van de natuurwetenschappen	Aristoteles tot Popper. Vier elementen, quintessence, alchemisten, Newton, Lavoisier, Nobelprijswinnaars.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Antoine Lavoisier werd onthoofd. Wat heeft deze Fransman aan de ontwikkeling van de chemie bijgedragen? 2. Newton zei: 'Ik sta op schouders van groten'. Op welke schouders staan de wetenschappers die de nanotechnologie hebben ontwikkeld?
19.4 Wetenschapsfilosofie	Ontwikkelingen in denken. Falsificatie Stromingen in didactiek / kennisverwerving van chemie. Context - concept; micro-macro.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beschrijf de filosofie van de didactiek van TuE, Theorie uit Experimenten. 2. Rond 1968 is de scheikundedidactiek grondig veranderd. Beschrijf die stroming en geef overeenkomsten en verschillen met context-concept-chemie. 3. Omschrijf in je eigen woorden het verschil tussen verificatie en falsificatie van een hypothese. 4. Waarom wordt falsificatie tegenwoordig als een betere manier gezien om de kwaliteit van een hypothese te onderzoeken?
19.5 Oriëntatie op leergebieden	De positie van scheikunde in de leergebieden.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kies drie alledaagse beroepen en geef aan welke chemische kennis bij uitoefening van dit beroep noodzakelijk is. 2. Kies drie beroepen binnen de (gemeentelijke, provinciale, rijks) overheid (wethouder,...) en geef aan wat deze ambtenaren en bestuurders aan noodzakelijke chemische kennis in huis moeten hebben.
20 Chemisch practicum	Het chemisch practicum, Udo & Leene, 4 ^e druk, ThiemeMeulenhoff	Hieronder staan geen toetsitems. Het betreft een nadere uitwerking van kernconcepten uit kolom 2.
20.1 Praktische vaardigheden	Motoriek, nat chemische- en instrumentele analyse, scheidingsmethoden, synthese.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kwantitatieve analyse: zuurbase- en redox titraties, UV-VIS spectroscopie, GC en HPLC. 2. Kwalitatieve analyse: IR-spectroscopie, elektroforese, dunnelaag- en kolomchromatografie, reactiekinetiek, calorimetrie, organische synthese.
20.2 Veiligheid en aansprakelijkheid	Arbeidsomstandigheden in het natuurwetenschappelijk onderwijs; R&S-zinnen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid. 2. Werken met chemicaliën, veiligheidsmiddelen, EHBO, brandgevaar en blusstoffen.
20.3 Inkoop en organisatie	Aansturing TOA, catalogi, markt van leveranciers en aanbieders.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Richtlijnen voor de inrichting van practicumlokalen. 2. Bestelling van laboratoriumbenodigdheden en chemicaliën.

20 Chemisch practicum	Het chemisch practicum, Udo & Leene, 4e druk, ThiemeMeulenhoff	Hieronder staan geen toetsitems. Het betreft een nadere uitwerking van kernconcepten uit kolom 2.
20.4 Milieu	Afvalverwerking, duurzaamheid, schaalgrootte van experimenten.	1. Afvoer van chemisch afval; normen KCA. 2. Keuze van hoeveelheden chemicaliën, experimenten op microschaal.
20.5 Schoolpracticum	Demonstraties, leerlingenpracticum, ICT toepassingen toepassingen.	1. Uitvoeren van demonstratieproeven. 2. Opzetten leerlingenpracticum, IP-coach experimenten.

Samenstelling redactie en legitimeringspanel

Vakredactie:

Ronald Udo (Hogeschool van Amsterdam)
 Marco Nomes (Hogeschool Utrecht)
 Pierre Heldens (Fontys lerarenopleiding Tilburg)
 Gerard Stout (Noordelijke Hogeschool Leeuwarden)
 Thom Somers (Hogeschool Arnhem/Nijmegen)
 Erik Meij (Christelijke Hogeschool Windesheim)

Legitimeringspanel

Dr. J. van Driel (Universiteit Leiden, Hoogleraar didactiek van de natuurwetenschappen)
 Drs. A. Mast (vakvereniging C3)
 Drs. Jan de Gruijter (eindredacteur vakvereniging scheikunde NVOX)
 B. Hobrink (tweedegraads docent)
 O. Tozak (tweedegraads docent)
 J.F. Lens (eerstegraads docent)
 W. Bolt (eerstegraads docent)