



**BØRNE- OG
UNDERVISNINGSMINISTERIET**
STYRELSEN FOR
UNDERVISNING OG KVALITET



Vejledning til Kemi A og B, htx

August 2025

Vejledning til Kemi A og B, htx

August 2025

2025

ISBN nr. [xxx xxx xxx] (web udgave)

Design: Center for Kommunikation og Presse

Denne publikation kan ikke bestilles.

Der henvises til webudgaven.

Publikationen kan hentes på:

www.uvm.dk

Børne- og Undervisningsministeriet

Departementet

Frederiksholms Kanal 21

1220 København K

Indhold

Indledning.....	5
1 Identitet og formål	6
1.1 Identitet.....	6
1.2 Formål.....	6
2 Faglige mål og fagligt indhold	7
2.1 Faglige mål	7
2.2 Kernestof	10
2.3 Supplerende stof.....	18
2.4 Omfang	19
3 Tilrettelæggelse	20
3.1 Didaktiske principper.....	20
3.2 Arbejdsformer	20
3.3 It.....	24
3.4 Samspil med andre fag.....	25
3.4.1 Studieområdeprojekt.....	25
4 Evaluering.....	27
4.1 Løbende evaluering	27
4.2 Prøveform	27
4.2.1 Skriftlig prøve	28
4.2.2 Mundtlig prøve	29
4.3 Bedømmelseskriterier.....	32
4.3.1 Den skriftlige prøve.....	33
4.3.2 Den mundtlige prøve	33
4.3.3 Oversigt over karakterskalaen	33
4.4 Selvstuderende	35
5 Nyttige links	37
5.1 Lovstof.....	37

5.2	Skriftlige prøver kemi A.....	37
5.3	Vejledende materialer til læreplanen m.m.....	37
5.4	IUPAC.....	37
5.5	Arbejdsmiljø og kemikalier	37

Indledning

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 citationstegn.

Følgende ændringer er foretaget i vejledningen i august 2024:

Der er lavet sproglige præciseringer.

- Det er ændret således der henviser til Lærerens hæftes nye placering på EMU.dk

Korte fakta om kemi:

I htx findes kemi på to niveauer. A niveauets 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. [Læreplanerne](#) i kemi skal læses sammen med [Lov om de gymnasiale uddannelser](#), [bekendtgørelse](#), almene [eksamensbekendtgørelsen](#), [Bekendtgørelse om visse regler om prøver og eksamen i de gymnasiale uddannelser](#) og [karakterbekendtgørelsen](#). Alle links er samlet i afsnittet [Nyttige links](#).

Kemi B

Kemi B er et obligatorisk fag på htx. Kemi B's faglige mål og fagligt indhold omfatter både kemis almindelige og studieforberedende aspekter. Undervisningstiden i kemi B er 190 timer. Der er forhåndstildelt mindst 35 timers fordybelsestid.

I kemi B indgår mundtlig prøve, men der gives både mundtlig og skriftlig standpunktskarakter. Kemi B giver mulighed for at løfte kemi til A-niveau. Ved tilrettelæggelsen af undervisningen i kemi B er det vigtigt at være opmærksom på, at et sådant løft kan blive aktuelt for en del af et holds elever.

Kemi A

Kemi A's faglige mål og fagligt indhold omfatter både kemis almindelige og studieforberedende aspekter. De centralt stillede skriftlige prøveopgaver i kemi A stilles inden for det beskrevne kernestof, som derfor er beskrevet forholdsvist detaljeret. Undervisningstiden i kemi A er 315 timer, hvor et eventuel løft fra kemi B udgør 125 timer. Der er forhåndstildelt mindst 95 timers fordybelsestid fra 0 til A-niveau. 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 prøve i A-niveau, går til prøve i kemi fra 0 til A-niveau.

1 Identitet og formål

1.1 Identitet

I læreplanens afsnit 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 læreplanens afsnit Formål beskrives formålet med gymnasiefaget kemi set i relation til htx-uddannelsens overordnede målsætning. I kemi 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 naturvidenskaberne i relation til produktion og teknologi. Eleverne skal især 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 og B er et specifikt adgangskrav til en lang række videregående universitetsuddannelser. Kemiundervisningen skal give faglig baggrund for valget af disse uddannelser ved, at eleverne 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 blandt andet hverdagen og inden for produktion og teknologi.

Kemi A

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:

Tabel 2.1: udvalgte faglige mål

Kemi B	Kemi A
<i>"anvende fagbegreber, fagsprog, modeller og metoder til at beskrive, analysere og vurdere kemiske problemstillinger"</i>	Samme som kemi B
<i>"relatere iagttagelser, modeller og symbolsprog til hinanden ved anvendelse af kemisk fagsprog"</i>	Samme som kemi B
<i>"anvende digitale værktøjer, herunder fagspecifikke, i en konkret faglig sammenhæng"</i>	<i>"anvende digitale værktøjer, herunder fagspecifikke og matematiske, i en konkret faglig sammenhæng"</i>
<i>"gennemføre og vurdere beregninger ved undersøgelser af simple kemiske problemstillinger"</i>	<i>"gennemføre, vurdere og dokumentere beregninger ved behandling af problemstillinger med kemisk indhold"</i>
<i>"anvende relevante matematiske modeller, metoder og repræsentationsformer i behandling af kemiske problemstillinger"</i>	<i>"anvende relevante matematiske modeller, metoder og repræsentationsformer til analyse og vurdering"</i>

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. Kompetencerne omfatter blandt andet, at eleverne kan koble makroskopiske iagttagelser (makroniveau) som farveskift, gasudvikling og så videre til en forestilling om, hvad der sker på et molekylært niveau (mikroniveau), samt angive et tilhørende reaktionsskema.

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

Fagets modeller omfatter kvalitative og kvantitative modeller, som repræsenterer processer og sammenhænge, der undersøges, og som giver mulighed for eksempelvis at beregne, analysere, modellere eller simulere det, som en model repræsenterer. Kemiske modeller omfatter en bred vifte af forskelligartede typer modeller. Kvalitative modeller kan for eksempel være strukturformler, modeller fremstillet af molekylbyggesæt, atommodel og animationer. Kvantitative modeller kan for eksempel 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 eventuel situationen.

Kemis kvantitative aspekt 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, for eksempel stofmængdeberegninger i forlængelse af eksperimentelt arbejde, brug af standardkurver, inddragelse af relevant matematik. Der er tale om aktiviteter, som er en vigtig del af det studieforberedende aspekt i kemi.

Kemi A

Ikke mindst i arbejdet med de skriftlige opgaver, som leder frem mod den skriftlige prøve er kompetencerne centrale på A-niveau.

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 digitale værktøjer på en hensigtsmæssig måde i forhold til de kemiske problemstillinger, der undersøges.

I denne forbindelse kan der også med fordel arbejdes med elevernes talforståelse i en kemisk sammenhæng, for eksempel 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, jævnfør målene.

Tabel 2.2: udvalgte faglige mål

Kemi B	Kemi A
<i>"tilrettelægge og gennemføre kvalitativt og kvantitativt eksperimentelt arbejde under hensyntagen til laboratoriesikkerhed, og i tilknytning hertil opstille og afprøve hypoteser"</i>	Samme som B
<i>"indsamle, efterbehandle, analysere og vurdere iagttagelser og resultater fra eksperimentelt arbejde"</i>	Samme som B

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.

Empirikompeterer omfatter blandt andet kendskab til og anvendelse af 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 for eksempel 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 baggrundsviden. De kan for eksempel 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 de empiriske data.

Empirikompeterer 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, jævnfør målet "*demonstrere viden om fagets identitet og metode*".

3. Formidlingskompetencer

Formidlingskompetencer omfatter elevens evne til at formidle fagligt indhold mundtligt og skriftligt og dokumentere sit eksperimentelle arbejde, jævnfør målene.

Tabel 2.3: udvalgte faglige mål

Kemi B	Kemi A
<i>"dokumentere eksperimentelt arbejde mundtligt og skriftligt, herunder sammenknytte teori og eksperimenter"</i>	Samme som kemi B
<i>"indsamle, vurdere og anvende kemifaglige tekster og informationer fra forskellige kilder"</i>	Samme som kemi B
<i>"formulere sig struktureret såvel mundtligt som skriftligt om kemiske emner og give sammenhængende faglige forklaringer"</i>	Samme som kemi B

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.

Tabel 2.4: udvalgte faglige mål

Kemi B	Kemi A
<i>"demonstrere viden om kemis identitet og metoder"</i>	Samme som kemi B
<i>"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"</i>	Samme som kemi B

Kemi B	Kemi A
<i>"behandle problemstillinger i samspil med andre fag"</i>	Samme som kemi B
	<i>"demonstrere forståelse af sammenhængen mellem fagets forskellige delområder"</i>

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, jævnfør 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"*

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

Tabel 2.5: relevant kernestof

Kemi B	Kemi A
<i>"grundstoffernes periodesystem, herunder atomets opbygning"</i>	<i>"grundstoffernes periodesystem, herunder atommodel og orbitaler"</i>

Bohrs atommodel danner udgangspunkt for beskrivelse af atomets opbygning, grundstoffernes periodesystem og kemiske bindinger.

Kemi B

Brugen af grundstoffernes periodesystem omfatter at kunne afgøre om et grundstof er et metal eller ikke-metal, samt i tilknytning hertil bestemme bindingstypen mellem atomer i en kemisk forbindelse.

Kemi A

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 trippelbindinger mellem C-atomer.

Tabel 2.6: relevant kernestof

Kemi B	Kemi A
<i>"kemiske bindingstyper, tilstandsformer, opløselighedsforhold, eksempler på struktur- og stereoisomeri"</i>	<i>"kemisk bindingsteori, herunder hybridisering, tilstandsformer, opløselighedsforhold, struktur- og stereoisomeri"</i>

Kemi B

Isomeri omfatter kæde-, stillings-, funktions-, spejlbilled- og cis-trans-isomeri, hvor der gives eksempler inden for såvel strukturisomeri som stereoisomeri.

Kemi A

Isomeri omfatter strukturisomeri i form af kæde-, stillings- og funktions- og stereoisomeri i form af spejlbilled- og cis-trans-isomeri.

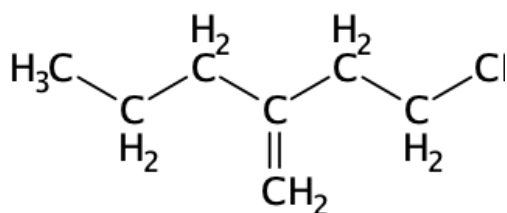
Navngivning af kemiske forbindelser i den gymnasiale kemiundervisning tager i videst muligt omfang udgangspunkt i IUPAC's anbefalinger og den tilpasning til dansk, som Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg står for. Link til [Kemisk Forenings Nomenklaturudvalgs hjemmeside](#). Det er vigtigt at holde fast 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, link til [Dansk oversættelse af uorganisk-kemisk nomenklatur, IUPAC i 2015](#).

Inden for den organiske kemi kan forbindelser også have ikke-systematiske eller halvsystematiske navne, og IUPAC-anbefalinger tillader desuden ofte flere systematiske navne. Nogle traditionelle navne (fx styren, urinstof) bruges også i den systematiske nomenklatur. Læs mere i [Dansk oversættelse af organiske kemisk nomenklatur IUPAC](#).

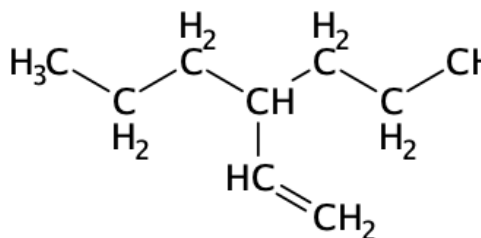
På enkelte område afviger de seneste IUPAC anbefalinger revideret i 2013 fra (nogle af) de nuværende kemilærebøger til gymnasiet.

Det drejer sig om navngivning af alkener og alkyner, det vil sige prioritering ved valg af hovedkæde i umættede og forgrenede carbonhydrider. Ifølge IUPAC's anbefaling skal man vælge den længste carbonkæde, som grundstammen i navnet, uanset om den indeholder en dobbeltbinding/trippelbinding

eller ej. Reglen er implementeret i de mest benyttede programmer til autogenerering af organiske navne. Et par eksempler er vist nedenfor.



4-methylidenheptan
(ikke 2-propylpent-1-en)



4-ethenylheptan
(ikke 3-propylhex-1-en)

Endvidere drejer det sig om navngivningen af ester. I esternavngivningen indføres parenteser om syre-restdelen i esternavnene for at undgå misforståelser om det er en ester eller baseformen af en given syre. For eksempel kan phenylacetat være baseformen af phenylethansyre, men det kunne også være en ester. Phenyl(acetat) vil således være esteren, som er fremstillet fra phenol og ethansyre. Estere kan også navngives efter modellen 'ethansyrephenylester'. Denne navnetype er ofte bekvem på dansk, men bruges ikke af IUPAC længere. Særligt ved oversættelse fra engelske navne skal man være opmærksom på at parentesen om syre-restdelen i esternavnene erstatter det mellemrum, der er på engelsk i fx 'methyl acetate'. IUPAC's anbefaling vil blive fulgt, i fald der bliver behov for dette i forbindelse med de skriftlige prøver i kemi.

Kemi A

På A-niveau omfatter navngivning i forbindelse med cis-trans-isomeri 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 digitale værktøjer til autogenerering af kemiske forbindelsers navne, men disse navne skal kunne "oversættes" til en accepteret dansk navngivning.

Tabel 2.7: relevant kernestof

Kemi B	Kemi A
"mængdeberegninger i relation til reaktionskemaer og opløsninger"	"mængdeberegninger i relation til reaktionskemaer, herunder med inddragelse af gasser og opløsninger"

Kemi B

Kemiske mængdeberegninger omfatter anvendelse af begreberne stofmængde, molarmasse samt formel og aktuel stofmængdekonzentration ved kvantitative beregninger, og i tilknytning hertil brug af enheder og betydende cifre. Kernestoffet omfatter ikke mængdeberegninger for ideal gasser.

Kemi A

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

Tabel 2.8: relevant kernestof

Kemi B	Kemi A
<i>"uorganisk kemi: stofkendskab, herunder opbygning og egenskaber, og anvendelse for udvalgte uorganiske stoffer, herunder ionforbindelser"</i>	<i>"uorganisk kemi: stofkendskab, herunder opbygning og egenskaber, og anvendelse for udvalgte uorganiske stoffer, herunder ionforbindelser inklusiv forbindelser med overgangsmetaller"</i>

Uorganisk kemi skal omfatte eksempler på uorganiske molekyler og ionforbindelser. Ionforbindelser omfatter forbindelser med såvel enatomige ioner som fleratomige ioner. Valg af uorganiske forbindelser kan foretages ud fra flere kriterier, for eksempel 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.

Kemi B

Der refereres ikke specifikt til overgangsmetaller i kernestoffet, men eksempler på overgangsmetaller og forbindelser med disse kan naturligt indgå i valget af kemiske forbindelser, som indgår i hverdagen.

Tabel 2.9: relevant kernestof

Kemi B	Kemi A
<i>"organisk kemi: stofkendskab, herunder opbygning, egenskaber, isomeri, og anvendelse for stofklasserne carbonhydrider, alkoholer, carboxylsyre og estere, samt opbygning af og udvalgte relevante egenskaber for stofklasserne aldehyder, ketoner og aminer"</i>	<i>"organisk kemi: stofkendskab, herunder opbygning, egenskaber, isomeri, og anvendelse for stofklasserne carbonhydrider, alkoholer, aldehyder, ketoner, carboxylsyre og estere, samt opbygning af og udvalgte relevante egenskaber for stofklasserne aminer, phenoler, amider, aminosyre"</i>

Kemi B

I organisk kemi begrænses de funktionelle grupper til hydroxy-, carbonyl-, carboxyl-, ester- og aminogrupperne, samt dobbelt- og tripelbindinger mellem C-atomer. Udvalgte relevante egenskaber for stofklasserne aldehyder, ketoner og aminer omfatter kendskab til de tilknyttede funktionelle grupper, deres mulighed for at danne intermolekylære bindinger, samt for aminer deres egenskab som baser.

Den organiske navngivning omfatter navngivning af stofklasserne carbonhydrider, alkoholer, samt navngivning af simple carboxylsyre og estere.

Kemi A

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.

Den organiske navngivning omfatter navngivning af stofklasserne carbonhydrider, alkoholer, aldehyder, ketoner, carboxylsyrer og estere.

Tabel 2.10: relevant kernestof

Kemi B	Kemi A
<i>"eksempel på makromolekyler"</i>	<i>"biokemi, herunder opbygning af og egenskaber ved makromolekylerne carbohydrater, lipider, proteiner og enzymer"</i>

Kemi B

Eksempler på makromolekyler kan omfatte for eksempel de biologisk relevante grupper carbohydrater, lipider og proteiner, DNA/RNA, men også andre typer af polymere forbindelser, som eksempelvis indgår i plastmaterialer. Valget af eksempler kan tages i de muligheder for fagligt samspil, der indgår i studieretningen.

Kemi A

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 for eksempel et substrat og det tilknyttede enzym. Af IUPAC goldbook fremgår det hvilke bindingstyper der betragtes som intermolekylære. På kemi A omfatter intermolekylære bindinger, hydrogenbindinger, dipol-dipolbindinger, london bindinger såvel som ion-ionbinding. Lipider omfatter primært kendskab til triglyceriderne.

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

Tabel 2.11: relevant kernestof

Kemi B	Kemi A
<i>"homogene kemiske ligevægte, herunder forskydning på kvalitativt og simpelt kvantitativt grundlag"</i>	<i>"homogene og heterogene kemiske ligevægte, herunder fordelingsligevægt, og forskydning af disse på kvalitativt og kvantitativt grundlag"</i>

Kemisk ligevægt omfatter anvendelse af begreberne reaktionsbrøk, ligevægtskonstant og ligevægtsloven, herunder anvendelse af Le Chateliers princip ved forskydning i en ligevægt.

Kemi B

Beregninger af reaktionsbrøk tager udgangspunkt i stofmængdekonzentrationer. Ved simpelt kvantitativt grundlag forstås, at forskydning i en ligevægt skal kunne afgøres ud fra en beregnet reaktionsbrøk og en tilknyttet ligevægtskonstant, men det omfatter ikke beregning af koncentrationer, efter at den nye ligevægt har indstillet sig. Heterogen ligevægt er ikke en del af kernestoffet.

Kemi A

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 henholdsvis fordelingsforholdet D ved analyse af en konkret kemisk problemstilling.

Tabel 2.12: relevant kernestof

Kemi B	Kemi A
<i>"syre-basereaktioner, herunder beregning af pH for vandige opløsninger af syrer henholdsvis baser"</i>	<i>"syre-basereaktioner, herunder beregning af pH for vandige opløsninger af syrer, baser, blandinger af disse og puffersystemer, samt bjerrumdiagrammer"</i>

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.

Kemi B

pH-beregninger omfatter beregninger af pH i vandige opløsninger af såvel stærke som ikke-stærke syrer henholdsvis baser. Puffersystemer og titrerkurver for polyhydrone syrer/baser er ikke en del af kernestoffet på B-niveau.

Kemi A

pH-beregninger omfatter beregninger af pH i vandige opløsninger af såvel stærke som ikke-stærke syrer henholdsvis baser og i puffersystemer. pH-beregninger omfatter ikke opløsninger af amfolytter. Kendskab til eksempler på titrerkurver for polyhydrone syrer/baser indgår på A-niveau.

Tabel 2.13: relevant kernestof

Kemi B	Kemi A
<i>"fældnings- og redoxreaktioner, herunder anvendelse af oxidationstal"</i>	<i>"fældnings- og redoxreaktioner, herunder afstemning med oxidationstal"</i>

Fældningsreaktioner omfatter ionforbindelsers egenskaber som let- og tungtopløselige salte.

Kemi B

Redoxreaktioner omfatter både eksempler fra organisk og uorganisk kemi. Anvendelse af oxidationstal betyder, at oxidationstal skal kunne tilknyttes atomer i en reaktion og indgå en vurdering af om en reaktion kan karakterises som en redoxreaktion, men anvendelsen omfatter ikke en systematisk afstemning af redoxreaktioner ved brug af oxidationstal.

Kemi A

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

Tabel 2.14: relevant kernestof

Kemi B	Kemi A
<i>"organiske reaktionstyper: substitution, addition, elimination, kondensation og hydrolyse"</i>	<i>"organiske reaktionstyper: substitution, addition, elimination, kondensation og hydrolyse"</i>

Organiske reaktionstyper: I gymnasieskolen knyttes addition til reaktioner med dobbelt- og tripelbindinger mellem to C-atomer, mens omdannelsen fra en carbonylgruppe til en hydroxygruppe betragtes som en reduktion. Den modsatte reaktion fra hydroxygruppe til en carbonylgruppe betragtes som en oxidation.

Tabel 2.15: relevant kernestof

Kemi B	Kemi A
<i>"reaktionshastighed på kvalitativt grundlag, herunder katalyse"</i>	<i>"reaktionskinetik, herunder reaktionsorden, katalyse og hastighedskonstantens temperaturafhængighed"</i>

Kemi B

Reaktionshastighed på kvalitativt grundlag omfatter faktorer, der har indflydelse på en reaktions hastighed, herunder katalysatorer. Katalyse kan opfattes bredt, for eksempel katalyse i laboratoriet, i industriel produktion og i biokemi.

Kemi A

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

- *"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 reaktionsskemaer. Matematiske digitale 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

Tabel 2.16: relevant kernestof

Kemi B	Kemi A
<i>"kvalitative og kvantitative eksperimentelle metoder, herunder separation, simpel syntese, titrering, vejeanalyse og spektrofotometri"</i>	<i>"kvalitative og kvantitative eksperimentelle metoder, herunder separation, syntese, forskellige typer af titrering, vejeanalyse, spektrofotometri og forskellige former for chromatografi"</i>

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.

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.

Kemi B

Simpel syntese kan være såvel inden for uorganisk som organisk kemi. Titrering omfatter blandt andet syre-base-titrering for monohydrone syrer og baser, herunder anvendelse af titrerkurver til kvantitative undersøgelser.

Kemi A

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. Titration omfatter blandt andet syre-base-titration 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 titration end syre-base-titration, for eksempel redoxtitration.

Der er ikke krav om kendskab til en bestemt type af chromatografisk metode, men området omfatter kendskab til chromatografis centrale begreber som fx 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

– *”kemikaliemærkning og sikkerhedsvurdering ved eksperimentelt arbejde”*

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. Det er en god ide altid at knytte overvejelser om kemikaliemærkning og sikkerhedsvurderinger til elevernes eget eksperimentelle arbejde. At-meddelelse 4.01.9-1 foreskriver endvidere, at der gives instruktion og oplæring til eleverne i forbindelse med deres eget eksperimentelle arbejde. I link listen under nyttige links findes henvisning til At-meddelelsen omhandlende elevers praktiske øvelser på de gymnasiale uddannelser.

– *”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 skal undervisningsmaterialer på engelsk indgå. Det kan eksempelvis 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. Fremmedsprogede materialer, som har indgået i kemiundervisningen, kan også benyttes til den mundtlige prøve.

2.4 Omfang

Tabel 2.17: forventet omfang

Kemi B	Kemi A
<i>"Forventet omfang af fagligt stof er normalt svarende til 250-400 sider"</i>	<i>"Forventet omfang af fagligt stof er normalt svarende til 450-600 sider"</i>

Kemi B

Omfanget dækker det samlede forløb 0 → B.

Kemi A

Omfanget dækker det samlede forløb 0 → A.

Undervisningen i kemi bygger på en bred vifte af faglige materialer, fx traditionelle lærebøger, i-bøger, artikler fra tidsskrifter og websider, vejledninger til eksperimentelt eller andet empiribaseret materiale, YouTube videoer med eksperimenter eller visualiseringer. Omfanget af fagligt stof anføres i beskrivelsen af den gennemførte undervisning (undervisningsbeskrivelsen), der færdigredigeres ved afslutningen af undervisningen. Da der kan være stor forskel på sværhedsgraden af såvel trykte som digitale materialer, er der tale om et kvalificeret skøn, når omfanget gøres op. Intervallet markerer såvel en minimums- som en maksimumsgrænse. Omfanget angives normalt med en sådan detaljeringsgrad, så det af undervisningsbeskrivelsen fremgår, hvordan det faglige stof har været vægtet i undervisningsforløbet. Dette kan ske ved at angive et skønsmæssigt sidetal eller en procentvis fordeling af stoffet.

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. Faget fysik/kemi er et obligatorisk fag i Folkeskolen fra 7.-9. klasse og udgør et trinforløb for 7.-9.klasse. Eleverne har i grundskolen også arbejdet med de fire naturvidenskabelige kompetencer, og disse er i grundskolen formuleret som: undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation.

Eleverne har i grundskolens ældste klasser modtaget undervisning i biologi, geografi og fysik/kemi.

Læs mere om elevernes faglige forudsætninger (fælles mål, læseplan og vejledning) på emu.dk

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 tages udgangspunkt i kemiske og teknologiske problemstillinger, der viser eleverne kemis betydning for forståelse af deres hverdag, produktion og omverden. Det kan bidrage til en perspektivering af kemi, samtidig med at faget bliver anvendelsesorienteret. Herved kan eleverne få kendskab til vigtige kemiske forbindelser og deres egenskaber, og der kan ske en perspektivering af kemi, samtidig med at faget bliver anvendelsesorienteret. Se eventuel EMU for inspiration.

Tematisk undervisning aktualiserer og begrundet det faglige indhold. Efterfølgende kan der imidlertid være behov for systematiske opsamlinger på fagligt indhold med udgangspunkt i fagområdernes traditionelle systematik og sammenhænge til tidligere behandlet indhold.

3.2 Arbejdsformer

Forskellige arbejds- og undervisningsformer kan bidrage til høj elevaktivitet og afveksling i timerne, og derved styrke elevernes læringsproces. Valget af arbejds- og undervisningsform afpasses såvel efter elevgruppen, som efter hvad der er mest hensigtsmæssig ud fra de faglige mål og indhold, der er i fokus i det konkrete forløb. Dette kan være i form af studie- og arbejdsopgavespørgsmål, opgaveløsning, Cooperative Learning (CL)-strukturer, fremlæggelse for hele holdet eller i mindre grupper. Arbejdet kan tilrettelægges så eleverne får mulighed for at arbejde såvel individuelt, som i større eller mindre grupper.

Varierede arbejdsformer er med til at tilgodese forskellige elevtyper og styrke læringen af elementære begreber og reproducere gennemgået stof. De forskellige arbejdsformer kan bidrage til at stille større krav, der kan give anledning til faglige diskussioner, som kræver overblik og selvstændighed, eksempelvis ved at eleverne selv opsøger ny viden.

Arbejdet med studiespørgsmål i grupper er velegnet til at fremme elevernes lyst og evne til at diskutere kemiske emner og til at udvikle deres kemiske fagsprog, således at de kan udtrykke sig klart og korrekt i en faglig sammenhæng.

CL-strukturer kan øge elevernes mundtlige fremstillingsevne og korrekt brug af fagsprog. Desuden giver CL mulighed for at arbejde med peer-feedback.

Ved elevernes planlægning af fremlæggelser kan det være hensigtsmæssigt, at der i starten er formuleret konkrete strukturelle og faglige krav til fremlæggelsen, for på denne måde at bidrage til en progression i den mundtlige formidling/fremstillingsform.

Projektarbejde med udgangspunkt i en 'selvvalgt' problemstilling kan være med til at motivere og engagere elever. Et projektarbejde i kemi kan 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.

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, fx 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.

I det samlede forløb tilstræbes en progression såvel i det teoretiske som i det eksperimentelle arbejde. 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.

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

Udadrettede aktiviteter og karrierelæring

Den daglige undervisning skal afspejle, at kemi er en del af vores dagligdag og udgør en væsentlig del af 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, for eksempel inden for miljøområdet eller ved udvikling af nye produkter.Besøg på virksomheder, 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. 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 for eksempel journaler, rapporter, skriftlige opgaver og opgaver i samspil med andre fag. Disse genrer kan betragtes som typer af formidlingsskrivning. Der stilles i læreplanen ikke krav til et bestemt antal rapporter eller lignende skriftlige arbejder. Eleverne forventes blot at kende de forskellige genrer nævnt i læreplanen.

Kemi B

Arbejde med skriftlige opgaver og opgaveløsning indgår som en del af undervisningen og anvendes på kemi B til at understøtte den mundtlige læring af centrale begreber og brugen af korrekt kemisk fagsprog. En del af de skriftlige opgaver kan rettes og kommenteres af læreren. Der kan med fordel stilles skriftlige opgaver på kemi B, som peger frem mod den skriftlige prøve på A-niveau, selvom der ikke er en afsluttende skriftlig prøve på B-niveau i kemi. Målet kan blandt andet være at vænne elever, der vælger kemi A, som valgfag, til dette niveaus arbejde med skriftlige opgaver.

Kemi A

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 sammenlægningen 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 besvarelsene, hvor det skønnes nødvendigt. Ud over kravene til numerisk korrekthed og korrekte afstemte reaktionsskemaer med angivelse af tilstandsførmaler 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 fx brug af betydende cifre og enheder. Det skal således tydeligt fremgå af den skriftlige besvarelse, hvad der er elevens eget arbejde. I opgaverne til den afsluttende skriftlige prøve anvendes en række typeord, som det er en god ide at træne elevernes forståelse og brug af. Typeordslisten kan findes i [Lærers hæfte](#) (se emu.dk under "prøver og eksamen") Endvidere er det vigtigt at træne eleverne i en hensigtsmæssig brug af diverse digitale værktøjer, som kan benyttes i kemi, fx matematiske redskaber og fagspecifikke digitale tegneprogrammer. Læs yderligere gode råd og tydeliggørelse af forventningerne til den skriftlige prøve i Lærers hæfte, som er en lærervejledning til brug ved de digitale skriftlige prøver.

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 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 m.m. Skriftligt arbejde i kemi kan derudover især bidrage til at styrke skrivekompetencer i at anvende og inddrage af faglig argumentation, citater, figurer, tabeller, m.m. 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 eventuel indgår. Dette er vigtigt i forhold til træning af elevernes studieforberedende skrivekompetencer.

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

Eksperimentelt arbejde

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 skal der tilstræbes variation og progression. Der kan varieres mellem forskellige former for eksperimenter, ligesom der veksles mellem forskellige typer af vejledninger til eksperimenter. Progression kan omfatte, at øvelsesvejledninger skifter karakter fra kogebooksopskrifter 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, små forforsøg, grubletegninger og lignende aktiviteter af eksperimentel karakter (se eventuel EMU'en) kan fx 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 indgår 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.

Kemi B

Elevernes eget praktiske arbejde i laboratorier og værksteder skal udgøre mindst 20 % af fagets undervisningstid, og elevernes tid til efterbehandling i form af eksempelvis databehandling, udarbejdelse af videoer/screencast eller skrivning af rapporter kan ikke medregnes i de 20 %.

Kemi A

Elevernes eget praktiske arbejde i laboratorier og værksteder skal udgøre mindst 16 % af fagets undervisningstid, og elevernes tid til efterbehandling i form af eksempelvis databehandling, udarbejdelse af videoer/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, det kunne for eksempel være 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, videofilm 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 virtuelle eksperimenter eventuel supplere elevernes eget eksperimentelle arbejde. Men det er en god ide, at eleverne i videst muligt omfang selv arbejde med de forskellige eksperimentelle metoder, som er nævnt i kernestoffet, blandt andet 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.

Risiko- og sikkerhedsforhold

Ved eksperimentelt arbejde er eleverne omfattet af **arbejdsmiljølovens 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 (Arbejdsmiljølovens § 2 stk. 3, hvorimod eleverne ikke er omfattet af arbejdsmiljøloven, når de modtager teoretisk undervisning). Rammer for det eksperimentelle arbejde er beskrevet i Arbejdstilsynets At-meddelelse nr. 4.01.9, [Elevers praktiske øvelser på de gymnasiale uddannelser](#). 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 blandt andet 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 eventuel [DCUM-vejledning](#) om "Arbejdsmiljølovens 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, blandt andet fordi der findes [regler for indretning](#) og brug af laboratorier og for indkøb, opbevaring og brug af kemikalier, herunder mærkning af kemikalier, jævnfør [miljøstyrelsens hjemmeside](#) og udarbejdelse af instruktioner m.v. 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 Joblife. Ud over de allerede nævnte hjemmesider med informationer om forskellige aspekter af regelsættet om eksperimentelt arbejde i gymnasieskolen skal også [Giftlinjen nævnes](#).

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. It og digitale medier og værktøjer, herunder generativ kunstig intelligens, benyttes hvor det skønnes hensigtsmæssigt i forhold til elevernes læringsproces og digitale dannelse.

I anvendelsen af it styrkes elevernes evne til at søge, udvælge og formidle relevant fagligt materiale samt til at forholde sig kritisk til de muligheder og begrænsninger, som digitale værktøjer, og produkter frembragt ved hjælp heraf giver. Formidlingen af faglige problemstillinger indebærer eksempelvis korrekt kemisk fagsprog, herunder kemiske formler.

I undervisningen tilstræbes en tilpas vekselvirkning mellem det analoge og det digitale.

Kemi A

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 for eksempel matematikundervisningen i behandling af kemifagets kvantitative aspekter, og at de bliver bekendte og fortrolige med anvendelsen af kemiprogrammer til for eksempel tegning af kemiske strukturer eller forskellige former for kemisk analyser.

3.4 Samspil med andre fag

Kemi har faglig 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 eller B 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 for eksempel humanistiske fag eller samfundsfag. Dele af det faglige stof skal vælges, så det bidrager til styrkelse af det faglige samspil mellem fagene og i studieretningen. De faglige samspil kan være mindre omfattende 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.

Kemi B

Et af disse forløb skal så vidt muligt være sammen med et andet studieretningsfag med udgangspunkt i et fagligt tema, hvor fagligt indhold fra begge fag kommer i spil og samlet vil styrke den faglige fordybelse.

Kemi A

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.

3.4.1 Studieområdeprojekt

I samspillet med det andet fag indgår kemi med sin egen identitet.

"Kombinerer viden og metoder fra fagene til indsamling og analyse af empiri ...", jævnfør Læreplan Studieområdet.

Det kan eksempelvis dreje sig om hvilke typer af viden der opnås ved at bruge en række konkrete kvantitative og kvalitative metoder, der kan anvendes med en induktiv eller hypotetisk-deduktiv tilgang.

Metoderne i kemi omfatter en lang og varieret række af eksperimentelle metoder og teknikker til:

- analyse, fx titrering, chromatografi, spektrofotometri, separation,
- fremstilling af kemiske forbindelser (kemisk syntese).

I studieområdeprojektet kan der således arbejdes med opstilling, afprøvning og vurdering af kemiske og matematiske modeller. Der inddrages digitale værktøjer eksempelvis til databehandling af de kvantitative aspekter.

Kemi kan, når det indgår i studieområdeprojektet, bidrage med empiri. Enten i form af resultater fra eget eksperimentelt arbejde eller ved kritisk gennemgang af andres eksperimentelle arbejde.

Det er vigtigt, at det empiriske materiale har en kvalitet således, at eleven kan demonstrere empirikompetencen, jævnfør afsnit 2.1.2 tidligere i vejledningen. I samarbejde med et andet fag kan et empirisk materiale ikke alene være fiktion som eksempelvis en roman eller en novelle.

Hvis eleven har udført eget individuelt eksperimentelt arbejde, skal de centrale resultater præsenteres i selve opgaven, mens supplerende resultater og anvendte materialer kan fremgå af bilag.

”Ved studieretningsprojekter, hvor den skriftlige besvarelse indeholder større mængder symbolsprog, kan disse dele af besvarelsen opgøres ud fra deres omfang på givne sider uden at tælle antal enheder”, jævnfør Læreplan Studieområdet. Det vil sige ”en-side-er-en-side” på disse sider. Bemærk at der står kan, hvorfor det er den enkelte skoles beslutning, hvorledes dette gøres.

Hvis det er praktisk muligt, kan det eksperimentelle arbejde helt eller delvist afvikles på en videregående uddannelsesinstitution eller en virksomhed.

Bedømmelsen til den mundtlige prøve afhænger i høj grad af eksaminandens evne til både skriftligt og mundtligt at vise både faglig og flerfaglig tyngde og demonstrere opfyldelse af de faglige mål for studieområdeprojektet.

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.

Evaluering af undervisningen tilpasses den enkelte skoles evalueringsplan.

Kemi A

Ifølge gymnasielovens §28 stk. 4 skal eleverne i studieretninger med kemi A til mindst en årsprøve i kemi med henblik på, at eleverne får træning i de forskellige prøveformer, der indgår i uddannelsen, se linkliste for link. Årsprøverne kaldet interne prøver kan placeres henover året. Det er dog ikke hensigtsmæssigt at placere en intern prøve i et A-niveaufag i 1.g eller i slutningen af 3. g. En placering af en intern prøve i et A-niveau fag i 1.g vil forventeligt være for tidligt til, at eleven kan få en fyldestgørende træning i prøveformen. En placering af en intern prøve i et A-niveau fag i slutningen af 3.g vil vanskeliggøre muligheden for at anvende prøven og forbedre elevernes resultater i den efterfølgende undervisning. Der afholdes derfor mindst en skriftlig eller en mundtlig årsprøve ved afslutningen af 1g eller 2g

En skriftlig årsprøve ligner i form og indhold den afsluttende skriftlige prøve i kemi A.

En mundtlig årsprøve skal, som den afsluttende prøve, have både eksperimentelle og teoretiske elementer og være egnet til at bedømme hver elev individuelt.

4.2 Prøveform

I forbindelse med den mundtlige og skriftlige prøve er det vigtigt både at være orienteret i de generelle bestemmelser for afholdelse af prøver samt de specifikke bestemmelser for det enkelte fag. De generelle bestemmelser findes beskrevet i [eksamensbekendtgørelsen](#), [bekendtgørelse om visse regler om prøver og eksamen i de gymnasiale uddannelser](#), [bekendtgørelse om afgang til at medbringe og anvende udstyr, herunder digitale hjælpemidler, under prøver i de gymnasiale uddannelser](#) og [karakterbekendtgørelsen](#), og de specifikke bestemmelser i [læreplanen](#) for kemi A henholdsvis B.

For eksempel må eleven medbringe alle former for fysiske materialer, herunder bøger og lignende samt digitale programmer, der kan opbevares lokalt på elevens computer, og som ikke tilgår internettet under anvendelse, både i forberedelsen og til eksaminationen. Online undervisningsmateriale skal i udgangspunktet lagres lokalt på computeren, dog har eleven adgang til de specifikke hjemmesider, der fremgår af undervisningsbeskrivelsen, og hvor det ikke er muligt at lagre dem lokalt – det kunne eksempelvis være videoklip brugt i undervisningen. Det kan være hensigtsmæssigt at gøre eleverne opmærksom på, at det ikke nødvendigvis er en fordel at medbringe en lærebog til den mundtlige eksamination, idet det er, hvad eleverne kan selvstændigt, der tæller positivt til bedømmelsen. Det er en god ide, at eleverne gøres bekendt med dette før prøven.

4.2.1 Skriftlig prøve

Skriftlig prøve i Kemi A

Opgavesæt til den skriftlige prøve udarbejdes centralt, og der stilles opgaver inden for kerne-stoffet. Den skriftlige prøve består af to dele, ½ times fælles forberedelse og en 5 timers indvi-duel 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 bestå af en kortere beskrivelse af kemisk område eller beskrivelse af et ke-misk 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 sup-plerende opgaver.

Der tages udgangspunkt i, at eleverne har matematik på B-niveau, samt kan benytte fagspeci-fikke digitale værktøjer og matematikprogrammer til løsning af opgaverne. Tidligere opgavesæt kan give inspiration til forberedelsen af eleverne til den skriftlige prøve. Lærerens hæfte til digi-tale opgavesæt i kemi A er en lærervejledning til brug ved de digitale prøver. Det indeholder ty-peord samt en tydeliggørelse af forventningerne til den skriftlige prøve. Således er hæftet tænkt, som en hjælp til den daglige undervisning samt i forberedelsen af eleverne til den skriftlige prøve i kemi A. Lærerens hæfte findes på EMU.dk.

Mundtlig prøve i Kemi B

En prøveopgave tager så vidt muligt udgangspunkt i et af de behandlede temaer. Det er vigtigt at være opmærksom på at opgaverne stiller eleverne lige. Endvidere kan det blive svært for eleven at vise sit faglige niveau, hvis eksamensopgaven kun indeholder stof fra den tidlige undervisning på B-niveauet. Det kunne muligvis løses ved at koble det tidlige gennemgået stof med noget stof gennemgået på et senere tidspunkt.

I kemifaget er der ikke en fast skabelon for udformning af en prøveopgave, men læreplanen omtaler visse rammer: den enkelte prøveopgave indeholder en overskrift, en kort præciserende tekst og mindst et bilag. En prøveopgavens faglige område indrammes af overskriften og skal hverken være for snæver eller for bred i sit faglige fokus. Prøveopgaverne kan ud over overskriften udformes med en kort beskrivelse af et område efterfulgt af en liste med stikord, som viser mulige faglige retninger i prøveopgaven. Det er vigtigt, at dele af opgaven giver eksaminanden mulighed for selv at udvælge fokusområder og tilrettelægge besvarelsen.

Eksperimentelt arbejde skal indgå i alle prøveopgaver, og på B-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 prøveopgave, 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. Det eksperimentelle arbejde kan både omfatte eksperimenter eleverne selv har udført, men kan også tage udgangspunkt i et demonstrationsforsøg/videofilm af forsøg, der er gennemgået i undervisningen. Dette gælder også, selv om eksaminanden ikke har udført, overværet eksperimentet eller afleveret en eventuel rapport over eksperimentet. Der eksamineres ikke i en rapport, men i forståelsen af det eksperimentelle arbejde. Især ved valg af demonstrationsforsøg/videofilm af forsøg er det vigtigt, at eksaminanderne har haft mulighed for at arbejde med databehandling i tilknytning til eksperimentet.

Bilag må gerne have indgået i holdets undervisning, og kan bestå af tabel med data, figurer eller billeder. Det er ikke hensigtsmæssigt at vedlægge regneopgaver som bilag, da eksaminanden ikke skal anvende forberedelsestiden på at regne opgaver. Det er heller ikke hensigten, at vejledninger til eksperimenter, som har været en del af holdets undervisning, 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 prøveopgaven 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.

I prøvegrundlaget for kemi B indgår undervisningsbeskrivelserne for B-niveau samt naturvidenskabeligt grundforløb. Undervisningen i naturvidenskabeligt grundforløb er en del af undervisningen i de indgående fag, og kan anvendes til prøverne i disse. Dette omfatter også eksperimentelt arbejde, som er udført i forbindelse med naturvidenskabeligt grundforløb.

Mundtlig prøve i Kemi A

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

Eksperimentelt arbejde skal indgå i alle prøveopgaver, og der tages så vidt muligt udgangspunkt i eksperimenter, eleverne selv har udført. Hvilket eksperimentelt arbejde eller dele heraf, som skal indgå i den enkelte prøveopgave, 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.

Det eksperimentelle arbejde kan både omfatte eksperimenter eleverne selv har udført, men kan også tage udgangspunkt i et demonstrationsforsøg/videofilm af forsøg. Dette gælder også, selv om eksaminanden ikke har udført, overværet eksperimentet eller afleveret en eventuel rapport over eksperimentet. Der eksamineres ikke i en rapport, men i forståelsen af det eksperimentelle arbejde. Især ved valg af demonstrationsforsøg/videofilm af forsøg er det vigtigt, at eksaminanderne har haft mulighed for at arbejde med databehandling i tilknytning til eksperimentet.

Den enkelte prøveopgave skal indeholde et bilagsmateriale, som skal inddrages i forbindelse med eksaminationen. Dele af bilagsmaterialet må ikke have indgået i holdets undervisning. Bilagsmaterialet kan 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 ved inddragelse af forskellige faglige områder eller metoder med mulighed for at perspektivere det faglige indhold i prøveopgaven. 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 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 hensigten, at vejledninger til eksperimenter, som som har været en del af holdets undervisningsmateriale, fungerer 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.

I prøvegrundlaget for kemi A indgår undervisningsbeskrivelserne for B-niveau, A-niveau samt naturvidenskabeligt grundforløb. Undervisningen i naturvidenskabeligt grundforløb er en del af undervisningen i de indgående fag, og kan anvendes til prøverne i disse. Dette omfatter også eksperimentelt arbejde, som er udført i forbindelse med naturvidenskabeligt grundforløb.

Fortsættes på næste side

Mundtlig prøve i Kemi A - fortsat

Idet prøvegrundlaget for kemi A er fra 0 til A, kan også øvelser fra tidligere niveauer inddrages. Bemærk i den sammenhæng at det ikke er hensigtsmæssigt på A-niveau at lave prøveopgaver, som stort set kan besvares ved udelukkende at have modtaget undervisning på kemi B. På A-niveauet forventes, at eleverne har større overblik over sammenhængene i fagets forskellige faglige områder og større faglig dybde i de enkelte faglige discipliner end på B-niveau, og dette skal også afspejles i prøveopgaverne. Hvis et fagligt område ikke umiddelbart vurderes at være på et højere niveau på A- end på B-niveau, kan man udarbejde en prøveopgave ved at kombinere et eksperiment udført på B-niveau med andet relevant gennemgået stof. En anden mulighed er at B-niveau stoffet kombineres med et mere kompliceret eksperimentelt arbejde. Derved gives eksaminanden mulighed for at vise færdighed på A-niveauet. Endvidere skal det tilstræbes, at sværhedsgraden i de enkelte prøveopgaver er så ensartet som muligt, således at eleverne stilles så lige som muligt.

Prøvegrundlaget er beskrevet i holdets undervisningsbeskrivelse. Undervisningsbeskrivelsen dokumenterer, at undervisningen har været tilrettelagt i overensstemmelse med læreplanen. Undervisningsbeskrivelsens hovedformål er at sikre, at eleverne har den nødvendige information vedrørende eksamen, og at censor kan forberede sig til at varetage sit hverv som censor. Med henblik herpå udfyldes en undervisningsbeskrivelse, hvis hovedformål er at beskrive de temaer, som det samlede undervisningsforløb har været organiseret i. Der er ikke centralt fastlagte formkrav til undervisningsbeskrivelser. Det er således muligt at anvende de forskellige studieadministrative systemer til at udfærdige undervisningsbeskrivelser, eller der kan anvendes lokalt udformede skabeloner. Styrelsen for Undervisning og Kvalitet har udarbejdet en skabelon, som eventuelt kan anvendes. Det er vigtigt, at det fremgår hvad der er arbejdet med i hvert forløb. Det indebærer, at det tydeligt fremgår hvilke materialer, eksperimenter og hvilket tematisk fokus, der er i hvert forløb. Beskrivelsen kan med fordel være kort, men skal kunne sætte en udenforstående ind i det overordnede indholdsmæssige og tematiske fokus i de enkelte forløb. Vejledningen til undervisningsbeskrivelser kan findes på UVM.dk. Samlet skal prøveopgaverne 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 prøveopgaver til små hold, da det vil betyde, at den enkelte prøveopgave ofte bliver for bred. Endvidere skal der være en fornuftig spredning i prøveopgaverne, således at faglige områder hverken bliver for over- eller underrepræsenteret i det samlede sæt af prøveopgaver. Dog under hensyntagen til den gennemførte undervisning. Eksempler på prøveopgaver kan ses på EMU.dk under faget.

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 at koble teori, eksperimenter og bilag 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 eventuel eksamensbekendtgørelsen). Det betyder, at hvis prøven strækker sig over flere dage, må prøveopgaver, der for eksempel 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 kan betyde, at udsendelsen må foretages, før eksamensplanen er offentliggjort. 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 anbefales det, at 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 prøveopgaverne, men censor kan henstille til eksaminator, at opgaver udelades, ændres eller tilføjes, hvis 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 (censor kan eksempelvis udarbejde en censorindberetning via [formular](#) på [uvm.dk](#)). Eksaminanderne skal inden prøven kende opgaver **uden** bilagsmaterialet. Kendskab til prøveopgaverne 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 prøveopgaver mere omfattende, bare fordi de er kendte på forhånd. Der aftales en procedure med eksaminanderne om, hvordan 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 prøveopgaver. Der er i kemi 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 den almene [eksamensbekendtgørelsen](#), i [bekendtgørelse om afgang til at medbringe og anvende udstyr, herunder digitale hjælpemidler, under prøver i de gymnasiale uddannelser](#) samt i [bekendtgørelse om visse regler om prøver og eksamen i de gymnasiale uddannelser](#).

Eksaminationen må ikke have form af en enetale fra eksaminandens side. Eksaminator skal sørge for undervejs i eksaminationen at inddrage eksaminanden i en 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 (jævnfør 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.

4.3.1 Den skriftlige prøve

Skriftlig prøve i Kemi A

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 hvordan det udleverede bilagsmateriale inddrages i besvarelsen, og at tankegangen fremstår klart ved anvendelsen af fagsprog, grafer, figurer, modeller, beregninger, digitale 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 digitale værktøjer. Det er fx vigtigt, at opskrivning af kemiske formler for kemiske forbindelser, brug af symboler for kemiske begreber og enheder følger kemis definitioner (fagsprog) og ikke digitale værktøjernes umiddelbare brug af symboler m.m. 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.

4.3.2 Den mundtlige prøve

Det kan ikke forventes, at den enkelte prøveopgave 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 prøveopgaven 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, skriftlige aflevering 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, jævnfør læreplanen afsnit 3.4, inddrages i den samlede bedømmelse.

4.3.3 Oversigt over karakterskalaen

Karakter	Betegnelse	Beskrivelse
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.

Karakter	Betegnelse	Beskrivelse
02	Tilstrækkelig	Karakteren 02 gives for den tilstrækkelige præstation, der demonstrerer den minimalt acceptable grad af opfyldelse af fagets mål.

Karakter	Betegnelse	Skriftlig prøve
12	Fremragende	Eksaminanden demonstrerer fagligt overblik ved inddragelse af relevant kernestof 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 demonstrerer 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.
7	God	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.
02	Tilstrækkelig	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 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.

Karakter	Betegnelse	Mundtlig prøve
12	Fremragende	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 anvendelse af kemisk fagsprog. 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 perspektivering og relevante kemiske emner i diskussionen af kemiske metoder, anvendelse og problemstillinger.
7	God	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 samtale, så en del af de væsentlige aspekter inddrages. Eksaminanden kan med en del mangler inddrage relevant faglig viden ved perspektivering og relevante kemiske emner i diskussionen af kemiske metoder, anvendelse og problemstillinger.
02	Tilstrækkelig	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 meget begrænset omfang og med væsentlige mangler inddrage relevant faglig viden ved perspektivering og diskussion af kemiske metoder, anvendelser og problemstillinger.

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, jævnfør § 53 i [lov om de gymnasiale uddannelser](#), og § 8 i den [almene eksamensbekendtgørelse](#).

Det er således ikke foreneligt at være elev på en gymnasial uddannelse og at være selvstuderende i et fag, jævnfør § 53 i lov om de gymnasiale uddannelser, der taler om "*Andre end elever på de gymnasiale uddannelser*". Som elev på en gymnasial uddannelse har man ret og pligt til at modtage undervisning i alle fag i uddannelsen.

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"*

5 Nyttige links

[Børne- og Undervisningsministeriets hjemmeside](#)

5.1 Lovstof

- Læreplaner på uvm.dk
- Lov om de gymnasiale uddannelser (LBK nr. 41 af 12/01/2024) på retsinformation.dk
- Bekendtgørelse om de gymnasiale uddannelser (BEK nr. 497 af 18/5/2017) på retsinformation.dk
- Eksamensbekendtgørelsen (BEK nr. 343 af 08/04/2016) på retsinformation.dk
- Bekendtgørelse om visse regler om prøver og eksamen i de gymnasiale uddannelser (BEK nr. 1276 af 27/11/2017) på retsinformation.dk
- Bekendtgørelse om adgang til at medbringe og anvende udstyr, herunder digitale hjælpemidler, under prøver i de gymnasiale uddannelser (BEK nr. 224 af 19/03/2018) på retsinformation.dk
- Bekendtgørelser og orientering relevant i forbindelse med prøver og eksamen på uvm.dk
- Karakterbekendtgørelsen (BEK nr. 262 af 20/03/2007) på retsinformation.dk

5.2 Skriftlige prøver kemi A

- Lærerens hæfte (under kemi) på emu.dk
- [Evaluerings](#) af skriftlige prøver (fra 2020 og frem)
- [Prøvebankens](#) hjemmeside (skriftlige prøve- og eksamensopgaver fra 2010 og frem)

5.3 Vejledende materialer til læreplanen m.m.

- [EMU sider](#).
- [FIP materialer](#)
- [Vejledning til studieplan og undervisningsbeskrivelse – skabelon](#)
- [Censorindberetning](#)

5.4 IUPAC

- [Kemisk forenings nomenklaturudvalgs hjemmeside](#)
- [Dansk oversættelse af uorganisk-kemisk nomenklatur, IUPAC i 2015 \(pdf\)](#)
- [Dansk oversættelse af organisk-kemisk nomenklatur, IUPAC i 2020 \(pdf\)](#)
- [Kort vejledning i organisk-kemisk nomenklatur \(pdf\)](#)

5.5 Arbejdsmiljø og kemikalier

- [Arbejdstilsynets hjemmeside](#). På arbejdstilsynets hjemmeside især
 - At-meddelelse nr. 4.01.9 Elevers praktiske øvelser på de gymnasiale uddannelser, 2019
 - At-vejledning C.0.1 Grænseværdier for stoffer og materialer, 2007 samt for lister se bekendtgørelsen om grænseværdier for stoffer og materiale og bekendtgørelsen om foranstaltninger til forebyggelse af kræfttrikoen ved arbejde med stoffer og materialer.
 - At-vejledning C.1.3 Arbejde med stoffer og materialer, opdateret 2020
 - Bekendtgørelse om foranstaltninger til forebyggelse af kræfttrikoen ved arbejde med stoffer og materialer, Arbejdstilsynets bekendtgørelse, 2015
- [Dansk Center for Undervisningsmiljø: Pjece om Arbejdsmiljølovens udvidede område \(december 2016\), ungdomsuddannelser \(pdf\)](#)
- Når klokken ringer (Branchearbejdsmiljørådet, vejledning til grundskolen og det almene gymnasium) på [arbejdsmiljøwebs hjemmeside](#)
- [Miljøstyrelsens hjemmeside](#). Om klassificering, mærkning, liste over uønskede stoffer m.m.
- [Kemikaliedatabasen til gymnasier](#)
- [Giftlinjen: Hjemmeside og landsdækkende telefonrådgivning med råd og hjælp i tilfælde af forgiftning](#)



BØRNE- OG
UNDERVISNINGSMINISTERIET
STYRELSEN FOR
UNDERVISNING OG KVALITET