



Kemi A, htx

Vejledning

Undervisningsministeriet

Styrelsen for Undervisning og Kvalitet

Gymnasie- og Tilsynskontoret, august 2017

Vejledningen præciserer, kommenterer, uddyber og giver anbefalinger vedrørende udvalgte dele af læreplanens tekst, men indfører ikke nye bindende krav.

Citater fra læreplanen er anført i kursiv.

Indholdsfortegnelse

Korte fakta om kemi A, htx.....	2
1. Identitet og formål	2
1.1. Identitet	2
1.2. Formål	2
2. Faglige mål og fagligt indhold	3
2.1. Faglige mål	3
2.2. Kernestof	6
2.3. Supplerende stof	10
2.4. Omfang	10
3. Tilrettelæggelse	10
3.1. Didaktiske principper.....	10
3.2. Arbejdsformer	11
3.3. It	15
3.4. Samspil med andre fag.....	16
4. Evaluering	16
4.1. Løbende evaluering.....	16
4.2. Prøveform	17
4.3. Bedømmelseskriterier.....	19
4.4. Selvstuderende.....	22
Nyttige links	23

Korte fakta om kemi A, htx

I htx findes kemi på to niveauer. Det enkelte niveaus læreplan omfatter hele forløbet og ikke kun et løft fra et underliggende niveau. Ved en sammenligning af de to læreplaners faglige mål og fagligt indhold vil det fremgå, at der til dels arbejdes med samme faglige mål og indhold, men med forskellig faglig dybde, og til dels at der introduceres nye faglige mål og nyt fagligt indhold på A-niveau i forhold til B-niveau. Læreplanen i kemi A skal læses sammen med ”Lov om de gymnasiale uddannelser”, den tilknyttede bekendtgørelse, eksamensbekendtgørelsen og karakterbekendtgørelsen. Links kan findes sidst i vejledningen.

Kemi A's faglige mål og fagligt indhold omfatter både kemis almindelige og studieforbereende aspekter. De centralt stillede skriftlige prøveopgaver i kemi A stilles inden for det beskrevne kernestof, som derfor er beskrevet forholdsvis detaljeret. Undervisningstiden i kemi A/htx er 315 timer, hvor et eventuelt løft fra kemi B/htx udgør 125 timer. Der er forhåndstildelt mindst 95 timers fordybelsestid, hvor et eventuelt løft fra kemi B/htx udgør mindst 60 timer. I kemi A indgår både mundtlig og skriftlig prøve, og der gives både mundtlig og skriftlig standpunktskarakter. Elever i kemi A kommer enten til skriftlig eller mundtlig eller både skriftlig og mundtlig prøve i faget. Ved tilrettelæggelsen af undervisningen i kemi A er det vigtigt at være opmærksom på, om der er tale om et studieretningshold fra 0 til A-niveau eller et valghold, der løftes fra B- til A-niveau. Elever, der går til mundtlig prøve i A-niveau, går til prøve i kemi fra 0 til A-niveau.

1. Identitet og formål

1.1. Identitet

I afsnittet Identitet beskrives kemi som et naturvidenskabeligt fag, hvis genstandsområde omfatter kemiske forbindelsers struktur og egenskaber og deres reaktioner. Kemi har både en stor samfundsmæssig betydning og er vigtigt for forståelse af andre områder inden for naturvidenskaberne. Kemisk viden og metoder benyttes derfor i en bred vifte af uddannelser, forskningsområder og erhverv. Identiteten er beskrevet ens på A og B-niveauerne, samt i andre gymnasiale uddannelser, hvor kemi optræder som selvstændigt fag.

1.2. Formål

I afsnittet Formål beskrives formålet med gymnasiefaget kemi på A-niveau set i relation til htx-uddannelsens overordnede målsætning. I kemi A/htx lægges vægt på, at undervisningen både bidrager til elevernes almen- og teknologiske dannelse, og at de opnår faglige forudsætninger for at kunne vælge videregående uddannelser inden for især tekniske uddannelser eller uddannelser med naturvidenskabeligt indhold. Kemiundervisningen kan således medvirke til elevernes almen- og teknologiske dannelse ved, at de bibringes en generel forståelse for naturvidenskabernes genstandsområde og arbejdsmetoder til opnåelse af viden, og samtidig kan opnå en forståelse for naturvidenskabernes begrænsninger, samt ser naturvidenskabernes i relation til produktion og teknologi. Især skal eleverne opnå kendskab til aktuelle problemstillinger, hvor kemisk viden, metoder og teknologi i samspil med andre fag kan bidrage til, at eleverne bliver ” ... i stand til at forholde sig reflekterende og ansvarligt til problemstillinger med kemisk indhold”.

Kemi A er et specifikt adgangskrav til lang række videregående universitetsuddannelser. Kemiundervisningen skal give faglig baggrund for valget af disse uddannelser ved, at ele-

verne opnår kemifaglig viden om en bred vifte af centrale kemiske områder og praktisk erfaring med en række grundlæggende eksperimentelle metoder. Endvidere skal undervisningen bidrage til, at eleverne opnår relevante studiekompetencer ved at arbejde med både mundtlig og skriftlig formidling, hvor der er fokus på såvel kvalitative som kvantitative aspekter af kemi, samt anvendelse af kemi i bl.a. hverdagen og inden for produktion og teknologi. I kemi A lægges der endvidere vægt på, at eleverne, som en del af deres studieforberedende kompetencer, opnår indgående kendskab til at arbejde med kemis kvantitative sider under inddragelse af matematik, samt at de bliver i stand til at behandle komplekse faglige problemstillinger.

2. Faglige mål og fagligt indhold

2.1. Faglige mål

Fagets mål angiver, hvad eleverne skal kunne ved undervisningens afslutning. Kompetencerne opnås gennem undervisningens temaer ved arbejde med kernestof, supplerende stof, varierede arbejdsformer og samspil med andre fag, når det er muligt. Det er derfor vigtigt, at de faglige mål tænkes sammen med indhold og arbejdsformer ved tilrettelæggelsen af undervisningen. Målbeskrivelserne danner baggrunden for evalueringen af elevernes faglige standpunkt.

Kemifagets faglige mål kan kategoriseres i følgende fire generelle naturvidenskabelige kompetenceområder:

1. Repræsentations- og modelleringskompetencer
2. Empirikompetencer
3. Formidlingskompetencer
4. Perspektiveringskompetencer

De generelle naturvidenskabelige kompetenceområder er gennemgående i de naturvidenskabelige fag.

1. Repræsentations- og modelleringskompetencer

- *anvende fagbegreber, fagsprog, modeller og metoder til at beskrive, analysere og vurdere kemiske problemstillinger*
- *relatere iagttagelser, modeller og symbolsprog til hinanden ved anvendelse af kemisk fagsprog*
- *gennemføre, vurdere og dokumentere beregninger ved behandling af problemstillinger med kemisk indhold*
- *anvende relevante matematiske modeller, metoder og repræsentationsformer til analyse og vurdering*
- *anvende digitale værktøjer, herunder fagspecifikke og matematiske, i en konkret faglig sammenhæng*

Fagets repræsentationer omfatter de fremstillingsformer, som benyttes til at strukturere og formidle fagets indhold og sammenhænge, eksempelvis kemiske symboler og formler, matematiske forskrifter, datatabeller, reaktionsskemaer, figurer, animationer og lignende. Repræsentationskompetencer omfatter kendskab til fagets repræsentationer og sikkerhed med hensyn til deres anvendelse. Kompetencerne omfatter blandt andet, at eleverne kan koble makroskopiske iagttagelser (makroniveau) som farveskift, gasudvikling osv. til en

forestilling om, hvad der sker på et molekylært niveau (mikroniveau), samt angive et tilhørende reaktionskema, dvs. omsætte til symbolsprog.

Fagets repræsentationer skal ses i sammenhæng med fagets formidlingsformer, og repræsentationskompetencer omfatter derfor også elementer af faglig læsning og skrivning, jf. målene.

Fagets modeller omfatter kvalitative og kvantitative modeller, som repræsenterer processer og sammenhænge, der undersøges, og som giver mulighed for f.eks. at beregne, analysere, modellere eller simulere det, som en model repræsenterer. Kemiske modeller omfatter en bred vifte af forskelligartede typer modeller. Kvalitative modeller kan f.eks. være strukturformler, modeller fremstillet af molekylbyggesæt, atommodel og animationer. Kvantitative modeller kan f.eks. være matematiske forskrifter, grafer og formler, som typisk indgår i stofmængdeberegninger i kemi. Ved modellering anvendes modellen til analyse, fremskrivning eller lignende, og modellen tilpasses eventuelt situationen.

Kemis kvantitative aspekter er et vigtigt element i kemiundervisningen på gymnasialt niveau. Elevernes kompetencer i forhold til at kunne gennemføre sådanne analyser og beregninger på kemiske problemstillinger opnås gennem den samlede undervisning, f.eks. stofmængdeberegninger i forlængelse af eksperimentelt arbejde, brug af standardkurver, inddragelse af relevant matematik mm. Men arbejdet med de skriftlige opgaver, som leder frem mod den skriftlige prøve, er central i arbejdet med disse kompetencer på A-niveau, og udgør en vigtig del af det studieforberedende aspekt i kemi A. Der indgår stofmængdeberegning og anvendelse heraf inden for forskellige områder af kemi, og i arbejdet med forskellige typer af beregninger i kemi arbejder eleverne med matematik i praksis, herunder med mulighed for anvendelse af forskellige it-redskaber. Det er vigtigt, at kemisk mængdeberegning sættes ind i en sammenhæng, således at eleverne får en klar opfattelse af betydningen af kvantificering, herunder anvendelse af matematik, samt at eleverne arbejder med at kunne benytte matematik og it-værktøjer på en hensigtsmæssig måde i forhold de kemiske problemstillinger, der undersøges. I denne forbindelse kan der også med fordel arbejdes med elevernes talforståelse i en kemisk sammenhæng, f.eks. brugen af betydende cifre og enheder, kobling mellem en talstørrelse og en kemisk størrelse.

2. Empirikompetencer

Empirikompetencer omfatter elevernes evner til at arbejde eksperimentelt og undersøgende. Omdrejningspunktet i kemi er naturvidenskabelige eksperimenter, principper for tilrettelæggelse af disse og vurdering af den viden, der kommer ud af det eksperimentelle arbejde, jf. målene:

- *tilrettelægge og gennemføre kvalitativt og kvantitativt eksperimentelt arbejde under hensyntagen til laboratoriesikkerhed, og i tilknytning hertil opstille og afprøve hypoteser*
- *indsamle, efterbehandle, analysere og vurdere iagttagelser og resultater fra eksperimentelt arbejde*

Når eleverne skal tilrettelægge eksperimenter, skal de kunne gøre det ud fra metoder, som de har stiftet bekendtskab med i andre sammenhænge. Eleverne skal på baggrund af deres erfaringer kunne opstille en hypotese, som de kan afprøve i laboratoriet.

Empirikompetencer omfatter blandt andet kendskab til og anvendelse af det mest almindelige udstyr i et kemilaboratorium, samt at der arbejdes med forskellige typer af eksperimenter, således at eleverne bliver beviste om, at de eksperimentelle resultater kan være af kvalitativ eller kvantitativ karakter. I forbindelse med eksperimentelt arbejde i kemi lægges der vægt på, at eleverne lærer at omgås kemikalier og udstyr i laboratoriet, således at den eksperimentelle del af kemiundervisningen kan foregå på et forsvarligt niveau.

De faglige mål omfatter blandt andet matematiske analyser af resultater. Det kan f.eks. dreje sig om en undersøgelse af, om en række målepunkter følger en bestemt matematisk sammenhæng, og om der er en kobling til bagvedliggende kemiske begreber. Eleverne skal kunne vurdere de eksperimentelle resultater ud fra forskellige former for baggrundviden. De kan f.eks. sammenligne resultater med teoretisk udbytte, tabelværdier eller forventede resultater. Men der kan også være tale om en vurdering af et datamateriale ud fra en relevant matematisk analyse, hvori it-redskaber inddrages i sammenligningen mellem model og empiriske data.

Empirikompetencer omfatter både konkrete eksperimentelle målemetoder og fremgangsmåder, evnen til at kunne anvende og vurdere tilrettelæggelsen og en mere overordnet forståelse af fagets identitet og metoder, jf. målet *demonstrere viden om fagets identitet og metode*.

3. Formidlingskompetencer

Formidlingskompetencer omfatter elevernes evner til at formidle fagligt indhold mundtligt og skriftligt og dokumentere sit eksperimentelle arbejde, jf. målene:

- *dokumentere eksperimentelt arbejde mundtligt og skriftligt, herunder sammenknytte teori og eksperimenter*
- *indsamle, vurdere og anvende kemifaglige tekster og informationer fra forskellige kilder*
- *formulere sig struktureret såvel mundtligt som skriftligt om kemiske emner og give sammenhængende faglige forklaringer*

Formidlingskompetencer knytter sig til fagområdet sprog og kommunikationsformer, og indeholder derfor evnen til at dokumentere og forklare struktureret og sammenhængende og benytte relevant faglig argumentation. Formidlingskompetencer omfatter desuden relevant anvendelse af fagsprog, fagbegreber, repræsentationer og modeller.

4. Perspektiveringskompetencer

Perspektiveringskompetencer omfatter både evnen til at perspektivere mellem fagets områder og ud af faget.

- *demonstrere forståelse af sammenhængen mellem fagets forskellige delområder*
- *anvende fagets viden og metoder til at identificere, beskrive og diskutere kemiske problemstillinger fra teknologi, produktion, hverdag eller den aktuelle debat og til at udvikle og vurdere løsninger*
- *behandle problemstillinger i samspil med andre fag.*

Perspektivering mellem fagets områder kan komme til udtryk som evnen til at inddrage og kombinere relevante faglige elementer i en given problemstilling og operere på flere af fagets niveauer.

Perspektivering ud af faget kan både omfatte arbejde med overvejelser om anvendelsesmuligheder, problemløsning af innovativ karakter og faglige vurderinger, jf. det faglige mål.

Undervisningen i kemi skal give eleverne en forståelse for *fagets identitet og metoder*, som på et generelt niveau omhandler, hvordan viden i faget fremkommer, som en kompliceret vekselvirkning mellem teoretisk forståelse, arbejde med modeller og eksperimentelt arbejde i faget. På denne måde bidrager undervisningen i kemifaget til den generelle forståelse af naturvidenskabernes identitet og metoder. På et konkret niveau omfatter kemifagets metoder blandt andet fagets mange forskellige typer af eksperimentelle metoder og teknikker, arbejde med kemiske modeller, brugen af kemis særlige formel- og symbolsprog og arbejde med kemis forskellige beregningsmetoder, herunder inddragelse af matematik.

I undervisningen kan der med fordel fokuseres på fagets identitet og metoder allerede fra de tidligste undervisningsforløb. Eksempelvis kan eleverne i forbindelse med afslutningen på et tematisk forløb i grupper få til opgave at forholde sig til den faglige viden, der er arbejdet med, herunder faglige mål, kernestof og supplerende stof, hvilke former for litteratur og andet materiale der er anvendt, og hvilke eksperimentelle metoder der har været benyttet. På denne måde kan fagets identitet og metoder opbygges med udgangspunkt i en konkret forståelsesramme, og eleverne vænnes til at forholde sig til dem.

2.2. Kernestof

Undervisningens faglige indhold udgøres af både kernestof og supplerende stof.

- *kemisk fagsprog, herunder navngivning, kemiske formler og reaktionsskemaer*
- *grundstoffernes periodesystem, herunder atommodel og orbitaler*
- *kemisk bindingsteori, herunder hybridisering, tilstandsformer, opløselighedsforhold, struktur- og stereoisomeri*

Arbejdet med kemiske reaktioner omfatter opstilling af reaktionsskemaer med kemisk symbolsprog, herunder angivelse af tilstandsformer, og afstemning af sådanne.

Bohrs atommodel danner udgangspunkt for beskrivelse af atomets opbygning, grundstoffernes periodesystem og kemiske bindinger. På A-niveau skal forståelsen af atommodeller udvides med en kortere introduktion til atomorbitaler og deres betydningen for opbygningen af grundstoffernes periodesystem og hybridisering af carbonatomets atomorbitaler. Dette skal give forudsætninger for en faglig dybere beskrivelse af dobbelt- og tripelbindinger mellem C-atomer.

Kemiske bindinger omfatter ion- og elektronparbindinger, samt intermolekylære bindinger, herunder hydrogenbindinger, med betydning for kemiske forbindelsers fysiske egenskaber, f.eks. tilstandsformer og blandbarhed, og deres bindinger til andre kemiske forbindelser, f.eks. proteiner og enzymer.

Isomeri omfatter strukturisomeri i form af kæde-, stillings- og funktionsisomeri og stereoisomeri i form af spejlbilled- og cis-transisomeri.

Navngivning af kemiske forbindelser i den gymnasiale kemiundervisning tager i videst muligt omfang udgangspunkt i IUPAC's anbefalinger og den tilpasning til dansk, som Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg står for. Det er vigtigt at holde fast i, at anbefalingerne ikke kun peger på et enkelt system til navngivning af kemiske forbindelser, men at der kan være tale om flere systemer, som principielt kan accepteres som "systematisk navngivning" i kemifaget. Dette ses især inden for navngivning i uorganisk kemi. I organisk kemi i gymnasieskolen benyttes primært systematisk navngivning, dog tilpasset med de seneste justeringer i forhold til IUPAC's revisioner i 2013. Som udgangspunkt for kemiundervisning benyttes således primært systematisk eller delvist systematisk navngivning, men accepterede og ofte benyttede trivialnavne på kemiske forbindelser benyttes, hvor det er mere naturligt f.eks. for vand, ammoniak og saltsyre. Forældede eller ikke accepterede navne ifølge Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg bør undgås i kemiundervisningen. På A-niveau omfatter navngivning i forbindelse med cis-transisomeri ved C-C-dobbeltbinding både brug af cis-trans og E/Z-navngivning, Ved spejlbilledisomeri skal R/S-betegnelserne være bekendte, men det forventes ikke, at eleverne selv kan navngive en forbindelse med R/S-betegnelserne. Det er muligt at benytte it-værktøjer til autogenerering af kemiske forbindelsers navne, men disse navne skal kunne "oversættes" til en accepteret dansk navngivning.

- *mængdeberegninger i relation til reaktionsskemaer, herunder med inddragelse af gasser og opløsninger*

Kemiske mængdeberegninger omfatter anvendelse af begreberne stofmængde, molarmasse, formel og aktuel stofmængdekonzentration og densitet ved kvantitative beregninger, samt i tilknytning hertil brug af enheder og betydende cifre. Kernestoffet omfatter mængdeberegninger for gasser, herunder anvendelse af idealgasloven, total- og partialtryk, og udbytteberegninger ved f.eks. kemisk syntese. På A-niveau vil løsning af opgaver indenfor mængdeberegninger i visse tilfælde kræve brug af matematiske it-værktøjer.

- *uorganisk kemi: stofkendskab, herunder opbygning og egenskaber, og anvendelse for udvalgte uorganiske stoffer, herunder ionforbindelser inklusiv forbindelser med overgangsmetaller*
- *organisk kemi: stofkendskab, herunder opbygning, egenskaber, isomeri, og anvendelse for stofklasserne carbonhydrider, alkoholer, aldehyder, ketoner, carboxylsyrer og estere, samt opbygning af og udvalgte relevante egenskaber for stofklasserne aminer, phenoler, amider, aminosyrer*
- *biokemi, herunder opbygning af og egenskaber ved makromolekylerne carbohydrater, lipider, proteiner og enzymer*

Uorganisk kemi skal omfatte eksempler på uorganiske molekyler og ionforbindelser. Ionforbindelser omfatter forbindelser med såvel énatomioner (simple ioner) som fleratomioner (sammensatte ioner). Valg af uorganiske forbindelser kan foretages ud fra flere kriterier, f.eks. anvendelse i hverdagen, beskrivelse af en industriel proces, stofkredsløb i naturen eller et miljømæssigt problem. Forbindelserne udvælges, således at den store bredde i de uorganiske forbindelser bliver illustreret.

Organisk kemi omfatter de funktionelle grupper til hydroxy-, carbonyl-, carboxyl-, ester-, amino- og amidgrupperne, samt dobbelt- og tripelbindinger mellem C-atomer. Udvalgte

relevante egenskaber for stofklasserne aminer, phenoler, amider og aminosyrer omfatter kendskab til de tilknyttede funktionelle grupper. For aminer skal deres mulighed for at danne intermolekylære bindinger kendes, samt syre-baseegenskaber for aminer, phenoler og aminosyrer. Forståelsen af amider og aminosyrer skal endvidere ses i relation til dannelse af proteiner ved peptidbinding.

Carbohydrater omfatter kendskab til de mest almindelige mono-, di- og polysaccharider, inddeling og eksempler på bindinger i disacchariderne. Proteiner tager udgangspunkt i amidgruppen og peptidbindingen, og omfatter et overordnet kendskab til opbygningen af proteiner, samt kendskab til intermolekylære bindinger ved beskrivelse af bindingerne mellem f.eks. et substrat og det tilknyttede enzym. Lipider omfatter primært kendskab til triglyceriderne.

Anvendelser af de kemiske stoffer i f.eks. hverdagen eller industrielle processer skal stå centralt i kemiundervisningen og indgår naturligt i forbindelse det tematiske udgangspunkt for undervisningen.

- *homogene og heterogene kemiske ligevægte, herunder fordelingsligevægt, og forskydning af disse på kvalitativt og kvantitativt grundlag*

Kemisk ligevægt omfatter anvendelse af begreberne reaktionsbrøk, ligevægtskonstant og ligevægtsloven, herunder anvendelse af Le Chateliers princip ved forskydning i en ligevægt. Beregninger af reaktionsbrøk tager udgangspunkt i stofmængdekonzentrationer og partialtryk. Ved kvantitativt grundlag forstås, at forskydning i en ligevægt skal kunne afgøres ud fra en beregnet reaktionsbrøk og en tilknyttet ligevægtskonstant, samt beregning af stofmængdekonzentrationer/partialtryk ved den nye ligevægt, når denne har indstillet sig. Fordelingsligevægt omfatter blandt andet et stofs opløselighed i to ikke blandbare opløsninger, herunder at kunne benytte fordelingskonstanten P hhv. fordelingsforholdet D ved analyse af en konkret kemisk problemstilling.

- *syre-basereaktioner, herunder beregning af pH for vandige opløsninger af syrer, baser, blandinger af disse og puffersystemer, samt bjerrumdiagrammer*
- *fældnings- og redoxreaktioner, herunder afstemning med oxidationstal*
- *organiske reaktionstyper: substitution, addition, elimination, kondensation og hydrolyse*

Syre-basereaktioner tager udgangspunkt i Brønstedts definition af syrer og baser, samt at reaktionstypen er karakteriseret som en hydronoverførsel. Begrebet pH introduceres ud fra vands selvionisering. pH-beregninger omfatter beregninger af pH i vandige opløsninger af såvel stærke som ikke-stærke syrer hhv. baser og i puffersystemer. pH-beregninger omfatter ikke opløsninger af amfolytter. Kendskab til eksempler på titrerkurver for polyhydrone syrer/baser indgår på A-niveau.

Fældningsreaktioner omfatter ionforbindelsers egenskaber som let- og tungtopløseligt salte.

Redoxreaktioner omfatter både anvendelse af spændingsrækken og eksempler fra organisk og uorganisk kemi. Afstemning af redoxreaktioner ved brug af oxidationstal er omfattet af kernestoffet på A-niveau.

Organiske reaktionstyper: I gymnasieskolen knyttes addition til reaktioner med dobbelt- og tripelbindinger mellem to C-atomer, mens f.eks. omdannelsen fra en carbonylgruppe til en hydroxy-gruppe betragtes som en reduktion.

- *termodynamiske tilstandsfunktioner; entalpi, entropi og Gibbs-energi i relation til kemiske reaktioners forløb*

I den gymnasiale kemiundervisning er fokus på ”anvendt termodynamik”. Kernestoffet omfatter beregning af tilvæksten i entalpi, entropi og Gibbs-energi, herunder ved ikke-standardtilstand, samt beregning af Gibbs-energi og ligevægtskonstanter ved forskellige temperaturer. Termodynamik omfatter endvidere betydningen af fortegnene på de nævnte tilvækster, samt at kunne knytte forståelsen til konkrete reaktionskemaer. Matematik it-værktøjer kan inddrages i arbejdet med kobling af kemiske ligevægte og termodynamik, specielt til løsning af mere komplicerede kemiske problemstillinger inden for disse faglige områder.

- *reaktionskinetik, herunder reaktionsorden, katalyse og hastighedskonstantens temperaturafhængighed*

Omfatter blandt andet analyse af nulte-, første- og simple andenordens reaktioner, herunder anvendelse af tilknyttede lineære udtryk, grafisk afbildning af data og model og at kunne forholde sig til en models beskrivelse af data ud fra den grafiske afbildning og f.eks. brug af residualplot og evt. forklaringsgraden. Hastighedskonstantens temperaturafhængighed omfatter anvendelse af Arrhenius-ligningen. Katalyse kan opfattes bredt, f.eks. katalyse i laboratoriet, i industriel produktion og i biokemi. Der forventes et elementært kendskab til begrebet reaktionsmekanisme med tilknyttede elementarreaktioner.

- *kvalitative og kvantitative eksperimentelle metoder, herunder separation, syntese, forskellige typer af titrering, vejeanalyse, spektrofotometri og forskellige former for chromatografi*
- *kemikaliemærkning og sikkerhedsvurdering ved eksperimentelt arbejde*

Det eksperimentelle arbejde omfatter både kvalitative og kvantitative metoder, og valget af eksperimentelle metoder kan tage udgangspunkt i temaerne med tilknyttet kerne- og supplerende fagligt stof, som undervisningen er bygget op om.

Der skal være kendskab til mere end en form for separation. Syntese kan være såvel inden for uorganisk som organisk kemi, men der skal gives eksempel på, hvordan kvantitative beregninger i form af udbytteprocent kan knyttes til kemisk syntese. Titrering omfatter bl.a. syre-basetitrering med eksempler fra både mono- og polyhydrone syrer og baser, herunder anvendelse af titrerkurver til kvantitative undersøgelser. Der skal også gives eksempler på andre typer titrering end syre-basetitrering, f.eks. redoxtitrering. Spektrofotometri omfatter kendskab til grundlæggede begreber som absorbans, molar absorptionskoefficient og Lambert-Beers lov, samt anvendelse af metoden til kvantitative undersøgelser ved brug af standardkurver. Der er ikke krav om kendskab til en bestemt type af chromatografisk metode, men området omfatter kendskab til chromatografis centrale begreber som f.eks. stationære og mobile faser, og hvordan stoffblandinger kan adskilles. På A niveau skal eleverne kunne benytte chromatografi både til kvalitative analyser af en stoffblanding og til kvantitative undersøgelser. Det er således ikke tilstrækkeligt kun at benytte TLC som eksempel på chromatografi.

Eleverne skal kende til mærkning af kemikalier og vurdering af sikkerhedsrisici ved eksperimentelt arbejde, herunder bortskaffelse af kemikalier fra eksperimentelt arbejde. Udgangspunktet for dette skal primært tages i undervisningens eksperimentelle arbejde. Området omfatter kendskab til H- og P-sætninger, samt de tilknyttede faresymboler, som et vigtigt element ved omgang med kemikalier. Der bør altid knyttes overvejelser om kemikalimærkning og sikkerhedsvurderinger til elevernes eget eksperimentelle arbejde.

- *anvendelser af kemi inden for teknik, produktion og teknologi*

De temaer eller projekter, der indgår i undervisningen, vil ofte tage udgangspunkt i teknologiske/industrielle sammenhænge, og vil ofte give muligheder for at perspektivere til tilknyttede miljø- og samfundsmæssige problemstillinger. I de sammenhænge, hvor der arbejdes med et særfagligt udgangspunkt, kan det faglige stof perspektiveres i forhold til teknologi og teknik.

2.3. Supplerende stof

Undervisningens faglige indhold udgøres af både kernestof og supplerende stof, og i det enkelte tema vælges relevant kernestof og supplerende stof, således at temaet udgør en indholdsmæssig helhed. Der er ikke afsat en særskilt tidsramme, hvori der skal arbejdes med supplerende stof.

- *Der skal indgå materiale på engelsk samt, når det er muligt, på andre fremmedsprog*

I kemi A/htx skal undervisningsmaterialer på engelsk indgå. Det kan f.eks. være i form af læsning af engelsksprogede artikler eller websider, brug af engelsksprogede YouTube videoer eller lignende materialer. En mulighed er også at gennemføre et flerfagligt forløb med engelskfaget. Forskel i fagsproget på dansk og engelsk kan gøre en "oversættelse" fra det engelske fagsprog til dansk nødvendig. Det er centralt, at kemis faglige viden og metoder bringes i spil ved brugen af engelsksprogede tekster. Også andre fremmedsprog end engelsk kan indgå i undervisningen. Fremmedsproget materialer, som har indgået i kemiundervisningen, kan også benyttes til den mundtlige prøve.

2.4. Omfang

- *Forventet omfang af fagligt stof er normalt svarende til 450-600 sider*

Undervisningen i kemi bygger på en bred vifte af faglige materialer, f.eks. traditionelle lærebøger, i-bøger, artikler fra tidsskrifter og websider, vejledninger til eksperimentelt eller andet empiribaseret materiale, YouTube videoer med eksperimenter eller visualiseringer. Alle typer af materialer kan indgå som en del af omfanget, der kan opgøres efter et rimelighedsskøn i forbindelse med de enkelte materialer.

Omfanget dækker det samlede forløb 0 → A.

3. Tilrettelæggelse

3.1. Didaktiske principper

Der kan være større forskelle i elevernes forudsætninger i kemi fra grundskolen, hvilket især i begyndelsen af kemiundervisningen kan have stor betydning. Det kan være fordel for undervisningen dels at have kendskab til den kemifaglige viden og metodekendskab,

som eleverne kan komme med fra grundskolen, og dels variationen i elevernes kendskab til kemi.

Fagets faglige mål, kernestof og supplerende stof skal tænkes sammen ved tilrettelæggelsen af undervisningens tematiske forløb, hvor et overordnet tema belyses ved brug af faglige elementer fra et eller flere grene af kernestoffet og tilknyttet supplerende stof.

Der lægges vægt på at arbejde med forløb, hvor der f.eks. tages udgangspunkt i kemiske og teknologiske problemstillinger, der viser eleverne kemis betydning for forståelse af deres hverdag, produktion og omverden. Det kan være med til en perspektivering af kemi, samtidig med at faget bliver anvendelsesorienteret.

Selvom undervisningen fortrinsvis skal tilrettelægges i tematiske forløb, er det muligt at lave systematiske forløb, hvis dette er mest hensigtsmæssigt, f.eks. ved indførelsen af grundlæggende begreber og metoder. Det er dog vigtigt, at de systematiske forløb ikke bliver for omfattende, og at de typisk indgår i et samspil med temaer.

3.2. Arbejdsformer

Forskellige arbejds- og undervisningsformer kan bidrage til høj elevaktivitet og afveksling i timerne, og derved styrke elevernes læringsproces. I det samlede forløb tilstræbes en progression såvel i det teoretiske som i det eksperimentelle arbejde, og undervisningen kan gennemføres med en progression fra høj lærerstyring mod mere elevstyrede aktiviteter. Der kan med fordel introduceres relevante kemiske og matematiske digitale værktøjer tidligt i undervisningsforløbet, således at eleverne opnår et grundigt kendskab til anvendelsen af disse værktøjer på en hensigtsmæssig måde.

Projektarbejde med udgangspunkt i en 'selvvalgt' problemstilling kan være med til at motivere og engagere elever. Et projektarbejde i kemi kan f.eks. tage udgangspunkt i en kemisk, samfundsmæssig eller teknologisk problemstilling. Hvis et projekt tager udgangspunkt i en aktuel problemstilling og inddrager innovative løsninger, vil det naturligt inddrage stofområder, som ikke traditionelt opfattes som en del af kemi. Det betyder, at faglighedsbegrebet udvides, så det i højere grad kommer til at omfatte en perspektivering af faget.

Undervisningens faglige indhold kan ikke alene dækkes af materialer fra en lærebog. Andre teksttyper og medier indgår i undervisningen.

Der findes forskellige modeller for arbejde med innovation, men fælles for dem er, at der indgår forskellige arbejdsprocesser, der udvikler elevernes kreative og innovative evner. I kemi kan forløb, der træner elevernes innovative kompetencer, være korte delforløb, der kan give mulighed for at inddrage innovative processer. Innovationsforløb kan være et godt udgangspunkt for tværfagligt samarbejde, f.eks. med dansk, hvor eleverne i forbindelse med præsentation af deres innovative løsning kan arbejde med danskfaglige virkemidler både i forhold til et skriftligt produkt og ved en mundtlig fremlæggelse. På EMU'en kan findes eksempler på innovative forløb.

Udadrettede aktiviteter

Den daglige undervisning skal afspejle, at kemi er en del af vores dagligdag og udgør en væsentlig del af f.eks. den industrielle produktion. Endvidere skal det fremgå, at kemi spiller en central rolle i den teknologiske udvikling og ved løsning af diverse opgaver i samfundet, f.eks. inden for miljøområdet eller ved udvikling af nye produkter. Besøg på virk-

somheder, miljøanlæg, analyselaboratorier, samt anvendelse af gæstelærere kan være med til at skabe sammenhæng mellem fagets faglige indhold og praktiske/teknologiske anvendelser, og kan samtidig give eleverne en forståelse for, hvordan kemi indgår i forskellige erhverv. Sådanne udadrettede aktiviteter skal indgå i undervisningen på A-niveau. Omfanget vil dog afhænge af de praktiske muligheder, der er for undervisningen.

Mundtligt og skriftligt arbejde

Undervisningen i kemi bidrager på linje med andre fag til at udvikle elevernes generelle evne til at udtrykke sig præcist og nuanceret og benytte faglig argumentation. Mundtligt og skriftligt arbejde er i høj grad med til at styrke den faglige forståelse og fordybelse, idet der arbejdes med argumentation på et fagligt grundlag. For at træne eleverne i at formulere sig anbefales det, at eleverne arbejder med at formulere sig i hele sætninger, hvori der inddrages faglige argumenter. Det er vigtigt i den daglige undervisning at træne brugen af kemisk fagsprog og fagudtryk. Dette gælder både for arbejde med fagets mundtlige og skriftlige dimension.

Eleverne skal arbejde med forskellige skriftlige genrer f.eks. journaler, rapporter, skriftlige opgaver og opgaver i samspil med andre fag. Disse genrer kan betragtes som typer af formidlingsskrivning. I den skriftlige dimension kan tænkeskrivning indgå som en del af undervisningen. Der stilles i læreplanen ikke krav til et bestemt antal rapporter eller lignende skriftlige arbejder.

På A-niveau er skriftlig kemi en del af prøven ved teknisk studentereksamen og udgør således en selvstændig disciplin i faget. Det kvantitative aspekt og kemiske modelforestillinger indtager en central plads i de færdigheder, som forventes opnået ved opgaveløsningen. Ved sammensætningen af elevernes hjemmeopgaver er det vigtigt, at der indgår træningsopgaver i det behandlede stof, opgaver af repeterende art og opgaver, der træner eleverne i naturvidenskabelig argumentation i mere sammenhængende tekstform. Endvidere er det vigtigt at træne eleverne i samarbejde omkring den såkaldte "bilagsopgave" i det skriftlige opgavesæt. I takt med den øvrige undervisning skal der tilstræbes en passende progression i de opgaver, der stilles til eleverne. I besvarelse af en opgave skal elevernes tankegang fremgå tydeligt. Derfor skal eleverne vænnes til at skrive forklarende tekst i besvarelserne, hvor det skønnes nødvendigt. Ud over kravene til numerisk korrekthed og korrekte afstemte reaktionsskemaer med angivelse af tilstandsformer kan der stilles krav om strukturformler samt forklarende tekst til en beregnet størrelse. Det er vigtigt konstant at arbejde med elevernes talforståelse i kemi, som f.eks. brug af betydende cifre og enheder. Det er ikke hensigtsmæssigt, at en besvarelse indeholder en afskrift af opgavens ordlyd. I opgaverne til den afsluttende skriftlige prøve anvendes en række typeord, som eleverne gennem deres daglige undervisning bør trænes i forståelse og brug af. Typeordlisten kan findes på bl.a. EMU'en. Endvidere er det vigtigt at træne eleverne i en hensigtsmæssig brug af diverse digitale værktøjer, som kan benyttes i kemi, f.eks. matematiske redskaber og it-baseret tegneprogrammer.

Ved skriftligt arbejde er det vigtigt, at både mål for og krav til det enkelte skriftlige arbejde tydeliggøres for eleverne, så de ved, hvad der forventes i arbejdet med og besvarelsen af

opgaven. Arbejdet kan i mange tilfælde med fordel tilrettelægges procesorienteret. Det kan være hensigtsmæssigt, at dele opgaver op i mindre elementer, som eleverne f.eks. kan arbejde med i par eller grupper, og tilrettelægge det skriftlige arbejde i undervisningen, så der er mulighed for vejledning undervejs og i visse tilfælde mulighed for genafleveringer.

Det er vigtigt, at der i det skriftlige arbejde i kemi udover fokus på det faglige indhold også fokuseres på elevens skriftlige formidling, herunder sproglig korrekthed mm. Skriftligt arbejde i kemi A kan derudover især bidrage til at styrke skrivekompetencer i at anvende og inddrage af faglig argumentation, citater, figurer, tabeller, mm. De forskellige skriftlige genrer i kemi kan endvidere være med til at forberede eleverne på de krav til faglig formidling, som forventes ved skrivning af studieområdeprojekt, hvori kemi indgår. Dette er vigtigt i forhold til træning af elevernes studieforberevende skrivekompetencer.

Inspiration til at benytte mundtlighed og skriftlighed, som en del af undervisningen i kemi, kan findes i f.eks. "Inspirationshæfte til skriftlighed i kemi" (2013, findes på EMU'en) og "Det talte kemisprog" (UVM, 1998).

Eksperimentelt arbejde, herunder risiko- sikkerhedsforhold

Praktisk arbejde i forbindelse med undervisningen kan foregå i både laboratorier og værksteder, og det omfatter både eksperimentelt arbejde, der udføres af eleverne individuelt eller i grupper, og demonstrationsforsøg, der udføres af læreren. Det eksperimentelle arbejde spiller en central rolle i kemiundervisningen, og det forventes, at eleverne opnår et bredt kendskab til kemis eksperimentelle metoder, samt at eleverne arbejder med både kvalitative og kvantitative metoder. Ved såvel tilrettelæggelsen af elevernes forberedelse som ved selve afviklingen af det eksperimentelle arbejde bør der tilstræbes variation og progression. Der kan veksles mellem forskellige former for eksperimenter, ligesom der veksles mellem forskellige typer af vejledninger til eksperimenter. Progression kan f.eks. omfatte, at øvelsesvejledninger skifter karakter fra kagebogsopskrifter til eksperimentelle opgaver, hvortil der udleveres mere kortfattede vejledninger, så eleverne selv i et vist omfang skal udarbejde en fuld vejledning. Det kan dog ikke forventes, at eleverne selv skal kunne planlægge større eksperimenter. En del eksperimenter kan afvikles som mikroskalakemi, som også kan indgå i forbindelse med diskussioner vedrørende risiko- og sikkerhedsforhold og håndtering af kemikalieaffald. Demonstrationsforsøg, grubletegninger og lignende aktiviteter af eksperimentelt karakter (se evt. EMU'en) kan f.eks. anvendes i forbindelse med introduktion til et fagligt emne eller tema med henblik på at få eleverne til at formulere spørgsmål/undersøgelser, der kan danne grundlag for det videre arbejde.

Man skal være opmærksom på, at eksperimentelt arbejde så vidt muligt bør indgå i alle forløb, såvel enkelt- som flerfaglige, på en sådan måde, at det eksperimentelle arbejde og forløbene uden problemer kan inddrages i forbindelse med en eventuel mundtlig prøve.

Elevernes eget praktiske arbejde i laboratorier og værksteder skal udgøre mindst 16 % af fagets undervisningstid, og elevernes tid til efterbehandling i form af f.eks. databehandling, udarbejdelse af screencast eller skrivning af rapporter kan ikke medregnes i de 16 %. Mindre dele af forarbejdet til et eksperiment kan medregnes, hvis det udgør et centralt element til gennemførelsen af det konkrete eksperiment, f.eks. opstilling af en hypotese, en nødvendig beregning eller selvstændig planlægning af eksperimentet. Men arbejde med kemisk teori eller metoder, som kan danne en generel baggrund for et eksperimentelt arbejde,

indgår ikke i elevernes eget praktiske arbejde og medtælles ikke i den tilknyttede afsatte tid. Arbejde med virtuelle eksperimenter, molekylmodeller, demonstrationsforsøg, video-film af forsøg og lignende aktiviteter udgør ikke en del af elevernes eget praktiske arbejde, selv om sådanne undervisningsaktiviteter kan udgøre vigtige bidrag til elevernes arbejde med fagets faglige indhold.

I det samlede undervisningsforløb skal der gennemføres et forløb, hvor eleverne skal planlægge og gennemføre enkle naturvidenskabelige eksperimenter. Dette kan gøres i samarbejde med andre naturvidenskabelige fag eller enkeltfagligt.

Det eksperimentelle arbejde omfatter både kvalitativt og kvantitativt eksperimentelt arbejde. Kvantitative metoder kan blandt andet omfatte stofmængdeberegninger tilknyttet en titrering eller vejeanalyse, men kan også være brug af standardkurver til kvantitative undersøgelser. Hvis skolen ikke råder over et specielt apparatur, kan f.eks. virtuelle eksperimenter evt. supplere elevernes eget eksperimentelle arbejde. Men eleverne bør i videst muligt omfang selv arbejde med de forskellige eksperimentelle metoder, som er nævnt i kernestoffet, bl.a. for at opnå konkret sammenknytning mellem det praktiske arbejde i laboratoriet og teoretisk viden, og for at få en konkret forståelse for eksperimentelt arbejdes betydning for naturvidenskabs arbejdsmåde, identitet og metoder. Den tematiske undervisning kan endvidere styrkes ved at inddrage eksperimentelt arbejde, der perspektiverer fagets anvendelse i forskellige sammenhænge.

Hvis det er hensigtsmæssigt og praktisk muligt, kan eksperimenter også udføres som en udadrettet aktivitet på en uddannelsesinstitution eller en virksomhed, hvilket kan give en bedre forståelse for anvendelse af kemisk viden og metoder i et virkelighedsnært perspektiv.

Ved eksperimentelt arbejde er eleverne omfattet af **arbejds miljølovens udvidede område**. Bestemmelserne i dette område retter sig mod arbejdet, uanset hvem der udfører arbejdet, og hvor det udføres. De gælder således også, selv om arbejdet ikke udføres for en arbejdsgiver (Arbejds miljølovens § 2 stk. 3). "Elevs praktiske øvelser af arbejdsmæssig karakter" er f.eks. omfattet heraf, hvorimod eleverne ikke er omfattet af arbejds miljøloven, når de modtager teoretisk undervisning.

Rammer for det eksperimentelle arbejde er beskrevet i Arbejdstilsynets At-meddelelse nr. 4.01.9: "Elevs praktiske øvelser på de gymnasiale uddannelser" (alle undervisere i eksperimentelle fag i gymnasieskolen bør have kendskab til denne At-meddelelse). I meddelelsen står følgende: "Ved planlægningen af undervisningen skal skolen sørge for, at eleverne kan udføre arbejdet med de praktiske øvelser sikkerheds- og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt i forhold til elevernes alder, indsigt, arbejdsevne og øvrige forudsætninger. ... Derfor skal der ikke alene tages hensyn til, om der er truffet de nødvendige sikkerhedsforanstaltninger. Det skal også inddrages, om eleverne har opnået rutine i god laboratoriepraksis, og om arbejdet kan foregå under tilstrækkelig instruktion". Skolen, herunder ledelse og lærere, skal sikre, at det eksperimentelle arbejde kan foregå sikkerhedsmæssigt forsvarligt for eleverne, hvilket bl.a. omfatter planlægning og udførelse af øvelser, forsvarligt tilsyn, egnede lokaler og apparatur, anvendte kemikalier og underviserens viden om det eksperimentelle arbejde, der skal udføres, se evt. DCUM-vejledning om "Arbejds miljølovens udvidede område i relation til elever og studerende".

Eksperimentelt arbejde igennem hele undervisningen skal planlægges således, at eleverne kan opnå gode laboratorievaner og kan færdes med omtanke og sikkerhedsmæssigt forsvarligt under det praktiske arbejde.

Regelsættet, der regulerer eksperimentelt arbejde i gymnasieskolen, er omfattende, bl.a. fordi der findes regler for indretning og brug af laboratorier og for indkøb, opbevaring og brug af kemikalier, herunder mærkning af kemikalier og udarbejdelse af arbejdspladsbrugsanvisninger. Ansvar for, at reglerne overholdes, er fordelt på arbejdsgiveren, den lokale sikkerhedsgruppe og på de enkelte lærere. I forbindelse med kemikaliemærkning er der udarbejdet en kemikaliedatabase specielt rettet mod de gymnasiale uddannelser, som skolerne kan abonnere på. "Kemikaliedatabasen" opdateres af Koncern HR, Fysisk Arbejds miljø, under Region Midtjylland (links til "Kemikaliedatabasen" kan findes via EMU'en). På en række hjemmesider kan findes informationer om forskellige aspekter af regelsættet om eksperimentelt arbejde i gymnasieskolen. Her skal primært henvises til hjemmesider tilknyttet Dansk Center for Undervisningsmiljø (DCUM), Branchearbejds miljørådet og Arbejdstilsynet, men også Giftlinjen (hjemmeside og landsdækkende telefonrådgivning med råd og hjælp i tilfælde af forgiftning). Vigtige informationer med relation til gymnasieskolens eksperimentelle fag kan findes i:

- At-meddelelse nr. 4.01.9: "Elevs praktiske øvelser på de gymnasiale uddannelser", 1999
- At-vejledning C.0.1: "Grænseværdier for stoffer og materialer", 2007
- At-vejledning C.1.3: "Arbejde med stoffer og materialer", opdateret 2016
- "Bekendtgørelse om foranstaltninger til forebyggelse af kræfttrikoen ved arbejde med stoffer og materialer", Arbejdstilsynets bekendtgørelse, 2015
- "*Arbejds miljølovens udvidede område i relation til elever og studerende*" (DCUM-vejledning)
- "Når klokken ringer" (Branchearbejds miljørådet, vejledning til grundskolen og det almene gymnasium).

3.3. It

Der er mange forskellige muligheder for at inddrage digitale værktøjer i kemiundervisningen, som giver en faglig og pædagogisk fordel. Eleverne skal kunne anvende et bredt udvalg af digitale værktøjer i den daglige undervisning, som i kemi blandt andet skal omfatte dataopsamling og -behandling ved eksperimentelt arbejde og matematikprogrammer til behandling af kvantitative problemstillinger i kemi. Der sker en progression fra helt simple anvendelser til en mere omfattende udnyttelse af mulighederne. Fagets skriftlige dimension stiller krav om formidling af kemifaglig information, og i den forbindelse vil de forskellige digitale kompetencer naturligt indgå. I forhold til den del af fagets skriftlige dimension, som fører frem til den skriftlige prøve, kan det være en fordel så tidligt som muligt at arbejde med, at eleverne benytter deres digitale værktøjer fra f.eks. matematikundervisningen i behandling af kemifagets kvantitative aspekter, og at de bliver bekendte og fortrolige med anvendelsen af f.eks. kemiprogrammer til tegning af kemiske strukturer eller forskellige former for kemisk analyser. Et vigtigt aspekt af brugen af digitale værktøjer i kemi er at træne eleverne i at benytte disse hensigtsmæssigt i formidling af deres behandling af faglige problemstillinger, f.eks. ved skrivning af korrekt kemisk fagsprog, herunder kemiske formler.

3.4. Samspil med andre fag

Kemi har fagligt og metodiske berøringsflader med flere af de øvrige gymnasiefag i htx, ikke mindst de tekniske/teknologiske fag og de andre naturvidenskabelige fag. Dette åbner mange muligheder for fagligt samspil, hvor faget især kan belyses og perspektiveres i en teknisk eller teknologisk sammenhæng.

Når kemi A er et studieretningsfag, vil der være mulighed for at gennemføre flere faglige samspil med andre fag igennem det samlede gymnasieforløb. Muligheden for fagligt samspil kan også omfatte f.eks. humanistiske fag eller samfundsfag. Dele af det faglige stof bør vælges, så det bidrager til styrkelse af det faglige samspil mellem fagene og i studieretningen. De faglige samspil kan være mindre omfattende, f.eks. forløb hvor et fælles område belyses parallelt i to fag, og fagenes forskellige fagligheder kan støtte og perspektivere hinanden, men de faglige samspil kan også være planlagt som mere omfattende forløb. De faglige samspil giver mulighed for, at perspektivere elevernes kemifaglige viden. Et af forløbene skal være sammen matematik med udgangspunkt i et fagligt tema, hvor fagligt indhold fra begge fag kommer i spil og samlet vil styrke den faglige fordybelse.

Studieområdeprojekt

Kemifaget kan indgå i et studieområdeprojekt på mange forskellige måder, men oftest ved anvendelse af kemifaglig viden og metoder til analyse af en kemisk problemstilling, ved udførelse af eksperimentelt arbejde, som bidrager med konkrete data til efterbehandling i projektet, og som baggrundsviden til beskrivelse og forklaring af fænomener fra andre fag, f.eks. biologi, bioteknologi og fysik. I vurderingen af et studieområdeprojekt, hvor kemifaget indgår, lægges der ud over de generelle krav til besvarelse af studieområdeprojektet også vægt på en række kemispecifikke aspekter. Her tages udgangspunkt i elevens behandling af det kemifaglige indhold, som blandt andet omfatter kemisk sprogbrug (opskrivning af kemiske formler, tegning af strukturer, brug af kemisk navngivning, opskrivning af reaktionsskemaer), beregninger og tilknyttet talbehandling og -forståelse, kemisk teori og eksperimentelt arbejde. Det forventes, at eleven i sin opgavebesvarelse primært benytter kemisk sprogbrug, som er kendt fra kemiundervisningen i gymnasiet. Når kemifaget indgår i studieområdeprojektet kan der indgå eksperimentelt arbejde, men det er ikke et krav. Det kan dog anbefales, at der så vidt muligt inddrages selvstændigt eksperimentelt arbejde eller der inddrages andet eksperimentelt arbejde/eksperimentelle data for at sikre individuelle opgaveformuleringer. Det eksperimentelle arbejde er en mulighed for at bringe forskellighed ind i studieområdeprojekter. Hvis det eksperimentelle arbejde er centralt for studieområdeprojektet, er det vigtigt, at dette også fremgår af opgavebesvarelsen, uden at denne får karakter af at være en ”udvidet kemirapport”, ligesom det heller ikke er hensigtsmæssigt at placere hele udførelsen og efterbehandlingen i bilag. Hvis det er praktisk muligt, kan det eksperimentelle arbejde helt eller delvist afvikles på en videregående uddannelsesinstitution eller en virksomhed.

4. Evaluering

4.1. Løbende evaluering

Formålet med den løbende evaluering er dels at give den enkelte elev mulighed for at vurdere sit eget faglige niveau, for derigennem at tilpasse sin indsats, og dels at justere undervisningens form og indhold. Ved afslutning af temaer eller andre forløb kan der samles op

på det faglige indhold ved at opdatere studieplanen og lave mindre prøver i faglig viden og begreber, f. eks. som multiple choice-tests eller elektroniske quizzes. Ved lærer/elev-samtaler kan der afdækkes forhold af betydning for den enkelte elevs udbytte af undervisningen, som ikke kan synliggøres på anden vis. Eleverne kan tidligt i undervisningen præsenteres for, hvilke krav der vil blive stillet til dem ved den afsluttende mundtlige prøve.

Evalueringsplan af undervisningen tilpasses den enkelte skoles evalueringssplan.

5. Prøveform

Den skriftlige prøve

Opgavesæt til den skriftlige prøve udarbejdes centralt, og der stilles opgaver inden for kerneområdet. Den skriftlige prøve består af to dele, ½ times fælles forberedelse og en 5 timers individuel prøve. Eleverne kan i forberedelsestiden diskutere det udleverede bilagsmateriale i grupper på op til fire elever. Gruppeinddelingen er lavet på forhånd i samarbejde mellem lærer og elever. Bilagsmaterialet kan f.eks. bestå af en kortere beskrivelse af kemisk område eller beskrivelse af et kemisk eksperiment med tilknyttet data.

Efter den halve times forberedelse placeres eleverne enkeltvis, og selve prøvesættet udleveres. Det består dels af en opgave knyttet til det udleverede bilagsmateriale og dels af et antal supplerende opgaver.

Der tages udgangspunkt i, at eleverne har matematik på B-niveau, samt kan benytte fagspecifikke digitale værktøjer og matematikprogrammer til løsning af opgaverne. Tidligere opgavesæt kan give inspiration til forberedelsen af eleverne til den skriftlige prøve. I de skriftlige prøvers evalueringsskemaer kan findes gode råd til forventninger til elevernes besvarelser.

Mundtlig prøve

I forbindelse med den mundtlige prøve er det vigtigt både at være orienteret i de generelle bestemmelser for afholdelse af prøver og de specifikke for det enkelte fag. De generelle bestemmelser findes beskrevet i eksamensbekendtgørelsen og karakterbekendtgørelsen, og de specifikke bestemmelser i læreplanen for kemi A/htx.

En eksamensopgave tager så vidt muligt udgangspunkt i et af de behandlede temaer. I kemifaget er der ikke en fast skabelon for udformning af en eksamensopgave, men læreplanen omtaler visse rammer: den enkelte eksamensopgave *indeholder en overskrift, en kort præciserende tekst og mindst to bilag, som udgør bilagsmaterialet*. En eksamensopgaves faglige område indrammes af overskriften og skal hverken være for snæver eller for bred i sit faglige fokus. Eksamensopgaverne kan ud over overskriften f.eks. udformes med en kort beskrivelse af et område efterfulgt af en liste med stikord, som viser mulige faglige retninger i eksamensopgaven. Det er vigtigt, at dele af opgaven giver eksaminanden mulighed for selv at udvælge fokusområder og tilrettelægge besvarelsen.

Eksperimentelt arbejde skal indgå i alle eksamensopgaver, og på A-niveau tages der så vidt muligt udgangspunkt i eksperimenter, eleverne selv har udført. Hvilket eksperimentelt arbejde eller dele heraf, som skal indgå i den enkelte eksamensopgave, skal fremgå af opgaveteksten. Endvidere vil det normalt ikke være hensigtsmæssigt at overlade til eksaminanden at træffe valg mellem flere eksperimenter, da der kun er en kort forberedelsestid til rådighed.

Den enkelte eksamensopgave skal indeholde et bilagsmateriale, som skal inddrages i forbindelse med eksaminationen. Dele af bilagsmaterialet må ikke have indgået i holdets undervisning. Bilagsmaterialet kan f.eks. bestå af tabel med data, figurer eller billeder. På A-niveau skal dele af bilagsmaterialet have en sådan karakter, at det giver eksaminanden mulighed for selvstændig behandling i forberedelsestiden f.eks. ved inddragelse af forskellige faglige områder eller metoder med mulighed for at perspektivere det faglige indhold i eksamensopgaven. Det er vigtigt at være opmærksom på, at der er en vis kompleksitet i bilagsmaterialet, idet der er en times forberedelse til en halv times eksamination. Det kan f.eks. dreje sig om dataserier fra eksperimenter, figurer med en del af en kemisk syntese eller produktionsproces, beskrivelse af en kortere case med et kemisk indhold. Det er ikke hensigtsmæssigt at vedlægge regneopgaver som bilag, da eksaminanden ikke bør anvende forberedelsestiden på at regne opgaver. Det er heller ikke hensigten, at vejledninger til eksperimenter, som eksaminanden selv bør have, skal fungere som bilag. Bilagsmateriale skal være af begrænset omfang, således at eksaminanden har en reel mulighed for at sætte sig ind i materialet på den givne forberedelsestid, og således at eksaminanden ikke fratages muligheden for at disponere eksamensopgaven selvstændigt. For megen forklarende tekst på bilagene kan fratage eksaminandens selvstændige initiativ. Bilagene kan indeholde fremmedsproget tekst, hvis de er blevet benyttet i undervisningen. Ellers skal teksten oversættes til dansk.

Prøvegrundlaget er beskrevet i holdets undervisningsbeskrivelse, og denne bør udformes, så den er informativ og overskuelig for både elever og censor. Samlet skal eksamensopgaverne dække det, som der har været undervist i: *Opgaverne ... skal tilsammen i al væsentlighed dække faglige mål, kernestoffet og supplerende stof*. Derfor skal man også være påpasselig med at lave meget få eksamensopgaver til små hold, da det vil betyde, at den enkelte eksamensopgave ofte bliver for bred. Endvidere skal der være en fornuftig spredning i eksamensopgaverne, således at faglige områder hverken bliver for kraftigt over- eller underrepræsenteret i det samlede sæt af eksamensopgaver. Dog under hensyntagen til den gennemførte undervisning.

Der skal være så mange opgaver, at den sidste eksaminand har **mindst** fire opgaver at vælge imellem. Som regel vil det være muligt at undgå genbrug ved f.eks. at koble teori og eksperimenter på forskellige måder. Genbrug af opgaver kan dog være nødvendigt på store hold. Opgaverne fordeles ved lodtrækning, og alle trækningmuligheder skal fremlægges ved prøvens start (se evt. eksamensbekendtgørelsen). Det betyder, at hvis prøven f.eks. strækker sig over to dage, må eksamensopgaver, der har været benyttet på første dag, ikke lægges tilbage i bunken af opgaver, der kan trækkes på anden prøvedag.

Opgaverne og bilagsmaterialet sendes til censor mindst fem hverdage før prøvens afholdelse, medmindre særlige forhold er til hinder. Det er god praksis, allerede ved eksamensplanens offentliggørelse at kontakte censor for at aftale nærmere om udveksling af opgaver mv., samt at sende opgaverne til censor i så god tid som muligt, således at censor har en reel mulighed for at gennemse opgaverne inden offentliggørelsen. Endvidere bør censor også give en tilbagemelding til eksaminator så hurtigt som muligt, således at offentliggørelsen til elever kan foregå på en måde, der giver eleverne mulighed for at benytte opgaverne i deres forberedelser. Censor skal ikke godkende eksamensopgaverne, men censor kan henstille til eksaminator, at opgaver udelades, ændres eller tilføjes, såfremt der efter censors vurdering er mangler ved den enkelte opgave eller det samlede sæt af opgaver. Ofte vil det

være en god ide at tage en konstruktiv dialog ved sådanne henvendelser. Såfremt der fortsat er uenighed mellem censor og eksaminator henvises til bestemmelserne i eksamensbekendtgørelsen (f.eks. kan censor udarbejde en censorindberetning). Eksaminanderne skal inden prøven kende opgaver **uden** bilagsmaterialet. Kendskab til eksamensopgaverne på forhånd er et "tilbud" til eksaminanderne i deres forberedelse til prøven, men den egentlige forberedelsestid er den, som fremgår af læreplanen. Derfor skal man ikke gøre de mundtlige eksamensopgaver mere omfattende, bare fordi de er kendte på forhånd. Der aftales en procedure med eksaminanderne om, hvorledes offentliggørelsen skal foregå. Udleveres opgaveskitser (uden bilag) til eksaminanderne inden censor har haft disse til gennemsyn, må det understreges over for eksaminanderne, at censors kommentarer kan føre til ændringer i de endelige eksamensopgaver. Der er i kemis læreplaner ikke stillet specielle krav til hjælpemidler ved de mundtlige prøver, og derfor er brugen af hjælpemidler til den mundtlige prøve, både hvad angår forberedelses- og eksaminationstiden, reguleret af bestemmelserne i eksamensbekendtgørelsen. Derfor skal man se i eksamensbekendtgørelsen for detaljer om brug af hjælpemidler.

Eksaminationen må ikke have form af en enetale fra eksaminandens side. Eksaminator skal sørge for et stykke inde i eksaminationen at inddrage eksaminanden i en egentlig faglig samtale, men det må ikke medføre, at eksaminanden forhindres i en selvstændig præstation. Samtalen skal sikre, at eksaminanden får lejlighed til at vise hele sin viden og forståelse, og at eventuelle mangler i viden og forståelse afdækkes, således at der dannes et sikkert og nuanceret grundlag for bedømmelsen af præstationen. Dette gælder uanset eksaminandens faglige niveau.

4.3. Bedømmelseskriterier

Bedømmelseskriterierne (jf. læreplanen afsnit 4.3) beskriver de relevante faglige mål, som kan indgå i en skriftlig henholdsvis mundtlig prøve i faget. Ved bedømmelse af eksaminandens samlede præstation må bedømmelseskriterierne og den enkelte eksaminands færdigheder afvejes for at nå frem til helhedsvurderingen.

Den skriftlige prøve

Ved bedømmelsen af den skriftlige prøve lægges der vægt på, at eksaminanden er i stand til at anvende relevant kernestof og relevante metoder i besvarelsen af de givne problemstillinger, herunder hvorledes det udleverede bilagsmateriale inddrages i besvarelsen, og at tankegangen fremstår klart ved anvendelsen af fagsprog, grafer, figurer, modeller, beregninger, it-værktøjer og forklarende tekst. Eksaminandens talforståelse i form af brug af betydende cifre og enheder indgår også i bedømmelsen. Ved brug af it-værktøjer, herunder matematiske, skal dokumentationen også være af en sådan karakter, at eksaminandens tankegang er forståelig uden specifikt kendskab til disse it-værktøjer. Det er f.eks. vigtigt, at opskrivning af kemiske formler for kemiske forbindelser, brug af symboler for kemiske begreber og enheder følger kemis definitioner (fagsprog) og ikke it-værktøjernes umiddelbare brug af symboler mm. Ved navngivning af kemiske forbindelser lægges primært systematisk navngivning til grund for bedømmelsen. Opgaveløsning kræver ofte antagelser, som forenkler en problemstilling. Nogle gange er disse antagelser anført i opgaveteksten, men i andre tilfælde kan det være en del af opgaven at vælge en rimelig model for den givne problemstilling, og der tages i bedømmelsen hensyn til, i hvilket omfang den valgte model diskuteres og dokumenteres. Bedømmelsen af en opgavebesvarelse bygger ikke alene

på en opgørelse af korrekte og fejlagtige svar på de stillede opgaver. For de enkelte opgaver er det således ikke en dækkende besvarelse, hvis den indeholder det korrekte resultat, men ikke indeholder dokumentation i tilstrækkeligt omfang. Der gives én karakter på baggrund af en helhedsvurdering.

Den mundtlige prøve

Det kan ikke forventes, at den enkelte eksamensopgave ved den mundtlige prøve lægger op til en ligelig inddragelse af alle de faglige mål og bedømmelseskriterierne, og ligeledes kan det heller ikke forventes, at den enkelte eksaminands præstation vil berøre alle faglige mål med lige vægt. Ved bedømmelsen af eksaminandens præstation er det vigtigt at hæfte sig ved det, eksaminanden kan og ikke udelukkende være fokuseret på "fejl og mangler". Ved bedømmelsen har helhedsvurderingen større vægt end detaljen. Det er vigtigt at kunne skelne mellem en overfladisk og en mere dybtgående besvarelse af eksamensopgaven og kunne skelne mellem sjuskefejl og egentlige forståelsesfejl. Det er derfor vigtigt at være opmærksom på det positive og ikke trække ned hver gang, der forekommer en fejl. Der gælder, at oplæsning fra notater, bøger, powerpoint og lignende ikke tæller positivt i bedømmelsen, mens det vil være i orden at inddrage relevante grafer, figurer og tabeller fra rapporter eller andet materiale.

Hvis kemi indgår i et studieområdeprojekt kan bedømmelseskriterierne for samspil mellem fagene, jf. læreplanen afsnit 3.4, inddrages i den samlede bedømmelse.

Oversigt over karakterskalaen

12	Fremragende	Karakteren 12 gives for den fremragende præstation, der demonstrerer udtømmende opfyldelse af fagets mål, med ingen eller få uvæsentlige mangler.
7	God	Karakteren 7 gives for den gode præstation, der demonstrerer opfyldelse af fagets mål, med en del mangler.
02	Tilstrækkelig	Karakteren 02 gives for den tilstrækkelige præstation, der demonstrerer den minimalt acceptable grad af opfyldelse af fagets mål.

		Skriftlig prøve	Mundtlig prøve
12	Fremragende	Eksaminanden demonstrerer fagligt overblik ved inddragelse af relevant kerne stof og relevante metoder i besvarelsen af de givne problemstillinger. Besvarelsen er struktureret, klar og præcis. Tankegangen fremstår klart ved anvendelsen af fagsprog, grafer, figurer, modeller, beregninger, digitale værktøjer og forklarende tekst. Eksaminanden kan med uvæsentlige mangler gennemføre kvalitative og kvantitative analyser af såvel kendte som for eksaminanden nye problemstillinger. Eksaminanden de-	Eksaminanden demonstrerer indgående kendskab til kemiske teorier, modeller og metoder og til sammenhænge mellem disse, samt med få uvæsentlige mangler omfattende stofkendskab. Eksaminanden redegør selvstændigt for udførelsen af eksperimenter, inddrager relevante aspekter fra efterbehandlingen samt diskuterer resultater med kun uvæsentlige mangler. Eksaminanden udtrykker sig med få fejl klart, præcist og forståeligt under anvend-

		<p>monstrerer metodisk overblik ved analyse og vurdering af eksperimentelt arbejde og data. Eksaminanden inddrager relevant faglig viden ved perspektivering og diskussion af kemiske metoder, anvendelser og problemstillinger.</p>	<p>delse af kemisk sprog. Fremlæggelsen er selvstændig og velstruktureret, og eksaminanden indgår sikkert i en faglige samtale, så stort set alle de væsentlige aspekter inddrages. Eksaminanden kan selvstændigt inddrage relevant faglig viden ved perspektiveringen og relevante kemiske emner i diskussionen af kemiske metoder, anvendelse og problemstillinger.</p>
7	God	<p>Eksaminanden inddrager med en del mangler relevant kernestof og relevante metoder i besvarelsen af de givne problemstillinger. Besvarelsen er struktureret og sammenhængende, men med mangler i præcision. Tankegangen fremstår nogenlunde klar ved anvendelsen af fagsprog, grafer, figurer, modeller, beregninger, digitale værktøjer og forklarende tekst. Eksaminanden kan med en del mangler gennemføre kvalitative og kvantitative analyser af kendte problemstillinger og i mindre omfang af eksaminanden ukendte problemstillinger. Eksaminanden demonstrerer en vis grad af metodisk forståelse og kan med en del mangler gennemføre analyse og vurdering af eksperimentelt arbejde og data. Eksaminanden inddrager med en del mangler relevant faglig viden ved perspektivering og diskussion af kemiske metoder, anvendelser og problemstillinger.</p>	<p>Eksaminanden viser godt kendskab til kemiske teorier, modeller og metoder og til sammenhænge mellem disse, samt med en del mangler et godt stofkendskab. Eksaminanden kan redegøre for udførelsen af eksperimenter, inddrage de fleste relevante aspekter fra efterbehandlingen samt diskutere resultater, men en del mangler forekommer. Eksaminanden udtrykker sig i nogen grad klart, præcist og forståeligt under anvendelse af kemisk fagsprog. Fremlæggelsen er sammenhængende, og eksaminanden indgår med nogen sikkerhed i den faglige en samtale, så en del af de væsentlige aspekter inddrages. Eksaminanden kan med en del mangler inddrage relevant faglig viden ved perspektiveringen og relevante kemiske emner i diskussionen af kemiske metoder, anvendelse og problemstillinger.</p>
02	Tilstrækkelig	<p>Eksaminanden inddrager kun i et minimalt acceptabelt omfang relevant kernestof og relevante metoder i besvarelsen af de givne problemstillinger. Besvarelsen er usammenhængende. Tankegangen fremstår uklar og upræcis ved anvendelsen af fagsprog, grafer, figurer, modeller, beregninger, digitale værktøjer og forklarende tekst. Eksaminanden kan kun i et minimalt omfang gennemføre kvalitative og kvantitative analyser af kendte problemstillinger og i ringe grad af eksaminanden ukendte problemstillinger. Eksaminanden kan kun med væsentlige</p>	<p>Eksaminanden demonstrerer med væsentlige mangler kendskab til kemiske teorier, modeller og metoder og et begrænset stofkendskab. Eksaminanden kan delvist redegøre for udførelsen af eksperimenter og inddrage enkelte af de relevante aspekter fra efterbehandlingen, idet adskillige mangler forekommer. Eksaminanden udtrykker sig noget uklart, upræcist og ikke altid forståeligt, og anvendelsen af kemisk fagsprog har adskillige væsentlige mangler. Eksaminanden kan kun i</p>

	<p>mangler benytte metoder til analyse og vurdering af eksperimentelt arbejde og data. Eksaminanden kan kun i meget begrænset omfang og med væsentlige mangler inddrage relevant faglig viden ved perspektivering og diskussion af kemiske metoder, anvendelser og problemstillinger.</p>	<p>meget begrænset omfang og med væsentlige mangler inddrage relevant faglig viden ved perspektivering og diskussion af kemiske metoder, anvendelser og problemstillinger.</p>
--	---	--

4.4. Selvstuderende

Ved en selvstuderende forstås en person, der ikke som elev på et sammenhængende uddannelsesforløb eller som enkeltfagskursist har krav på undervisning, men som har tilmeldt sig prøve i et gymnasialt fag, jf. § 53 i lov nr. 1716 af 27. december 2016 om de gymnasiale uddannelser og § 8 i den almene eksamensbekendtgørelse (bekendtgørelse nr. 343 af 8. april 2016).

Selvstuderende skal tilmeldes og *have gennemført laboratoriekursus i kemi*, medmindre den selvstuderende tidligere har gennemført *eksperimentelt arbejde i et omfang svarende til niveauets eksperimentelle arbejde fra tidligere kemiundervisning*, samt kan dokumentere det tidligere gennemførte arbejde. Det er skolens ledelse, der afgør om dokumentationen udgør *et tilstrækkeligt grundlag for den selvstuderendes prøve*.

Nyttige links

- Undervisningsministeriets hjemmeside: www.uvm.dk
- Lov om de gymnasiale uddannelser: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=186027>
- Bekendtgørelse om de gymnasiale uddannelser: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=191190>
- Læreplaner: <http://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner>
- Eksamensbekendtgørelsen, <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=179722>
- Karakterbekendtgørelsen, <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=25308>
- EMU sider: <http://www.emu.dk/>. For kemi se under hf, htx eller stx. Derefter f.eks. under fagkonsulentens side. Blandt andet "Gode råd til den skriftlige prøve i kemi", "Typeordsliste", udmeldinger om navngivning og lignende.
- Evalueringer af skriftlige prøver: se link fra <http://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/proever-og-eksamen>
- Materialeplatformen, tidligere skriftlige opgaver: <http://materialeplatform.emu.dk/eksamensopgaver/gym/index.html>
- Arbejdstilsynet: <https://arbejdstilsynet.dk/da/>. På arbejdstilsynets hjemmeside især:
 - At-meddelelse nr. 4.01.9: "Elevs praktiske øvelser på de gymnasiale uddannelser", 1999
 - At-vejledning C.0.1: "Grænseværdier for stoffer og materialer", 2007
 - At-vejledning C.1.3: "Arbejde med stoffer og materialer", opdateret 2016
 - "Bekendtgørelse om foranstaltninger til forebyggelse af kræfttrikoen ved arbejde med stoffer og materialer", Arbejdstilsynets bekendtgørelse, 2015
- "Når klokken ringer" (Branchearbejds miljørådet, vejledning til grundskolen og det almene gymnasium): http://www.arbejdsmiljoweb.dk/byggeri-og-indretning/skolebyggeri/klokken/naar_klokken_ringer
- Dansk Center for Undervisningsmiljø: Pjece om Arbejds miljølovens udvidede område (december 2016), ungdomsuddannelser: <http://dcum.dk/ungdomsuddannelse/love-regler-og-anvisninger/sikkerhed/dcum-vejledning-arbejdsmiljoelovens-udvidede-omraade-ungdomsuddannelser>
- Giftlinjen: Hjemmeside og landsdækkende telefonrådgivning med råd og hjælp i tilfælde af forgiftning <https://www.bispebjerghospital.dk/giftlinjen/Sider/default.aspx>
- Miljøstyrelsen: <http://mst.dk/>. Om klassificering, mærkning, liste over uønskede stoffer mm. Relevante informationer kan findes både under indgangen "Virksomhed og Myndighed" og "Borger".
- Kemikaliedatabasen til gymnasier: <http://www.emu.dk/modul/kemidatabasen-til-chemicare>