

Kemi A - Stx

Vejledning / Råd og vink

Undervisningsministeriet

Kontor for Gymnasiale Uddannelser 2014

Alle bestemmelser, der er bindende for undervisningen og prøverne i de gymnasiale uddannelser, findes i uddannelseslovene og de tilhørende bekendtgørelser, herunder læreplanerne. Denne Vejledning/Råd og vink indeholder forklarende kommentarer til nogle af disse bestemmelser, men indfører ikke nye bindende krav. Desuden gives eksempler på god praksis samt anbefalinger og inspiration, og den udgør dermed et af ministeriets bidrag til faglig og pædagogisk fornyelse. Citater fra læreplanen er anført i kursiv.

Generelt vedrørende læreplanerne i kemi i stx	2
1. Identitet og formål	2
2. Faglige mål og fagligt indhold	2
Faglige mål	2
Kernestof	5
Supplerende stof	8
3. Tilrettelæggelse	9
Didaktiske principper og arbejdsformer	9
Eksperimentelt arbejde	9
Udadrettede aktiviteter	12
Mundtligt og skriftligt arbejde	12
Elevernes studieforberevende skrivekompetencer	12
It	14
Samspil med andre fag	14
Almen studieforberevelse	14
Studieretningsforløb	15
Studieretningsprojekt	15
4. Evaluering	15
Løbende evaluering	15
Prøveformer: Generelt	16
Den skriftlige prøve	16
Den mundtlige prøve: Generelt	16
Specielt om prøveform a)	18
Specielt om prøveform b)	19
Bedømmelseskriterier: Den skriftlige prøve	19
Bedømmelseskriterier: Den mundtlige prøve	19
Eksempler på prøveopgaver	21
5. Gældende regler, særlige forhold og nyttige links til kemi A, stx	22
6. Vejledende karakterbeskrivelser	24

Generelt vedrørende læreplanerne i kemi i stx

Der er en læreplan for hvert af de tre niveauer C, B og A. Det betyder, at læreplanen for kemi på C-niveau omfatter forløbet 0 → C, B-niveau omfatter en samlet beskrivelse af forløbet 0 → B og A-niveau en samlet beskrivelse af forløbet 0 → A. Ved en sammenligning af de tre 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 og C niveauerne, og på B niveau i forhold til kemi C.

1. Identitet og formål

I afsnittet Identitet beskrives kemi som et naturvidenskabeligt fag, hvis genstandsområde er forståelse af kemiske forbindelsers struktur og forklaring af deres egenskaber, samt beskrivelse af betingelser for kemiske forbindelsers mulige omdannelser ved kemiske reaktioner. Kemi har som viden en afgørende betydning for udvikling af nye materialer og for undersøgelse af disses egenskaber, og *kemisk forskning spiller således en afgørende rolle for det enkelte menneskes tilværelse og samfundets teknologiske og økonomiske udvikling, ligesom kemisk forskning har stor betydning i forbindelse med intentionen om bæredygtig udvikling.*

I afsnittet Formål beskrives formålet med gymnasiefaget kemi set i relation til stx-uddannelsens overordnede målsætning. *Eleverne opnår kendskab til relevante stoffer og disses egenskaber samt forståelse af kemiens samfundsmæssige og teknologiske betydning såvel aktuelt som i historisk perspektiv. Arbejdet med faget giver eleverne en forståelse af, at kemisk viden og kreativitet finder anvendelse til gavn for mennesker og natur, men at uhensigtsmæssig anvendelse kan påvirke sundhed og miljø.* Undervisningen giver eleverne kendskab til naturvidenskabelig tankegang og metode, herunder at det kvantitative aspekt er væsentligt. Gymnasiets kemiundervisning kan således medvirke til elevernes almindelse 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.

2. Faglige mål og fagligt indhold

Faglige mål og fagligt indhold i kemi er beskrevet forskelligt på fagets tre niveauer i stx. Forskellene omfatter både det faglige indhold, herunder kernestoffet, og kompetencerne, som eleverne skal opnå gennem undervisningen. Hvor C-niveauet primært er almindende, indgår der på B- og A-niveauet såvel almindende som studieforbereende mål og indhold.

Faglige mål

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

Kemifagets faglige mål kan kategoriseres i følgende generelle naturvidenskabelige kompetencer;

- 1. Repræsentations- og modelleringskompetencer**, f.eks. ”relatere observationer, model- og symbolfremstillinger til hinanden” og ”gennemføre beregninger kemiske problemstillinger”.
- 2. Empirikompetencer (eksperimentelle kompetencer)**, f.eks.: ”udføre eksperimenter, tilrettelægge simple eksperimenter” og ”analyse og vurdere eksperimentelle resultater”
- 3. Formidlingsorienterede kompetencer**, f.eks. ”formidle eksperimentelle resultater skriftligt og mundtligt” og ”formidle kemisk viden skriftligt som mundtligt i fagsprog og dagligdagsprog”.

4. Perspektiveringsorienterede kompetencer, f.eks. ”viden om fagets identitet og metoder”, og ”perspektivere faglig viden til fagets selv og samspillet med andre fag”.

Eleverne skal kunne relatere observationer, model- og symbolfremstillinger til hinanden. Dette indebærer, at eleverne lærer at bevæge sig fra mikroniveau til makroniveau og omvendt, således at de er bevidste om, på hvilket niveau de arbejder. Eleverne skal derfor kunne omsætte makroskopiske iagttagelser som farveskift, gasudvikling osv. til en forestilling om, hvad der sker på det molekylære plan, samt f.eks. skrive et tilhørende reaktionsskema, dvs. omsætte til symbolsprog. Det er derfor væsentligt, at kemisk fagsprog, herunder formel- og symbolsprog, indgår i den daglige undervisning, og at eleverne vænnes til udover stofformler også at anvende stofnavne.

Der er foretaget undersøgelser af, hvordan elever kan misforstå og blande beskrivelser på forskellige niveauer sammen, hvis der ikke arbejdes meget konsekvent med at skelne mellem mikro- og makroniveau. Se f.eks. Vivi Ringnes: **Elevers kjemiforståelse og læringsvansker knyttet til kjemibegreber**, Universitetet i Oslo, 1993, samt Vivi Ringnes og Merete Hannisdal: **Kjemi fagdidaktikk (Kjemi i skolen)**, HøyskoleForlaget AS, 2006. Heri nævnes bl.a., at elevernes læring hjælpes godt på vej, hvis man i undervisningen er omhyggelig med at anvende sprog og symboler til at understrege, på hvilket niveau man befinder sig i den faglige samtale.

Eksempel 1:

På mikroniveau: Chloratom, dichlormolekyle og ionen chlorid - henholdsvis med symbolerne Cl, Cl₂ og Cl⁻.
På makroniveau: Gulgrøn chlogas symboliseret ved Cl₂(g).

Eksempel 2:

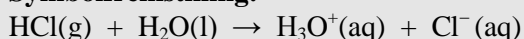
- **Observation:**

Gassen hydrogenchlorid (f.eks. fra afbrænding af PVC) ledes ned i vand, og man påviser med indikator, indikatorpapir eller ved en pH-måling, at opløsningen er sur.

- **Modelforestilling:**

Hvert hydrogenchloridmolekyle afgiver en hydron til et vandmolekyle, og hver gang dannes der oxonium og chlorid. Surhedsgraden (pH) hænger sammen med stofmængdekonzentrationen af oxonium, og derfor bliver opløsningen sur – pH aftager. Reaktionen er en hydronoverførsel.

- **Symbolfremstilling:**



Tæt knyttet til ovenstående mål er målet om at kunne redegøre for sammenhængen mellem stoffers struktur og egenskaber. Dette omfatter både organiske og uorganiske stoffer.

Eleverne skal kunne tilrettelægge og udføre kemiske eksperimenter. Dette indebærer ikke, at eleverne skal kunne opfinde helt nye eksperimenter, men at de f.eks. kan indse, at de har brug for at destillere, og at de har bud på, hvordan dette kan foregå. Elevers selvstændige tilrettelæggelse af eksperimentelt arbejde omfatter kun simple kemiske eksperimenter. Den detaljerede tilrettelæggelse sker i dialog med læreren, også af sikkerhedsmæssige hensyn.

Registrering af data omfatter bl.a. at kunne føre en fornuftig laboratoriejournal. Det kvantificerbare element har en fremtrædende position på A-niveauet, hvilket kommer til udtryk i delmålet om at analysere, vurdere og formidle forsøgsresultater såvel mundtligt som skriftligt. Med analysere menes bl.a. matematiske analyser, f.eks. undersøgelse af, om en række målepunkter følger en bestemt matematisk sammenhæng samt en kobling til et kemisk fænomen. Eleverne skal kunne vurdere de eksperimentelle resultater ud fra forskellige former for baggrundsviden, f.eks. sammenligne resulta-

ter med teoretisk udbytte, tabelværdier eller de forventede resultater. Men der kan også være tale om en vurdering af et datamateriale ud fra en relevant matematisk analyse, hvori it-redskaber inddrages i sammenligningen mellem model og empiriske data. Fortolkninger kommer til udtryk i bl.a. spektroskopi, men kan også omfatte fortolkning af resultater fra simple kvalitative eksperimenter, som f.eks. observationer af affarvning af bromvand.

Eleverne skal ud fra deres kemiske viden kunne indgå i diskussioner om bortskaffelse af kemikalieaffald og passende sikkerhedsforanstaltninger ved eksperimenter. Dette bør sætte eleverne i stand til også at reflektere over, hvordan kemikalier – f.eks. husholdningskemikalier – håndteres i hverdagen. Målet er en del af perspektivering af faget, og da brug af kemikalier (ufarlige som farlige) ikke er begrænset til undervisningen, er det væsentligt, at eleverne opnår viden om håndtering af kemikalier (ikke kun kemikalier, der kræver særlige forholdsregler). Eksempel: Skal 0,1 M CH_3COOH opsamles? På A-niveauet bliver eleverne i stand til selv at kunne opsøge informationer om sikkerhed i forbindelse med eksperimentelt arbejde (R- og S-sætninger, H- og P-sætninger, bortskaffelse af kemikalieaffald).

Eleverne skal kunne indhente, vurdere og anvende information fra forskellige kilder, hvilket betyder, at eleverne kan bruge f.eks. Internettet, aviser, populærvidenskabelige tidsskrifter, varedeklARATIONER, mærkningsdatabasen o.l. til at opnå indsigt i kemifaglige områder. Dette vil sammen med opfyldelsen af de fire sidste faglige mål medføre, at eleverne oplever, at faget kan sættes i relation til andre fag, til omgivelserne o.l. En kemifaglig tekst kan være en tekst af massekommunikativ art, men det kan også være en lærebogstekst.

Elevernes kompetence i forhold til at kunne gennemføre analyser af og beregninger på kemiske problemstillinger og formidle kemisk viden såvel mundtligt som skriftligt opnås naturligvis gennem den samlede undervisning. Men arbejdet med de skriftlige opgaver, som leder frem mod den skriftlige prøve, er central i arbejdet med denne kompetence. I kemi A spiller kvantificeringen af kemi en væsentlig rolle, og det at kunne foretage og forholde sig til beregninger er en vigtig del af det studieforberedende aspekt i kemi A. I forbindelse med forskellige typer af beregninger i kemi arbejder eleverne med matematik i praksis, herunder anvendelse af forskellige it-redskaber. Det er tillige vigtigt, at eleverne bliver i stand til at forstå vigtigheden af kvantificering – også uden for undervisningssituationen.

I arbejdet med kemiske problemstillinger inddrages eksempler på kemiens anvendelse og betydning for samfundet. Med identificere og redegøre for menes, at eleverne sættes i stand til at finde de relevante kemifaglige områder i en given problemstilling og at sætte dem ind i en faglig sammenhæng.

At perspektivere den opnåede faglige viden også i forhold til og i samspil med andre fag er et mål på alle tre niveauer i kemi. Niveauforskellen ligger i kompleksiteten af den opnåede faglige viden samt i de andre mål, hvilket tilsammen betyder, at arten af perspektivering bliver forskellig. Perspektivering sker både inden for faget alene og i forhold til andre fagområder f.eks. de andre naturvidenskabelige fag og samfundsfag.

I alle stx's læreplaner genfindes det faglige mål ”demonstrere viden om fagets identitet og metoder”. Undervisningen i kemi skal derfor på alle niveauer give eleverne en forståelse for kemifagets identitet og metoder, men på de forskellige niveauer vil eleverne opnå en forskellig dybde i viden om fagets identitet og metoder. Kemis genstandsområde er beskrevet oven for i afsnittet om fagets

identitet og formål. På et generelt niveau omhandler fagets metoder, 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. Fagets metoder omhandler også, hvordan den enkelte elevs viden fremkommer. I denne sammenhæng står gymnasiefagets udgangspunkt i videnskabsfaget centralt, bl.a. som det formidles gennem f.eks. lærebøger og skolefagets eksperimentelle tradition. Eleverne skal på den baggrund således kende og forholde sig til både, hvordan den videnskabelige viden og deres egen viden fremkommer, og til videnskabelige og egne arbejdsmetoder. På mere konkret niveau omfatter kemifagets metoder bl.a. fagets mangeartede og forskellige typer af eksperimentelle metoder og teknikker, arbejde med kemiske modeller¹, brugen af kemiens særlige formel- og symbolsprog og arbejde med kemis forskellige beregningsmetoder.

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 udført. På denne måde kan fagets identitet og metoder opbygges med udgangspunkt i en konkret forståelsesramme, og eleverne vænnes til at forholde sig til dem.

Kernestof

Kernestoffet er den del af det faglige indhold i kemi A, som er det minimale fælles stof. Læreplanen for kemi A beskriver forløbet fra 0 → A. Man skal være særlig opmærksom på, at alle kernestoffets områder på A-niveau behandles på hold, hvor der løftes fra B til A-niveau. Samme kernestofområder kan findes på både A og B-niveau, men der kan være forskel på den faglige dybde, som forventes på de to niveauer. Kernestoffet er på A-niveau forholdsvis detaljeret beskrevet, idet det udgør grundlaget for den skriftlige prøve.

Stoffers opbygning

Kendskabet til grundstoffernes periodesystem skal give eleverne en fortrolighed med principperne og systematikken i periodesystemet samt brugen af det. På A-niveau i kemi bør eleverne vide, at Bohrs atommodel ikke er den eneste. I forbindelse med tolkning af IR spektre forventes det bl.a., at eleverne kender til orbitaler dannet ved hybridisering af carbonatomets atomorbitaler.

Stoffers opbygning: Gennem undervisningen får eleverne et godt kendskab til både ionforbindelser og til forskellige typer af forbindelser med elektronparbindinger². Der inddrages såvel simple som sammensatte ioner og forbindelser heraf i et sådant omfang, at eleverne bliver fortrolige med principperne for opbygning og navngivning. Hvad molekylforbindelser angår, inddrages også eksempler på både opbygning og navngivning fra uorganisk og organisk kemi.

Kemisk binding i relation til stoffers opbygning, tilstandsformer og opløselighedsforhold: Konsekvent brug af tilstandsbetegnelserne hjælper eleverne til at se sammenhængen mellem de tre repræsentationsformer: Symbolsproget, modellerne og den observerede virkelighed.

¹ Kemiske modeller kan omfatte en bred vifte af forskelligartede typer modeller. F.eks. modeller bygget ved molekylbyggesæt eller strukturtegninger i it-programmer, modeller i computersimulerings- og -animationsprogrammer og matematiske modeller benyttet i kemiske analyser af empiriske data.

² Visse lærebøger benytter begrebet kovalente bindinger.

Elektronegativitetsbegrebet inddrages med henblik på at give eleverne en forståelse af overgangen mellem bindingstyperne. Eleverne skal opnå forståelse af sammenhængen mellem stoffers indbyrdes blandbarhed og intermolekylære bindinger. I den forbindelse inddrages polære/upolære molekyler samt hydrofile/hydrofobe grupper. Sammenhængen mellem intermolekylære bindinger og fysiske egenskaber skal kendes. Hydrogenbindingens særlige karakter belyses med eksempler fra organisk og uorganisk kemi.

Mængdeberegninger

Eleverne skal være fortrolige med kemisk mængdeberegning, således at de kan foretage stofmængdeberegninger ved inddragelse af reaktionsskemaer. Inddragelse af opløsninger i kemisk mængdeberegning gør det nødvendigt at medtage aktuelle stofmængdekonzentrationer. I kemisk mængdeberegningerne inddrages gasser, dvs. idealgasligningen, total- og partialtryk. Det vil være helt naturligt at knytte stofmængdeberegninger til eksperimentelt arbejde.

Stofkendskab, herunder anvendelse af stofferne

Nomenklatur: Der anvendes systematisk navngivning, som følger **Kemisk Ordbog**³. Generelt skal man i undervisningen være opmærksom på, at der kan være flere navngivningssystemer, som er accepteret af IUPAC, og som derfor principielt kan accepteres som systematisk navngivning i kemifaget. Inden for organisk kemi betyder systematisk navngivning f.eks., at $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ navngives propan-1-ol. Eleverne må gerne benytte programmer til autogenerering af kemiske forbindelsers navne, men i så fald skal disse navne "oversættes" til en navngivning, som følger **Kemisk Ordbog**. Trivialnavne medtages, hvor det er naturligt, og i nogle tilfælde vil det endda være mest naturligt kun at anvende trivialnavne, f.eks. vand.

Udvalget af uorganiske stoffer kan foretages ud fra flere kriterier, f.eks. anvendelse, demonstration af systematik, et vigtigt stof. Det vil være hensigtsmæssigt, at et forløb indeholdende uorganisk kemi kan knyttes til en industriel proces, et stofkredsløb, brugsmetaller, et miljømæssigt problem eller stoffer fra hverdagen. Der udvælges forbindelser af såvel metaller som ikke-metaller. 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. Forbindelserne udvælges, således at den store bredde i de uorganiske forbindelser bliver illustreret.

Organisk kemi: Eleverne skal opnå en grundig viden om de nævnte stofklasser mht. opbygning, funktionelle grupper⁴, navngivning, stoffernes fysiske og kemiske egenskaber, herunder tilknyttede reaktionstyper, samt relevante typer af isomeri. Dobbelt- og tripelbindinger mellem C-atomer betragtes som funktionelle grupper. Det skyldes deres kemiske egenskaber ved at være tæt knyttet til reaktionstyperne addition og elimination, der traditionelt er centrale dele af den gymnasiale kemi-

³ Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg står for en dansk version af IUPAC-nomenklaturen, og udvalget er samtidig ansvarlig for Kemisk Ordbog.

⁴ Løst sagt defineres en funktionel gruppe i gymnasial sammenhæng ved "et atom eller en atomgruppe som er bestemmende for stoffets fysiske og kemiske egenskaber". Dette svarer stort set definitionen i IUPAC's Gold Book (<http://goldbook.iupac.org/>). Der har ofte været rejst tvivl om dobbelt- og tripelbindinger mellem C-atomer skal henregnes til funktionelle grupper eller ej. Flere undervisningsmaterialer har efter gymnasireformen 2005 derfor benyttet begrebet karakteristiske grupper, som erstatning for funktionelle grupper. De to begreber er dog ikke synonyme, da karakteristisk gruppe ekskluderer dobbelt- og tripelbindinger mellem C-atomer, men inkluderer organiske halogenforbindelser, hvilket ikke svarer til funktionelle grupper. Derfor vil funktionelle grupper stadig blive benyttet som betegnelse til beskrivelse af de kemiske strukturer, som ligger til grund for de i læreplanen nævnte stofgrupper.

undervisning⁵. Isomeri omfatter strukturisomeri og stereoisomeri i form af cis-trans isomeri (Z/E isomeri) og spejlbilledisomeri. Det forventes ikke, at eleverne kan navngive peptider, lipider og carbohydrater systematisk. Ved identifikation ved hjælp af IR skal eleverne kunne identificere de vigtigste funktionelle grupper og genkende mættethed/umættethed, men fingeraftryksområdet, dvs området med bølgetal under 1500 cm^{-1} , skal ikke inddrages. Ved identifikation ved hjælp af $^1\text{H-NMR}$ skal eleverne kunne bestemme strukturen af forholdsvis simple molekyler vha. kemiske skift, integralkurve og koblingsmønstret. Ved både IR og $^1\text{H-NMR}$ forventes det, at eleverne kan inddrage relevante tabeller i deres analyser.

Biologisk aktive forbindelser: Der er ikke specifikke krav med hensyn til antallet eller arten af de forbindelser, der skal fokuseres på. Hensigten er, at eleverne får et indblik i nogle biologisk aktive forbindelser. Det kan f.eks. være strukturelle proteiner, enzymer eller RNA/DNA. Der stilles ikke krav om, at bestemte anaboliske eller metaboliske processer (f.eks. citratcyklus, proteinsyntese, DNA syntese) skal inddrages, men det vil være naturligt at vælge en proces, der giver et eksempel på kompleksiteten af biokemiske processer.

Kemiske reaktioner

Der inddrages både homogene og heterogene ligevægte. Eleverne skal være i stand til ud fra givne koncentrationer at beregne ligevægtsbrøken og at afgøre, om der er ligevægt i et system, når ligevægtskonstanten er kendt. De skal desuden – med udgangspunkt i reaktionsbrøk og ligevægtskonstant – kunne beregne koncentrationerne/partialtrykkene, efter indstilling af en ny ligevægt. Eleverne skal desuden kunne argumentere for forskydninger i et ligevægtssystem, både ved hjælp af Le Chateliers princip og ved hjælp af ligevægtsloven.

Termodynamik: Det er ikke hensigten, at der skal bruges megen tid på at udlede formler teoretisk. Det er ”anvendt termodynamik”, der skal behandles. Dvs. at eleverne skal være i stand til at beregne tilvæksten i entalpi, entropi og Gibbs-energi. De skal kende betydningen af fortegnene på de nævnte tilvækster, dvs. exo- og endoterme reaktioner, orden/uorden og reaktionstendens og kunne relatere disse til de tilknyttede kemiske reaktioner. Det er vigtigt at have fokus på forskellen mellem standard- og ikke-standardtilstand. Ud fra termodynamiske data skal eleverne kunne beregne ligevægtskonstanter.

Det vil være naturligt at inddrage elevernes kendskab til matematiske it-redskaber i arbejdet med kemiske ligevægte og termodynamik, specielt til løsning af mere komplicerede kemiske problemstillinger inden for disse faglige områder.

Eleverne skal kunne afstemme redoxreaktioner, og det vil i den forbindelse være oplagt og i langt de fleste tilfælde lettest at inddrage oxidationstal, men det er ikke et krav. Det forventes, at eleverne kender og kan anvende spændingsrækken. Det forventes, at der arbejdes eksempler fra på redoxreaktioner fra både organisk og uorganisk kemi.

Syre-base reaktioner: Eleverne skal kunne foretage beregning af pH i opløsninger af syrer og baser – såvel stærke som ikke-stærke – og i opløsninger fremkommet ved blanding af sure og basiske opløsninger. Puffersystemer omfatter Bjerrumdiagrammer. Brugen af forskellige typer af matematiske hjælperedskaber kan med fordel benyttes af eleverne til beregning af pH i forskellige typer af opløsninger.

⁵ Aromatiske strukturer er ikke medtaget som en del af de funktionelle grupper i den gymnasiale kemiundervisning. Dette skyldes, at der ikke i kernestoffet forventes, at eleverne kender til særlige reaktionstyper knyttet til de aromatiske ringe.

Organiske reaktionstyper: Eleverne skal kunne identificere og beskrive følgende reaktionstyper⁶: Addition, elimination, substitution, kondensation (herunder dannelse af peptider), sur og basisk hydrolyse, reduktion og oxidation herunder forbrænding. Det forventes, at eleverne kan argumentere for en bestemt reaktionstype i forbindelse med et reaktionsskema.

Eleverne skal kunne identificere nulte-, første- og simple andenordens reaktioner, og de skal matematisk kunne behandle hastighedsudtrykkene og deres afledte. I forbindelse med behandling af hastighedskonstantens temperaturafhængighed indføres aktiveringsenergi og Arrhenius ligningen. I forbindelse med aktiveringsenergi behandles katalyse, som f.eks. kan omfatte katalyse i laboratoriet, i industriel produktion, i dagligdagen og i biokemi. Brugen af forskellige typer af matematiske hjælpere kan med fordel benyttes af eleverne til grafisk afbildning og analyse af reaktionsorden.

Eksperimentelt arbejde

Det eksperimentelle arbejde spiller en central rolle i undervisningen, og det forventes, at eleverne opnår et bredt kendskab til kemis eksperimentelle metoder. Der er ikke krav til, at eleverne introduceres til og benytter en bestemt form for chromatografi, så længe metoden benyttes kvantitativt i undervisningen. Det er således ikke tilstrækkeligt at benytte TLC som eksempel på chromatografi. Anvendelsen skal være kvantitativ. F.eks. kan gaschromatografi eller HPLC benyttes som eksempler på chromatografiske metoder, hvor der ikke kun foretages en kvalitativ analyse af en stoffblanding, men også en kvantitativ bestemmelse af indholdet i en stoffblanding.

I forbindelse med arbejdet med kemikalier og sikkerhed er både R- og S-sætninger, som er under udfasning, og de nye H- og P-sætninger nødvendige at inddrage. Dette vil være situationen indtil omkring 2017, hvor kun CLP systemets H- og P-sætninger er aktuelle.

Supplerende stof

Læreplanens kernestof betegner det minimale fælles stof for elever med A-niveau i kemi, og de faglige mål kan ikke opfyldes af kernestoffet alene. Der er ikke afsat en særskilt tidsramme, hvori der skal arbejdes med supplerende stof. Arbejdet med kernestof og supplerende stof kan være integreret i samme tematiske forløb. Det afgørende er, at der sammensættes et forløb af kernestof og supplerende stof, der er en relevant del af det enkelte holds uddannelsesforløb, og som sikrer opfyldelsen af de faglige mål.

Det supplerende stof kan med fordel udvælges, så det giver mulighed for at arbejde med temaer, der er relevante for eleverne. Hvor kemi A er et studieretningsfag, udvælges stoffet i nogle forløb med henblik på samarbejde med andre fag. Eleverne bør inddrages i valget af temaer, mens det udmærket kan være læreren, der udvælger det supplerende stof, som er nødvendigt for at beskæftige sig med temaet. I forbindelse med projekter udvælger de enkelte grupper ofte selv det supplerende stof, som derfor kan være forskelligt fra gruppe til gruppe.

Da A-niveauet er både studieforbereende og almindendannende, omfatter læreplanen mht. supplerende stof kravet om, at kemiens anvendelsesorienterede aspekter tydeliggøres. I mindst et forløb planlægges med fokus på et nyere kemisk forskningsemne. Emnet kan evt. indgå som en perspektive-

⁶ Man skal være opmærksom på, at der kan være forskel på beskrivelsen af reaktionstyper i gymnasiets kemiundervisning, og den eleverne senere møder i kemiundervisning på fx universitetsniveau. Typisk vil der være tale om nuanceringer og begrebsudvidelser på de efterfølgende niveauer af kemiundervisning i forhold til gymnasiets kemiundervisning. Omtale af konkrete eksempler kan findes i evalueringsrapporter af de skriftlige prøver, da det normalt er ved besvarelse af skriftlige opgaver, at problemstillingen med afgrænsning opstår.

ring af kernestoffet, hvorved koblingen mellem kemi som skolefag og som forskningsfag trækkes frem, men også projekter med nyere forskning som tema kan inddrages.

Der vil være forskel på, hvor stor en del af uddannelsestiden det enkelte hold anvender på forskellige dele af kernestoffet.

3. Tilrettelæggelse

Didaktiske principper og arbejdsformer

Fagets faglige mål, kernestof og supplerende stof skal tænkes sammen ved tilrettelæggelsen af undervisningen. Der lægges vægt på at arbejde med tematiske forløb, hvor der f.eks. tages udgangspunkt i kemiske problemstillinger, der viser eleverne kemis betydning for forståelse af deres hverdag og omverden. Herved kan eleverne få kendskab til vigtige kemiske forbindelser og deres egenskaber, og der kan ske en perspektivering af kemien, samtidig med faget bliver anvendelsesorienteret. For at skabe god sammenhæng i undervisningen, kan man med fordel planlægge forløb, hvori kernestof og supplerende stof udgør en integreret faglig helhed. Selvom undervisningen fortrinsvis skal tilrettelægges i tematiske forløb, er det muligt at lave systematiske forløb, hvis dette er mest hensigtsmæssige, f.eks. som optakt til et tema eller ved indførelsen af grundlæggende begreber og metoder.

Mange forskellige arbejds- og undervisningsformer kan bidrage til større aktivitet 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. Undervisningen kan gennemføres med en progression fra høj lærerstyring mod mere elevstyrede aktiviteter.

I det samlede forløb bør man tilstræbe en progression såvel i det teoretiske som i det praktiske eksperimentelle arbejde, men der vil altid forekomme ”flade” perioder uden den store progression.

Kernestof og supplerende stof kan ikke alene dækkes af materiale fra en lærebog. Andre teksttyper og medier indgår i undervisningen, f.eks. avisartikler, populærvidenskabelige artikler, uddrag af fagbøger og fagtidsskrifter, materiale fra Internettet, databaser, tv, film og DVD.

Ved planlægning og evaluering af forløb vil det være hensigtsmæssigt, at lærer og elever diskuterer, hvilke arbejdsformer der bedst fremmer begrebsindlæring og forståelse af de faglige problemstillinger. Det bør tilstræbes, at eleverne opnår en forståelse af deres egen læringsproces. I planlægningen af undervisningen bør den skriftlige dimension medtænkes i de enkelte forløb.

Eksperimentelt arbejde

Både i forbindelse med tematiske forløb og systematiske forløb, spiller det praktiske arbejde i laboratoriet en central rolle. Eleveksexperimenterne kan være tilrettelagt induktivt eller deduktivt. Ved såvel tilrettelæggelsen af elevernes forberedelse af det eksperimentelle arbejde som ved selve afviklingen af det eksperimentelle arbejde bør der tilstræbes variation og progression. Der kan veksles mellem forskellige former for eksperimenter, ligesom der veksles mellem forskellige typer af vejledninger til eksperimenter. Demonstrationseksperimenter kan med fordel anvendes i forbindelse med introduktion til et givet emne eller tema med henblik på at få eleverne til at formulere spørgsmål, der kan danne grundlag for det videre arbejde. Demonstrationseksperimenter kan også danne udgangspunkt for eller evt. erstatte lærebogens tekst. I forbindelse med det eksperimentelle arbejde kan der differentieres i den vejledning, eleverne får til eksperimentets udførelse og til efterbehand-

ling. Eksperimentelt arbejde omfatter også eksperimenter, der er udført i samarbejde med personalet på en virksomhed eller en uddannelsesinstitution.

Eleverne skal opnå gode laboratorievaner og kunne færdes med omtanke og sikkerhedsmæssigt forsvarligt under det praktiske arbejde. Det praktiske arbejde i undervisningen omfatter både elev-eksperimenter, der udføres af eleverne individuelt eller i grupper, og demonstrationseksperimenter, der udføres af læreren. Demonstrationseksperimenter og virtuelle eksperimenter er ikke omfattet af elevernes eget selvstændige eksperimentelle arbejde. En del af eksperimenterne kan afvikles som mikroskalakemi, som med fordel kan indgå i forbindelse med diskussioner vedrørende risiko- og sikkerhedsforhold, herunder håndtering af kemikalieaffald. Risiko- og sikkerhedsforhold inddrages i undervisningen, herunder håndtering af kemikalieaffald.

”Kogebogsopskrifter” kan især være nyttige i begyndelsen af forløbet, og desuden er nøjagtige forskrifter nødvendige, hvis der skal laves synteser o.l. Der bør dog være en progression i det eksperimentelle arbejde, således at eleverne opnår større selvstændighed i forbindelse med forskellige aspekter af eksperimentelt arbejde. Ved tilrettelæggelsen af elevernes forberedelse til det eksperimentelle arbejde kan der med fordel tilstræbes en variation og progression, således at øvelsesvejledninger skifter karakter fra kogebogsopskrifter til eksperimentelle opgaver, hvortil der udleveres mere kortfattede vejledninger.

Der skal arbejdes med såvel kvalitative som kvantitative eksperimenter, og nogle af eksperimenterne skal omfatte reproducerbare og nøjagtige målinger. Ved udvælgelsen af eksperimenter vil det være hensigtsmæssigt, at eleverne får mulighed for at stifte bekendtskab med moderne apparatur, eventuelt ved besøg på laboratorier uden for skolen.

For at tilgodese perspektiveringen af faget kan en del af det eksperimentelle arbejde tage udgangspunkt i dagligdagens kemi (fødevarer, husholdningskemikalier, gødningsstoffer, medicin eller lignende), mens en anden del af det eksperimentelle arbejde kan tage udgangspunkt i analysemetoder, som eleverne vil kunne genfinde i en erhvervmæssig anvendelse af faget.

Det er vigtigt, at man i forbindelse med udarbejdelse af holdets årsplan indtænker arten af placering af det eksperimentelle arbejde. Ligeledes er det vigtigt at være opmærksom på, at eksperimentelt arbejde indgår i alle forløb, såvel enkelt- som flerfaglige, på en sådan måde, at der kan stilles eksamensopgaver inden for alle forløb.

Risiko- og sikkerhedsforhold

Ved eksperimentel undervisning i kemi vil der altid være risiko for ulykker, og derfor er der givet en række regler, som skal minimere risikoen for, at elever eller lærere kommer til skade under arbejdet. Den bedste sikring mod skader og ulykker er, at læreren har indgående viden om hvilke risikomomenter, der kan opstå under det eksperimentelle arbejde samt, at læreren ved, hvilke sikkerhedsforanstaltninger der kan tages i den konkrete situation.

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 (Lovens §2 stk. 3). "Elevs praktiske øvelser af arbejdsmæssig karakter" er f.eks. omfattet heraf, hvorimod eleverne ikke er omfattet af arbejdsmiljøloven, når de modtager teoretisk undervisning.

Arbejdstilsynet skriver i ”At-meddelelse nr. 4.01.9” 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.”

Regelsættet, der regulerer eksperimentelt arbejde i kemi, er meget omfattende, bl.a. fordi der findes detaljerede regler for indretning og brug af laboratorier og for indkøb, opbevaring og brug af kemikalier. Ansvar for, at reglerne overholdes, er fordelt på arbejdsgiveren, den lokale sikkerhedsgruppe og på de enkelte lærere. På en række hjemmesider kan findes informationer om forskellige aspekter af regelsættet om eksperimentelt arbejde i gymnasieskolen. Her skal primært henvises til hjemmesider tilknyttet Dansk Center for Undervisningsmiljø, Branchearbejdsmiljørådet og Arbejdstilsynet. Links til hjemmesiderne findes sidst i dokumentet.

Dansk Center for Undervisningsmiljø (DCUM) er et videnscenter, der skal medvirke til at sikre og udvikle et godt undervisningsmiljø på f.eks. uddannelsessteder⁷. Hjemmesiden har omtale af vigtige aspekter ved eksperimentelt arbejde i gymnasieskolen og henvisninger til diverse bekendtgørelser, se f.eks. under ”Tema/sikkerhed/” om ”Stoffer og materialer” og ”Praktiske øvelser” (links findes sidst i dokumentet).

Branchearbejdsmiljørådet – Undervisning og forskning, udgav i 2012 publikationen ”Når klokken ringer - Branchevejledning til grundskolen og det almene gymnasium”, som bl.a. omtaler relevante regler for brug af kemikalier og indretning af undervisningslaboratorier mm. I publikationen findes også henvisninger relevante bekendtgørelser, vejledninger mv (links findes sidst i dokumentet).

Kemikalier, som benyttes i den gymnasiale kemiundervisning, er omfattet af lovgivningen om udarbejdelse af arbejdspladsbrugsanvisninger, mærkning med videre. I denne forbindelse er der udarbejdet en kemikaliedatabase specielt rettet mod de gymnasiale uddannelser, som skolerne kan abonnere på. **Kemikaliedatabasen** er opdateres af Koncern HR, Fysisk Arbejdsmiljø, under Region Midtjylland. Links til kemikaliedatabasen kan findes via EMU’en (links findes sidst i dokumentet).

Alle kemilærere bør have et indgående kendskab til:

- ”Elevs praktiske øvelser på de gymnasiale uddannelser. At-meddelelse nr. 4.01.9.” (www.at.dk/sw6163.asp)
- ”Arbejdsmiljøvejviser 48, Undervisning” – 2008 (www.at.dk/sw61278.asp)

Kemilærere bør endvidere have kendskab til følgende regler og nyttige links som vedrører arbejde med kemikalier (de tre første referencer kan findes via Arbejdstilsynets hjemmeside, www.at.dk):

- ”At-vejledning C.0.1 om grænseværdier for stoffer og materialer”, august 2007
- ”At-vejledning C.1.3 om arbejde med stoffer og materialer”, februar 2003

⁷ DCUM er en statslig institution hørerende under Undervisningsministeriet, men DCUM udfører sin virksomhed uafhængigt af ministeren.

- ”Bekendtgørelse om foranstaltninger til forebyggelse af kræfttrikoen ved arbejde med stoffer og materialer”, Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 908 af 27. september 2005
- Med hensyn til klassificering, mærkning, liste over uønskede stoffer med videre henvises til Miljøstyrelsens hjemmeside (www.mst.dk). Relevante informationer kan findes både under indgangen ”Virksomhed og Myndighed” og ”Borger”.
- Giftlinjen: Hjemmeside og landsdækkende telefonrådgivning med råd og hjælp i tilfælde af forgiftning, <http://www.bispebjerghospital.dk/giftlinjen/forside/>.

Udadrettede aktiviteter

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 - f.eks. inden for miljø - i samfundet. Besøg på produktionsvirksomheder, miljøanlæg, analyselaboratorier, samt anvendelse af gæstelærere kan være med til at skabe sammenhæng mellem fagets faglige indhold og praktiske/teknologiske anvendelser. Besøg er en integreret del af undervisningen og må sikres for- og efterbehandling.

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. Mundtligt og skriftligt arbejde er i høj grad med til at styrke den faglige forståelse.

De mundtlige genrer i kemiundervisningen omfatter hovedsageligt:

- samtale, diskussion
- elevoplæg, foredrag
- referat, resumé.

For at træne eleverne i at formulere sig anbefales det, at eleverne opøves til at formulere sig i hele sætninger, hvori der inddrages faglige argumenter. Samtale dækker ikke blot over lærer-elev samtale men også elev-elev samtale, f.eks. i form af summe grupper eller ved at en elev fremlægger dagens lektie. Det er vigtigt i den daglige undervisning at træne brugen af kemisk fagsprog og fagudtryk.

Se i øvrigt **Det talte kemisprog**, UVM, 1998 (link findes i afsnit 5).

Elevernes studieforbereende skrivekompetencer

Tilrettelæggelsen af det skriftlige arbejde i kemi skal både tænkes sammen med retningslinjerne i stx-bekendtgørelsens bilag 4, Elevernes studieforbereende skrivekompetencer, og den enkelte skoles progressionsplan vedrørende elevernes studieforbereende skrivekompetencer.

Eleverne skal arbejde med forskellige skriftlige genrer herunder journaler, rapporter, skriftlige opgaver og opgaver i samspil med andre fag samt andre produkter. Disse genrer kan betragtes som typer af formidlingsskrivning. I den skriftlige dimension kan tænkeskrivning endvidere indgå, som en del af undervisningen.

For løsning af skriftlige opgaver, rapporter og lignende gælder, at det færdige produkt henvender sig til en person, der har faglige forudsætninger svarende til elevens egne, mens det ved andre typer af formidlingsopgaver kan henvende sig til specifikt definerede målgrupper (klassekammerater, børnehavebørn eller lignende).

De skriftlige opgaver: På A-niveau er skriftlig kemi en del af prøven ved studentereksamen og udgør således en selvstændig disciplin i faget. Det kvantitative aspekt og kemiske modelforestillinger indtager en central plads i de færdigheder, som forventes opnået ved opgaveløsningen. Ved sammensætningen af elevernes hjemmeopgaver er det vigtigt, at der indgår træningsopgaver i det behandlede stof, opgaver af repeterende art og opgaver, der træner eleverne i naturvidenskabelig argumentation i mere sammenhængende tekstform. I takt med den øvrige undervisning skal der tilstræbes en passende progression i de opgaver, der stilles til eleverne.

En opgave kan f.eks. stilles på grundlag af

- en kemisk problemstilling beskrevet med kemisk symbolsprog, ord og figurer
- et sæt måleresultater fra et eksperiment
- en artikel fra et tidsskrift eller en avis

I en besvarelse af en opgave skal elevernes tankegang fremgå tydeligt. Derfor skal eleverne vænnes til at skrive forklarende tekst i besvarelserne, hvor det skønnes nødvendigt. Ud over kravene til numerisk korrekthed og korrekte afstemte reaktionsskemaer med angivelse af tilstandsformer kan der stilles krav om strukturformler samt forklarende tekst (kommentarer) til en beregnet størrelse. Det er vigtigt konstant at arbejde med elevernes talforståelse i kemi, som f.eks. brug af betydende cifre og enheder. Det er ikke hensigtsmæssigt, at en besvarelse indeholder en afskrift af opgavens ordlyd. I undervisningen kan det anbefales at veksle mellem forskellige former for opgavegennemgang, for at så mange som muligt får udbytte heraf. I opgaverne til den afsluttende skriftlige prøve anvendes en række typeord. Eleverne bør i deres daglige undervisning trænes i forståelse og brug af disse typeord (listen på findes UVM hjemmeside: <http://www.uvm.dk/Uddannelser-og-dagtilbud/Gymnasiale-uddannelser/Studieretninger-og-fag/Fag-paa-stx/Kemi-stx> eller i evalueringsrapporter fra de skriftlige prøver). Endvidere er det vigtigt at træne eleverne i en hensigtsmæssig brug af diverse it-redskaber, som kan benyttes i kemi, fx matematiske redskaber og it-baseret tegneprogrammer.

Journaler og rapporter: Det eksperimentelle arbejde bør altid efterbehandles. Det anbefales, at eleverne under det eksperimentelle arbejde fører laboratoriejournal over deres iagttagelser, måleresultater samt bortskaffelse af kemikalieaffald i form af præcise notater. Det er ikke altid helt indlysende for eleverne, hvorfor og hvordan man skriver sine iagttagelser ned, således at de bliver forståelige og brugbare ved en senere lejlighed.

I forbindelse med det eksperimentelle arbejde udfærdiges et antal rapporter, der tager udgangspunkt i laboratoriejournaler. Da eksperimenter er meget forskellige, er det ikke hensigtsmæssigt at udfærdige rapporter efter én bestemt skabelon men i stedet at gøre eleverne opmærksom på, at en rapport bør indeholde tre grundlæggende elementer:

- en problemformulering/ et formål
- en dokumentation
- en konklusion

Andre skriftlige produkter, der kan indgå i undervisningen, er f.eks. pjecer, plancher, artikler, hjemmesider, diaspræsentationer, talepapir og disposition til mundtlige oplæg og projektrapporter.

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 delelementer, som eleverne f.eks. kan arbejde med i par eller grupper, og tilret-

telægge det skriftlige arbejde i undervisningen, så der er mulighed for vejledning undervejs og i visse tilfælde mulighed for genafleveringer.

Det er vigtigt, at der i det skriftlige arbejde i kemi udover fokus på det faglige indhold også fokuseres på elevens skriftlige formidling, herunder sproglig korrekthed mm. Skriftligt arbejde i kemi A kan derudover især bidrage til at styrke skrivekompetencer i at anvende og inddrage af faglig argumentation, citater, figurer, tabeller, mm.

De forskellige skriftlige genrer i kemi kan endvidere være med til at forberede elever på de krav til faglig formidling, som forventes ved skrivning af studieretningsopgave eller studieretningsprojekt, hvori kemi indgår. Dette er vigtigt i forhold til træning af elevernes studieforberedende skrivekompetencer.

Tænkeskrivning anvendes i undervisningen til at afdække forståelsesproblemer inden for et fagligt område. Opgaver i tænkeskrivning kan f.eks. foregå som:

- hurtigskrivning
- brainstorming, begrebskort, mindmaps
- registreringsskrivning (Hvad ved jeg? Hvad tror jeg, jeg ved? Hvad ved jeg ikke?)
- forudsig-iagttag-forklar (FIF-opgave)

Tænkeopgaver kan også bruges til den løbende evaluering af undervisningen.

Inspiration til at benytte (ny) skriftlighed, som en del af undervisningen i kemi, kan findes i f.eks. ”Inspirationshæfte til skriftlighed i kemi” (2013) og ”Processkrivning i kemi” (Gymnasieafdelingen 1995), links findes sidst i dokumentet.

It

Der er mangeartede muligheder for at inddrage it-værktøjer i kemiundervisningen, som giver en faglig og pædagogisk fordel. F.eks. forskellige trænings- og tegneprogrammer, animationer, regneark, strukturanalyseprogrammer, dataopsamling og –behandling ved eksperimentelt arbejde, spil med en faglig vinkel, elektronisk søgning i databaser og på Internettet, webbaserede mindmaps, matematikprogrammer, online eksperimenter eller webbaseret it-værktøjer til samarbejde mellem elever. Eleverne skal kunne anvende et bredt udvalg af it-værktøjer, og der sker en progression fra helt simple anvendelser til en mere omfattende udnyttelse af mulighederne. Fagets skriftlige dimension stiller krav om formidling af kemifaglig information, og i den forbindelse vil de forskellige it-færdigheder naturligt indgå. I forhold til den del af fagets skriftlige dimension, som fører frem til den skriftlige prøve, kan det være en fordel så tidligt som muligt at arbejde med, at eleverne benytter deres it-værktøjer fra fx matematikundervisningen i behandling af kemifagets kvantitative aspekter, og at de bliver bekendte og fortrolige med anvendelsen af fx it-baseret tegneprogrammer ved opskrivning af kemiske strukturer.

Inspiration kan findes via links i oversigten i afsnit 5.

Samspil med andre fag

Kemi har fagligt og metodiske berøringsflader med mange af de øvrige gymnasiefag, og der er utallige muligheder for, at faget kan indgå i samspil med andre fag. Samspillet kan omfatte andre studieretningsfag, obligatoriske fag og valgfag, hvor det er muligt.

Almen studieforberedelse

Forløb i almen studieforberedelse tager udgangspunkt i læreplanen for almen studieforberedelse.

Ved forløb i almen studieforberedelse, der inddrager kemi, bør det faglige mål om at kunne demonstrere viden om fagets identitet og metoder stå centralt. I den sammenhæng vil det være oplagt at indtænke det eksperimentelle arbejde, f.eks. med det sigte, at eleverne kan forholde sig til deres eget og andres eksperimentelle arbejde. Man kan også være opmærksom på de muligheder et emne giver for at perspektivere elevernes kemifaglige viden f.eks. i forbindelse med kemiens betydning for samfundet og dets teknologiske udvikling.

Studieretningsforløb

Når kemi A indgår i et studieretningsforløb indgår faget også i samspil med de andre studieretningsfag. Her kan det være en fordel at gøre sig målene med det faglige samspil klart. Nogle forløb kan have til formål at indlære nyt stof, der også trækker på viden fra andre fag, mens andre forløb kan have til formål at perspektivere elevernes kemifaglige viden.

Studieretningsprojekt

Studieretningsprojekter tager udgangspunkt i læreplanen for studieretningsprojektet.

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

4. Evaluering

Løbende evaluering

Formålet med den løbende evaluering er dels at give eleverne mulighed for at vurdere eget niveau i forhold til de faglige krav og dels at give eleverne og læreren mulighed for at vurdere undervisningens form og indhold. Evalueringen benyttes som baggrund for justering af elevernes egen indsats og for justering af undervisningens tilrettelæggelse. Screeninger af såvel teoretisk som eksperimentel art og faglige tests kan indgå i evalueringen. Elevens progression mht. eksperimentelle kompetencer inddrages i den løbende evaluering.

Den skriftlige årskaracter gives på grundlag af de rettede og kommenterede skriftlige opgaver. Den mundtlige årskaracter gives på grundlag af andet arbejde, såvel mundtligt som skriftligt.

Evaluering af undervisningen tilpasses den enkelte skoles evalueringsplan.

Prøveformer: Generelt

På A-niveau afholdes en skriftlig og en mundtlig prøve. I forbindelse med prøverne er det vigtigt både at være orienteret i de generelle bestemmelser for afholdelse af prøver og de specielle for det enkelte fag. De generelle bestemmelser findes beskrevet i eksamensbekendtgørelsen, link findes i links oversigten sidst i vejledningen. De specielle bestemmelser for kemi A, findes i læreplanen for kemi A.

Den skriftlige prøve

Den skriftlige prøves varighed er 5 timer. Opgavesættet udarbejdes centralt, og der stilles opgaver inden for kernestoffet. Tidligere opgavesæt til den skriftlige prøve i kemi kan give inspiration til forberedelsen af eleverne til den skriftlige prøve⁸. Der tages udgangspunkt i, at eleverne har matematik på B-niveau. II evalueringsrapporterne af de skriftlige prøver gives udmeldinger og gode råd til forventninger til elevernes besvarelser af de skriftlige opgaver. Vejledende opgavesæt, evalueringsrapporter og tidligere opgavesæt til den skriftlige prøve i kemi: Se links i oversigten.

Den mundtlige prøve: Generelt

For Kemi A er der to mundtlige prøveformer, prøveform a) og prøveform b). Skolen vælger for det enkelte hold mellem de to prøveformer, men det vil være naturligt, at lærer og elever tages med på råd.

Prøvegrundlaget for den mundtlige prøve er den samlede undervisningsbeskrivelse frem til det afsluttende niveau. For et valghold på A-niveauet betyder det, at der eksamineres efter A-niveauets faglige mål, som er opnåede ved en kombination af tidligere forløb og undervisningen på valgholdet. For valghold udformes en undervisningsbeskrivelse, der beskriver løftet. Denne beskrivelse udgør sammen med den undervisningsbeskrivelse, den enkelte elev medbringer fra den forudgående undervisning, grundlaget for den afsluttende prøve. Læreren kan undtagelsesvis tilbyde en samlet beskrivelse for hele forløbet frem til det afsluttende niveau, men i så fald kan den enkelte elev vælge at bruge sin egen undervisningsbeskrivelse for den forudgående undervisning. Undervisningsbeskrivelsen bør udformes, så den er informativ og overskuelig for både elever og censor.

Eksamensopgaverne til den mundtlige prøve skal dække undervisningsbeskrivelsen for det samlede forløb. Det er ikke et krav, at stof fra hvert eneste forløb indgår i opgaverne, men alle områder af kernestoffet skal være tilgodeset i dem. Der kan f.eks. forekomme eksperimentelt arbejde, som efter lærerens vurdering ikke er velegnet til den mundtlige prøve på A-niveau, f.eks. eksperimentelt arbejde udført tidligt i det samlede undervisningsforløbet, men som gør det vanskeligt for en elev på A-niveau at leve op til fagets faglige mål. Sådanne arbejder kan udelades til den mundtlige prøve, så længe kernestoffet og undervisningsbeskrivelsens faglige indhold er dækket af de valgte eksperimentelle arbejder og det bagvedliggende teoretiske stof. Ofte vil indholdet i undervisningen på et valghold være egnet til, at opgaverne til prøven tager udgangspunkt i det faglige indhold fra valgholdet, men metoder og problemstillinger fra den forudgående undervisning skal indgå på en sådan måde, at de væsentlige aspekter af undervisningen på det forudgående niveau naturligt indgår i prøven. Eksempelvis indgår i kemi stofmængdeberegning som kernestof på alle niveauer, og det anvendes i mange forskellige sammenhænge i opgraderingen fra B til A. En opgave kan tage udgangspunkt i f.eks. et eksperiment, som er udført i forbindelse med opgraderingen. Kemisk mængdeberegning indgår i den teoretiske side af eksperimentet, og eksaminanden bliver således prøvet i anvendelsen af stofmængdeberegning. Ved et løft fra B til A, vil der dog typisk også være områder,

⁸ Inspiration kan endvidere også findes i de to vejledende opgavesæt fra maj, 2007.

som er afsluttede på B-niveauet, og som ikke kan inddrages i det samlede opgavesæt, hvis der kun tages udgangspunkt i det faglige indhold fra valgholdet. I sådanne tilfælde må udgangspunktet for en opgave være i forløbet/forløbene fra 0 til B. Det gælder for både teoretisk stof og for eksperimentelt arbejde.

For prøveform a) skal en opgave forstås, som en kombination af teoretisk stof, et tilknyttet eksperimentelt arbejde og bilag. For prøve b) skal en opgave forstås, som en kombination af et kendt eksperiment og en teoretisk delopgave. Der skal være så mange opgaver, at den sidste eksaminand har mindst fire opgaver at vælge imellem. Den enkelte opgave må højst bruges to gange på samme hold. Som regel vil det være muligt at undgå genbrug ved f.eks. at koble teori og eksperimenter på forskellige måder. Genbrug af opgaver kan dog være nødvendigt på store hold. Opgaverne fordeles ved lodtrækning, og alle trækningsmuligheder skal fremlægges ved prøvens start (eksamensbekendtgørelsen §12, Stk. 4.). Det betyder, at hvis prøven f.eks. strækker sig over to dage, må eksamensopgaver, der har været benyttet på første dag, ikke lægges tilbage i bunken af opgaver, der kan trækkes på anden prøvedag.

Opgaverne med bilag og eventuelt andet materiale sendes til censor mindst 5 hverdage før prøvens afholdelse, medmindre særlige forhold er til hinder herfor (eksamensbekendtgørelsen §12, Stk. 4.). Det er god praksis, allerede ved eksamensplanens offentliggørelse at kontakte censor for at aftale nærmere om udveksling af opgaver mv., samt at sende opgaverne til censor i så god tid som muligt, således at censor har en reel mulighed for at gennemse opgaverne inden offentliggørelsen. Endvidere bør censor også give en tilbagemelding til eksaminator så hurtigt som muligt, således at offentliggørelsen til elever kan foregå på en måde, der giver eleverne mulighed for at benytte opgaverne i deres forberedelser. Censor skal ikke godkende eksamensopgaverne, men censor kan henstille til eksaminator, at opgaver udelades, ændres eller tilføjes, såfremt der efter censors vurdering er mangler ved den enkelte opgave eller det samlede sæt af opgaver. Ofte vil det være god ide at tage en konstruktiv dialog ved sådanne henvendelser. Såfremt der fortsat er uenighed mellem censor og eksaminator henvises til bestemmelserne i eksamensbekendtgørelsen.

Eksaminanderne skal inden prøven kende opgaver uden bilag ved prøveform a) og eksperimenter og de teoretiske delopgaver, men ikke kombinationen af disse ved prøveform b). Offentliggørelsen bør være i så god tid inden prøven, at eksaminanderne eventuelt kan stille afklarende spørgsmål til eksaminator. Der aftales en procedure med eksaminanderne om, hvorledes offentliggørelsen skal foregå. Udleveres opgaveskitser uden bilag til eksaminanderne inden censor har haft disse til gennemsyn, må det understreges overfor eksaminanderne, at censors kommentarer kan føre til ændringer i de endelige eksamensopgaver. Det aftales med eksaminanderne, hvordan de endelige eksamensopgaver vil tilgå dem.

Forud for den mundtlige prøve er der mulighed for apparaturfremvisning, hvis skolen vælger at dette skal indgå i forberedelsen til prøven. Ved apparaturfremvisningen får eleverne mulighed for at besigtige det apparatur, der skal inddrages under prøven.

Eksaminanderne må medbringe alle hjælpemidler ved såvel forberedelse som eksamination, dog er brug af kommunikation med andre, herunder brug af internet, mobiltelefon og andet lignende udstyr ikke tilladt ved prøven i kemi (se eventuelt Råd og vink til eksamensbekendtgørelsen, side 3).

Eksamensopgaverne udformes normalt som en kort beskrivelse af et område efterfulgt af en række stikord, hvoraf nogle kan være bindende og andre kun vejledende. Det er vigtigt, at dele af opgaven giver eksaminanden mulighed for selv at udvælge fokusområder og tilrettelægge besvarelsen. Opgaverne har normalt en sådan størrelse og bredde, at eksaminanderne næppe kan forventes at inddrage alle stikord og forslag under eksaminationen. Det er vigtigt at pointere, at der ikke er nogen fast skabelon for, hvordan eksamensopgaver i kemi skal udformes.

Eksaminationen må ikke have form af en enetale fra eksaminandens side. Eksaminator skal sørge for et stykke inde i eksaminationen at inddrage eksaminanden i en egentlig faglig samtale, men det må ikke medføre, at eksaminanden forhindres i en selvstændig præstation. Samtalen skal sikre, at eksaminanden får lejlighed til at vise hele sin viden og forståelse, og at eventuelle mangler i viden og forståelse afdækkes, således at der dannes et sikkert og nuanceret grundlag for bedømmelsen af præstationen. Det er derfor ikke rimeligt at lade en meget dygtig eksaminand holde enetale eller at lade uklare udtalelser fra en eksaminand passere upåtalet.

Specielt om prøveform a)

Eksamensopgaverne dækker både teori og eksperimentelt arbejde – elev eksperimenter og/eller demonstrationseksperimenter - hvorfor der skal eksamineres i begge dele. Dette gælder også, selv om eksaminanden ikke har udført eller overværet eksperimentet eller afleveret en eventuel rapport over eksperimentet. Der eksamineres ikke i en rapport, men i forståelsen af det eksperimentelle arbejde. På A-niveau vil det være mest naturligt at benytte eksperimenter, som eleverne selv har udført, men det er ikke et krav, at der er skrevet en rapport over eksperimentet.

Eksperimentelt udstyr, tilknyttet det eksperimentelle arbejde eksaminanden har trukket, skal inddrages ved eksaminationen. Det kan være hensigtsmæssigt, og det anbefales i høj grad, at have to opstillinger til samme eksperiment, hvis eksperimentet indgår i flere opgaver. Under eksaminationen skal relevant apparatur og relevante kemikalier være til rådighed i den udstrækning, det er muligt, og i forberedelsen har eksaminanden, i den udstrækning det er praktisk muligt, adgang til relevant apparatur og relevante kemikalier. Hvis et apparat kun findes i ét eksemplar, bør eksaminator og censor forud for prøven have aftalt en fremgangsmåde for det tilfælde, at to eksamensopgaver, der inddrager dette apparatur, trækkes umiddelbart efter hinanden. Eksaminanderne bør inden sidste undervisningstime være orienteret om, hvilke apparater de evt. ikke har til rådighed i forberedelsestiden eller under eksaminationen – f.eks. en gaschromatograf, som ikke kan flyttes. Den teoretiske baggrund for eksperimentet er vigtig, men det er også vigtigt, at beskrivelsen af den praktiske udførelse og fortolkningen af de eksperimentelle resultater får plads.

Den enkelte eksamensopgave skal indeholde et bilagsmateriale, som skal inddrages i forbindelse med eksaminationen. Bilagsmaterialet må gerne have indgået i holdets undervisning, men det kan også være ukendt. Bilagsmaterialet kan f.eks. bestå af data eller figurer i tilknytning til et eksperiment, der har udgangspunkt i en kendt metode. Det kan f.eks. også være en kort tekst, tabel, figur med en kemisk problemstilling eller et billede. Bilagsmaterialet kan bestå af kombinationer af sådanne materialer. Det er ikke hensigtsmæssigt at vedlægge deciderede regneopgaver som bilag, da eksaminanden ikke skal anvende forberedelsestiden på at regne opgaver. Det er heller ikke hensigten, at vejledninger til eksperimenter, som eksaminanden selv bør have, skal fungere som bilag. Bilagsmateriale skal være af begrænset omfang, således at eksaminanden har en reel mulighed for at sætte sig ind i materialet på den givne forberedelsestid, og således at eksaminanden ikke fratages muligheden for at disponere eksamensopgaven selvstændigt. Et bilagsmateriale må heller ikke være så stort, at opgaven bliver så bred, at eksaminanden kan inddrage hvad som helst. Ved et større bi-

lagsmateriale forventes det ikke, at hele bilagsmaterialet inddrages under eksaminationen. Bilaget udleveres til eksaminanden, når forberedelsen påbegyndes.

Specielt om prøveform b)

Den praktiske del:

Eksaminanderne skal udføre hver sit eksperiment inden for ca. 2 timer. Det nødvendige eksperimentelle udstyr er til rådighed, og under den praktiske prøve har eksaminanden fuld adgang til normale hjælpemidler såsom vejledninger, databøger, m.v.. Eksaminanden har også adgang til egne rapporter, journaler og noter i tilknytning til det aktuelle eksperiment. Det er god praksis at udlevere vejledningen/vejledningerne til eksperimentet sammen med eksamensopgaven. Eksaminator og censor færdes blandt eksaminanderne for gennem samtaler om det konkrete eksperiment og tilhørende teoretiske grundlag at danne sig et samlet indtryk af den enkelte eksaminands standpunkt. Der kan ikke dispenseres fra et maksimum på 8 eksaminander pr. dag.

Den teoretiske del:

I umiddelbar forlængelse af den praktiske prøve afholdes en særskilt eksamination i opgavens teoretiske del. Der eksamineres (inkl. votering) 3 eksaminander i timen. Eksamensopgaven skal være så bredt udformet, at eksaminanden har mulighed for selv at disponere fremlæggelsen. Der er ikke krav om, at opgaverne til den teoretiske del indeholder bilagsmateriale.

Bedømmelseskriterier: Den skriftlige prøve

Ved bedømmelsen af den skriftlige prøve lægges der vægt på, at eksaminanden er i stand til at anvende relevant kernestof og relevante metoder i besvarelsen af de givne problemstillinger, og at tankegangen fremstår klart ved anvendelsen af fagsprog, grafer, figurer, modeller, beregninger, it-værktøjer og forklarende tekst. Eksaminandens talforståelse i form af brug af betydende cifre og enheder indgår også i bedømmelsen. Ved brug af it-redskaber, herunder matematiske it-programmer, skal dokumentationen også være af en sådan karakter, at eksaminandens tankegang er forståelig uden specifikt kendskab til disse it-redskaber. Det er f.eks. vigtigt, at opskrivning af kemiske formler for kemiske forbindelser, brug af symboler for kemiske begreber og enheder følger kemis definitioner (fagsprog) og ikke it-redskabernes umiddelbare brug af symboler mm. Ved navngivning af kemiske forbindelser lægges systematisk navngivning, som følger **Kemisk Ordbog**, 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.

Bedømmelseskriterier: Den mundtlige prøve

Det kan ikke forventes, at den enkelte eksamensopgave ved den mundtlige prøve lægger op til en ligelig inddragelse af alle de faglige mål. Ved bedømmelsen af eksaminandens præstation er det vigtigt at hæfte sig ved det, eksaminanden faktisk kan og ikke udelukkende være fokuseret på ”fejl og mangler”. Ved bedømmelsen har helhedsvurderingen større vægt end detaljen. Det er vigtigt at kunne skelne mellem en overfladisk og en mere dybtgående besvarelse af eksamensopgaven og kunne skelne mellem sjuskefejl og egentlige forståelsesfejl. Det er derfor vigtigt at være opmærksom på det positive, og det er ikke rimeligt at trække ned hver gang, der forekommer en fejl. Der



gælder, at oplæsning fra notater, bøger, powerpoint og lignende ikke tæller positivt i bedømmelsen, mens det vil være i orden at inddrage relevante grafer, figurer og tabeller fra rapporter eller andet materiale. I prøveform b) fremkommer karakteren ikke som et gennemsnit af delkarakterer. Ved bedømmelse af eksaminandens samlede præstation må de enkelte færdigheder afvejes for at nå frem til helhedsvurderingen.

Se afsnit 6 for vejledende karakterbeskrivelser.

Eksempler på prøveopgaver

Nedenfor er givet eksempler på eksamensopgaver. Eksemplerne viser forskellige måder at udforme eksamensopgaverne på, men det er vigtigt at slå fast, at der i kemi A ikke er en fast skabelon for, hvordan eksamensopgaverne skal udformes, og at eksemplerne ikke er normative. Det er vigtigt at huske på, at opgaveteksten, som eksaminanderne har kendskab til før forberedelsen, ikke omtaler indholdet af bilaget. I eksemplerne nedenfor er teksten kun medtaget for at vise eksempler på et muligt indhold af bilaget.

Opgaver til prøveform a) uden eksperimentel del

1. Acetylsalicylsyre

Eksperiment: ”Kvantitativ analyse af aspirin ved forskellige metoder”.

Stikord: Opbygning af acetylsalicylsyre, funktionelle grupper, virkemåde, syre-baseforhold, IR, NMR, opløselighedsforhold, syntese.

Andre eksperimenter, der illustrerer egenskaberne for acetylsalicylsyre, må gerne inddrages i gennemgangen. Du skal inddrage bilaget.

Bilag: Figur med membranligevægte for acetylsalicylsyre og acetylsalicylat.

2. Vands hårdhed

Med udgangspunkt i en gennemgang af eksperimentet ”Vands hårdhed” skal du redegøre for, hvorledes man i praksis kan bestemme vands hårdhed. I din gennemgang skal du inddrage nogle af nedenstående stikord. I besvarelsen skal du inddrage bilaget.

Stikord: Beregning af forskydning, kompleksligevægt, ligevægtsloven, opløselighedsprodukt, temperatur, reaktionsbrøk, ligevægtsforskydning, tryk, Le Chateliers princip, heterogen ligevægt.

Bilag: Tabel over vand hårdhed i Danmark (angivet i hårdhedsgrader).

3. Bioethanol

Du skal give en beskrivelse af de organiske stofgrupper alkoholer, aldehyd og keton, beskrive fremstillingen af bioethanol og forklare, hvorledes gaschromatografi kan benyttes som kvantitativ metode. Du skal i din besvarelse inddrage det eksperimentelle arbejde: Ethanolbestemmelse ved gaschromatografi. I besvarelsen skal du inddrage dele af bilaget.

Stikord: Oxidation, forbrænding, enzymer, carbohydrater, destillation, intermolekylære bindinger.

Bilag: Figur med carbohydrater, destillationsopstilling, molekyler og hydrogenbindinger.

Opgaver til prøveform b) med eksperimentel del

Opgave 1

Eksperiment: ”Bestemmelse af reaktionsorden for reaktionen mellem krystalviolet og natriumhydroxid”.

Teoretisk del: Syrer, baser og titrerkurver

Med udgangspunkt i vedlagte titrerkurve ønskes en gennemgang af syrer, baser og titrerkurver.

I din gennemgang kan du gøre brug af følgende stikord: Syrestyrke, puffersystemer, amfolytter, pH, indikatorer, titreringer, syrepåvirkning på tænder, anvendelse af syrer i levnedsmidler.

Opgave 2

Eksperiment: ”Bestemmelse af fosfatindhold i spildevand”.

Teoretisk del: De frie halogener og CFC gasser

Stikord:

Frie halogener: Opbygning, polaritet, opløselighed, kogepunkt, smeltepunkt, fremstilling, oxidationsmiddel.

CFC-gasser: Opbygning, navngivning, opløselighed, fremstilling, ozonlag, anvendelse, nedbrydning.

5. Gældende regler, særlige forhold og nyttige links til kemi A, stx

Læreplanen i kemi A skal læses sammen med stx-bekendtgørelsen og eksamensbekendtgørelsen. Kemi A's faglige mål og fagligt indhold omfatter både kemiens almendannende og studieforberedende aspekter. Kernestoffet i kemi A er mere omfattende i forhold til de andre niveauer, såvel hvad angår omfanget af faglige områder som den faglige dybde, hvorved områderne behandles. Kernestoffet på kemi A er beskrevet mere præcist af hensyn til de centralt stillede skriftlige prøveopgaver. De centralt stillede skriftlige prøveopgaver stilles inden for kernestoffet. Undervisning i kemi A har forhåndstildelt mindst 125 timers elevtid. I kemi A indgår både mundtlig og skriftlig prøve, og der gives både mundtlig og skriftlig standpunktskarakter. Elever i kemi A kommer enten til skriftlig eller mundtlig eller både skriftlig og mundtlig prøve i faget. Ved tilrettelæggelsen af undervisningen i kemi A er det vigtigt at være opmærksom på, om der er tale om et studieretningshold fra 0 til A-niveau eller et valghold, der løftes fra B- til A-niveau. Elever, der går til mundtlig prøve i A-niveau, går til prøve i kemi fra 0 til A-niveau.

- **Undervisningsministeriet:** www.uvm.dk
- **Oversigt over link til uddannelsesbekendtgørelser og vejledninger mm:**
<http://www.uvm.dk/Uddannelser/Gymnasiale-uddannelser/Love-og-regler-for-gymnasiale-uddannelser>
- **Stx-bekendtgørelsen:** <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=152507>
- **Hf-enkeltfagsbekendtgørelsen:** <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=152583>
- **Læreplaner og vejledninger til kemi på UVM:**
HF-enkeltfag: <http://www.uvm.dk/Uddannelser/Gymnasiale-uddannelser/Studieretninger-og-fag/Fag-paa-hfe/Kemi-hfe>
HTX: <http://www.uvm.dk/Uddannelser/Gymnasiale-uddannelser/Studieretninger-og-fag/Fag-paa-htx/Kemi-htx>
STX: <http://www.uvm.dk/Uddannelser/Gymnasiale-uddannelser/Studieretninger-og-fag/Fag-paa-stx/Kemi-stx>
- **Tidligere skriftlige opgavesæt i kemi:**
<http://www.uvm.dk/Uddannelser/Gymnasiale-uddannelser/Proever-og-eksamen/Skriftlige-opgavesaet>
- **Evaluerings af skriftlig prøve (oversigtsside):**
<http://www.uvm.dk/Uddannelser/Gymnasiale-uddannelser/Proever-og-eksamen/Evaluering-af-gymnasiale-eksaminer>
- **Eksamensbekendtgørelsen:** <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=152744>
- **Råd og vink til eksamensbekendtgørelsen:** <http://www.uvm.dk/Uddannelser/Gymnasiale-uddannelser/Proever-og-eksamen>
- **Kemis fagside på EMU:**
HF: <http://www.emu.dk/omraade/hf/fag/kemi>
HTX: <http://www.emu.dk/omraade/htx/fag/kemi>
STX: <http://www.emu.dk/omraade/stx/fag/kemi>
- **Negativ social arv:** Der findes særskilte rapporter for kemi i htx, stx og naturvidenskabelig faggruppe i det toårigt-hf <http://www.uvm.dk/Uddannelser/Gymnasiale-uddannelser/Forsog-og-udvikling/Udviklingsplanens-foerste-fase/Gymnasiefremmede-elever>
- **Skriftlighed:**
www.uvm.dk/Uddannelse/Gymnasiale%20uddannelser/Om%20gymnasiale%20uddannelser/Fokusomraader/Skriftlighed.aspx



- **Ny skriftlighed i kemi (Inspirationshæfte til skriftlighed i kemi):**
<http://www.emu.dk/modul/inspirationsh%C3%A6fte-til-skriftlighed-i-kemi>
- **Inspiration til anvendelsesorientering i hf:**
<http://www.uvm.dk/Publications/AnvendtHf/default.html>
- **Det talte kemisprog, UVM, 1998:** <http://pub.uvm.dk/1998/kemisprog/>
- **Inspiration til projektarbejde i kemi:** <http://pub.uvm.dk/2001/kemi/>
- **Inspiration til anvendelse af it i kemiundervisningen:**
http://www.emu.dk/soegning?f%5B0%5D=field_omraade%3A5468&f%5B1%5D=field_fag1%3A5674&f%5B2%5D=field_tags%3A27836
- **DCUM om ungdomsuddannelserne:** <http://dcum.dk/ungdomsuddannelser>
- **Arbejdstilsynets At-meddelelse nr. 4.01.9 ”Elevs praktiske øvelser på de gymnasiale uddannelser.”:** <http://arbejdstilsynet.dk/da/regler/at-vejledninger-mv/unge/4-01-9-elevs-prak-ovels-er-gymnasie.aspx>
- **Vejledning om kemikaliehåndtering på htx, UVM:** <http://pub.uvm.dk/2000/kemikalier> (selv om regelsættet, som beskrives i hæftet, for det meste er blevet ændret, kan der findes flere gode råd i hæftet)
- **Kemikaliedatabasen** via EMU'en:
http://www.emu.dk/soegning?f%5B0%5D=field_omraade%3A5468&f%5B1%5D=field_fag1%3A5674&f%5B2%5D=field_tags%3A16479
- **Giftlinjen:** <http://www.bispebjerghospital.dk/giftlinjen/forside/>
- **Branchearbejds miljørådet:** <http://www.arbejds miljoweb.dk/>
- **Branchearbejds miljørådets publikation ”Når klokken ringer”:**
http://www.arbejds miljoweb.dk/nye_arbejdsformer/skolebyggeri/klokken/materialer/klokken_ringer/naar_klokken_ringer/
- **Arbejdstilsynet:** www.at.dk
- **Miljøstyrelsen:** www.mst.dk
-



6. Vejledende karakterbeskrivelser

Karakterbekendtgørelsen findes på <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=29307>.

UVM: Generel information om 7-trins-skalaen kan findes på <http://www.uvm.dk/I-fokus/7-trins-skalaen>.

Nedenstående er vist en vejledende beskrivelse for karaktererne 12, 7 og 02.

Beskrivelsen er udarbejdet med udgangspunkt i læreplanens faglige mål og bedømmelseskriterier.

Stx - Kemi A	Skriftlig prøve
12: Fremragende Der demonstreres ud-tømmende opfyldelse af fagets mål, med ingen eller få uvæsentlige mangler	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, it-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 Der demonstreres opfyldelse af fagets mål, med en del mangler	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, it-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 Der demonstreres den minimalt acceptable grad af opfyldelse af fagets mål	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, it-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.



Stx - Kemi A	
Mundtligt, prøveform a	
12: Fremragende Der demonstreres udtømmende opfyldelse af fagets mål, med ingen eller få uvæsentlige mangler	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 den faglige samtale, så stort set alle væsentlige aspekter inddrages. Eksaminanden perspektiverer selvstændigt den faglige problemstilling.
7: God Der demonstreres opfyldelse af fagets mål, med en del mangler	Eksaminanden viser godt kendskab til kemiske teorier, modeller og metoder og til sammenhænge mellem disse, samt med en del mangler et godt stofkendskab. Eksaminanden kan redegøre for udførelsen af eksperimenter, inddrage de fleste relevante aspekter fra efterbehandlingen samt diskutere resultater, men en del mangler forekommer. Eksaminanden udtrykker sig i nogen grad klart, præcist og forståeligt under anvendelse af kemisk fagsprog. Fremlæggelsen er sammenhængende, og eksaminanden indgår med nogen sikkerhed i den faglige en samtale, så en del af de væsentlige aspekter inddrages. Eksaminanden kan i nogen grad perspektivere den faglige problemstilling.
02: Tilstrækkelig Der demonstreres den minimalt acceptable grad af opfyldelse af fagets mål	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. Fremlæggelsen er noget usammenhængende, og eksaminanden bidrager i begrænset omfang til den faglige samtale. Eksaminanden kan i ringe omfang perspektivere den faglige problemstilling.
Stx - Kemi A	
Mundtligt, prøveform b	
12: Fremragende Der demonstreres udtømmende opfyldelse af fagets mål, med ingen eller få uvæsentlige mangler	Eksaminanden udfører selvstændigt og med stor sikkerhed og overblik eksperimentet, inddrager relevante aspekter fra efterbehandlingen samt diskuterer resultater med kun uvæsentlige mangler. Eksaminanden demonstrerer indgående kendskab til kemiske teorier, modeller og metoder og til sammenhænge mellem disse, samt med få uvæsentlige mangler omfattende stofkendskab. 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 den faglige samtale, så stort set alle væsentlige aspekter inddrages. Eksaminanden perspektiverer selvstændigt den faglige problemstilling.
7: God Der demonstreres opfyldelse af fagets mål, med en del mangler	Eksaminanden kan udføre eksperimentet, inddrage relevante aspekter fra efterbehandlingen samt diskutere resultater, men en del mangler forekommer. Eksaminanden viser godt kendskab til kemiske teorier, modeller og metoder og til sammenhænge mellem disse, samt med en del mangler et godt stofkendskab. Eksaminanden udtrykker sig i nogen grad klart, præcist og forståeligt under anvendelse af kemisk fagsprog. Fremlæggelsen er sammenhængende, og eksaminanden indgår med nogen sikkerhed i den faglige en samtale, så en del af de væsentlige aspekter inddrages. Eksaminanden kan i nogen grad perspektivere den faglige problemstilling.
02: Tilstrækkelig Der demonstreres den minimalt acceptable grad af opfyldelse af fagets mål	Eksaminanden kan med en del usikkerhed udføre eksperimentet, samt inddrage enkelte af de relevante aspekter fra efterbehandlingen, idet adskillige mangler forekommer. Eksaminanden demonstrerer med væsentlige mangler kendskab til kemiske teorier, modeller og metoder og et begrænset stofkendskab. Eksaminanden udtrykker sig noget uklart, upræcist og ikke altid forståeligt, og anvendelsen af kemisk fagsprog har adskillige væsentlige mangler. Fremlæggelsen er noget usammenhængende, og eksaminanden bidrager i begrænset omfang til den faglige samtale. Eksaminanden kan i ringe omfang perspektivere den faglige problemstilling.