



Kemi B – Htx

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 htx	2
1. Identitet og formål	2
2. Faglige mål og fagligt indhold	2
Faglige mål	2
Kernestof	4
Supplerende stof	6
3. Tilrettelæggelse	7
Didaktiske principper og arbejdsformer	7
Eksperimentelt arbejde	8
Kursusarbejde	11
Mundtligt og skriftligt arbejde	11
Elevernes studieforberedende skrivekompetencer	12
Udadrettede aktiviteter	13
It	14
Sampil med andre fag	14
Studieretningsprojekt	14
4. Evaluering	15
Løbende evaluering	15
Prøveformer: Generelt	15
Den mundtlige prøve: Generelt	15
Specielt om prøveform a)	17
Specielt om prøveform b)	17
Bedømmelseskriterier: Den mundtlige prøve	18
Eksempler på prøveopgaver	18
5. Gældende regler, særlige forhold og nyttige links til kemi B, htx	20
6. Vejledende karakterbeskrivelser	22



Generelt vedrørende læreplanerne i kemi i htx

Der er en læreplan for hvert af de to niveauer B og A. Det betyder, at læreplanen for kemi på B-niveau omfatter forløbet $0 \rightarrow B$ og A-niveau en samlet beskrivelse af forløbet $0 \rightarrow A$. 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.

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 videnskab en afgørende betydning for udvikling af nye materialer og for undersøgelse af disses egenskaber, og i *faget arbejdes teoretisk og praktisk med problemstillinger i relation til væsentlige områder såsom teknologi, medicin, sundhed, miljø og materialeudvikling, herunder analysemetoder til kontrol og produktionsstyring*.

I afsnittet Formål beskrives formålet med gymnasiefaget kemi set i relation til htx-uddannelsens overordnede målsætning. *Faget bidrager til uddannelsens overordnede formål ved, at eleverne opnår indsigt i centrale kemiske begreber og deres anvendelse*. Undervisningen giver eleverne erfaringer med naturvidenskabelig tankegang og metoder. Endvidere opnår *eleverne grundlag for at forstå kemisk relaterede problemstillinger inden for centrale områder for htx-uddannelsen*, som fx teknik og teknologi. 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 to niveauer i htx. Forskellene omfatter både det faglige indhold, herunder kernestoffet, og kompetencerne, som eleverne skal opnå gennem undervisningen. Der indgår såvel almindende som studieforberedende mål og indhold på både A og B niveau.

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. ”redegøre for kemiske fænomener på mikro-, makro- og symbolniveau” og ”gennemføre enkle kemiske beregninger”.



2. **Empirikompetencer (eksperimentelle kompetencer)**, f.eks.: ”tilrettelægge og udføre enkle kemiske eksperimenter”
3. **Formidlingsorienterede kompetencer**, f.eks. ”formidle kemisk viden skriftligt som mundtligt i fagsprog og dagligdagssprog”.
4. **Perspektiveringsorienterede kompetencer**, f.eks. ”diskutere enkle kemiske problemstillinger fra teknologi, produktion, hverdag og den aktuelle debat”.

Redegøre for kemiske fænomener på mikro-, makro- og symbolniveau

I kemi kan et fænomen beskrives på tre forskellige niveauer; det mikroskopiske med opbygningen af kemiske forbindelser, det makroskopiske, som det der kan observeres med det blotte øje, og symbolniveauet med kemiske formler og reaktionsskemaer. 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. Det er derfor vigtigt at introducere eleverne til de forskellige måder at betragte og tale om en kemisk reaktion. Det kan fx gøres ved at beskrive forbrænding af magnesium på de tre niveauer. Det makroskopiske niveau: Hvad kan observeres ved forsøget? Hvordan ser magnesium ud? Hvordan ser magnesiumoxid ud? Det mikroskopiske niveau: Hvordan er magnesium, dioxygen og magnesiumoxid bygget op? Symbolniveauet: Hvad er formlerne for stofferne? Hvordan kan man skrive et reaktionsskema for reaktionen?

Anvende kemiske modeller og kemisk systematik til at beskrive kemiske fænomener

I kemi bruges forskellige 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. Kemisk systematik skal forstås på flere måder. Grundstoffernes periodesystem, stofklasser og reaktionstyper er eksempler på systematisering af kemisk viden, men kemisk systematik kan også forstås som den systematik, der anvendes ved opskrivning af reaktionsskemaer og navngivning af kemiske stoffer. Eleverne skal kunne anvende relevante kemiske modeller og kemisk systematik i forbindelse med beskrivelse af kemiske fænomener.

Gennemføre enkle kemiske beregninger

Beregninger er en naturlig del af kemiundervisningen, og for en del elever vil kvantificeringen af kemiske problemstillinger også være vigtig i forbindelse med løftet til A-niveau. Med enkle beregninger



menes der anvendelse af simple formler typisk svarende til pH beregning og mængderegninger. Eleverne skal kunne foretage sådanne simple beregninger indenfor de områder, der er arbejdet med i undervisningen. De simple formler skal også kunne kombineres og anvendes i en praktisk og laboratoriemæssig sammenhæng. I forbindelse med temaer og det supplerende stof vil eleverne kunne udføre mere komplicerede beregninger indenfor udvalgte områder fx kinetik. Det vil være naturligt at inddrage elevernes kendskab til matematiske it-redskaber i arbejdet.

Tilrettelægge og udføre enkle kemiske eksperimenter, og i tilknytning hertil opstille og afprøve hypoteser

Omgå og redegøre for forsvarlig brug af kemikalier

Opsamle, efterbehandle og vurdere eksperimentelle data og dokumentere eksperimentelt arbejde

Sammenknytte teori og eksperimenter

Formidle kemisk viden såvel skriftligt som mundtligt i både fagsprog og dagligsprog

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.

Eleverne skal kunne omgå og redegøre for forsvarlig brug af de kemikalier, der benyttes i forbindelse med det eksperimentelle arbejde i kemilaboratoriet. En redegørelse for forsvarlig brug af kemikalier omfatter i relevante sammenhænge også, at anvendelsen af kemikalierne ses i et større miljømæssigt perspektiv. Når der arbejdes med kemikalier og sikkerhed bør der inddrages eksempler på omgang med kemikalier i hverdagen.

Eleverne skal kunne vurdere de eksperimentelle data ud fra forskellige former for baggrundsviden. De kan sammenligne dem med teoretisk udbytte, tabelværdier eller et forventet resultat.

I forbindelse med det eksperimentelle arbejde arbejder eleverne ofte med forskellige typer af skriftlige produkter, som fx journaler og rapporter. Eleverne kan også producere andre former for skriftlig dokumentation og produkter som fx. logbøger, it-baserede præsentationer og projektrapporter. Eleverne kan også formidle deres viden mundtligt. Eleverne skal ved præsentationer af deres faglige viden anvende et korrekt fagsprog, herunder symbol- og formelsprog.

Indsamle, udvælge og anvende informationer om kemiske emner

Anvende faglig viden til at identificere, redegøre for og diskutere enkle kemiske problemstillinger fra teknologi, produktion, hverdag og den aktuelle debat

Eleverne skal kunne genkende og diskutere enkle kemiske problemstillinger og begreber i en dagligdags sammenhæng. Eleverne skal vide, hvordan de kan skaffe sig nye informationer om et emne, og hvordan de kan bruge disse i en diskussion, der inddrager både kemiske, tekniske og samfundsmæssige vinkler.

Kernestof

Kernestoffet er den del af det faglige indhold i Kemi B, som er det minimale fælles stof. Læreplanen for kemi B beskriver forløbet fra 0 → B. Kemi B giver mulighed for at løfte 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. Af hensyn til undervisningen på valgfaget kemi A er det vigtigt, at lærerne på parallelle kemi B hold koordinerer deres undervisning. Det er især vigtigt i forhold til undervisningen i organisk kemi.



Tilstandsformer og tilstandsbetegnelserne (g), (l), (s) og (aq) indføres så tidligt som muligt og gerne i forbindelse med eksperimentelt arbejde. Konsekvent brug af tilstandsbetegnelserne hjælper eleverne til at se sammenhængen mellem mikro-, makro- og symbolniveauet.

Stoffers indbyrdes blandbarhed undersøges og diskuteres. Det vil i den forbindelse være naturligt at inddrage intermolekulære bindinger, polære/upolære molekyler samt hydrofile/hydrofobe grupper. Eleverne opnår i den forbindelse en forståelse af, at der findes forskellige former for intermolekulære bindinger. Hydrogenbindingens særlige karakter belyses gennem eksempler fra organisk og uorganisk kemi. De intermolekulære bindingers betydning for fysiske egenskaber diskuteres med udgangspunkt i konkrete eksempler.

Der anvendes systematisk navngivning¹, men også trivialnavne medtages, hvor det er naturligt. I nogle tilfælde anvendes udelukkende trivialnavne. Det er fx helt rimeligt at kalde H₂O for vand og NH₃ for ammoniak. Formel- og symbolsprog inddrages løbende, da det er umuligt at opfylde de faglige mål uden at anvende disse. Af hensyn til elevernes tilegnelse af mundtlig udtryksfærdighed er det vigtigt at være opmærksom på, at de forbindelser, der arbejdes med, navngives og ikke bare omtales som formler.

I forbindelse med pH-beregninger vil det være naturligt at inddrage beregning af pH i vandige opløsninger af syrer og baser med forskellig styrke. Pufferligningen er ikke kernestof på kemi B.

Udvalget af uorganiske stoffer kan foretages ud fra flere kriterier fx anvendelse, demonstration af systematik eller særligt vigtige stoffer. 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 flere forbindelser, og det vil være hensigtsmæssigt at inddrage forbindelser af både metaller og ikke-metaller, så den store bredde i de uorganiske forbindelser bliver illustreret.

Indenfor organisk kemi bør eleverne opnå et grundigt kendskab til et bredt udvalg af stofklasser mht. opbygning, funktionelle grupper², navngivning, stoffernes fysiske og kemiske egenskaber, herunder tilknyttede reaktionstyper, samt relevante isomere former. Dobbelt- og tripelbindinger mellem C-atomer betragtes som funktionelle grupper. Det skyldes deres kemiske egenskaber ved at være tæt

¹ Generelt skal man i undervisningen være opmærksom på, at der kan være flere navngivningssystemer, som principielt kan accepteres som systematisk navngivning i kemifaget.

² 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 gymnasierformen 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.



knyttet til reaktionstyperne addition og elimination, der traditionelt er centrale dele af den gymnasiale kemiundervisning³. Isomeri kan f.eks. omfatte strukturisomeri og stereoisomeri i form af cis-trans isomeri (Z/E isomeri) og spejlbilledisomeri.

Når der står udvalgte reaktionstyper, er der ikke noget krav om, at alle elever skal kende til bestemte reaktionstyper udover de nævnte reaktionstyper redox- og syrebasereaktioner. Læreren kan beslutte hvilke reaktionstyper, der er relevante i forhold til de temaer og projekter, der arbejdes med i klassen. Eleverne skal kunne afstemme redoxreaktioner, og det vil i den forbindelse være naturligt og i langt de fleste tilfælde lettest at inddrage oxidationstal, men det er ikke et krav. Der kan med fordel inddrages redoxreaktioner fra både organisk og uorganisk kemi.

I forbindelse med kemisk ligevægt er det ikke nødvendigt at arbejde med heterogen ligevægt. Eleverne bør kunne arbejde med begreberne reaktionsbrøk, ligevægtskonstant og ligevægtsloven og vha. disse afgøre, om der er ligevægt i et system. Desuden skal de kunne argumentere for forskydning af ligevægten – både ved anvendelse af ligevægtsloven og Le Chateliers princip. Det er ikke hensigten, at de skal kunne beregne koncentrationer efter en ligevægtsforskydning.

I forbindelse med reaktionshastighed på kvalitativt grundlag omtales katalyse i flere sammenhænge fx inddragelse af katalyse i laboratoriet, i industriel produktion, i dagligdagen og i biokemien.

I arbejdet med kvantitative og kvalitative analyser bør eleverne kende til almindelige analysemetoder fx en titrering. Det er muligt, at skolen råder over avanceret apparatur til titrering, men eleverne bør også være fortrolige med principperne i analysemetoden. Afhængigt af skolens udvalg af apparatur kan de kvantitative analysemetoder strække sig fra titreringer til GC eller HPLC og spektrofotometri og evt. mere avancerede analysemetoder. Kvalitative analyser kan være påvisning af sukker, diverse funktionelle grupper eller ioner. Metoderne kan variere fra fældning og kompleksdannelse til TLC.

I forbindelse med arbejdet med kemikalier og sikkerhed er både R- og S-sætninger, som er under ud-fasning, 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.

De temaer og projekter, der indgår i undervisningen, vil ofte tage udgangspunkt i teknologiske/industrielle sammenhænge. Det kan fx være produktion af gødning, fjernvarmerør og biobrændsel samt miljø- og samfundsmæssige problemstillinger i relation til disse. I de sammenhænge, hvor der arbejdes med et særfagligt udgangspunkt, bør det faglige stof perspektiveres i forhold til teknologi og teknik.

Supplerende stof

Læreplanens kernestof betegner det minimale fælles stof for elever med B-niveau i kemi, og de faglige mål kan ikke opfyldes af kernestoffet alene. Det er derfor vigtigt ved udvælgelsen af det supplerende

³ 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.



stof at være opmærksom på, at kernestoffet og det supplerende stof tilsammen bidrager til opfyldelsen af målene.

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. Der er ikke afsat en særskilt tidsramme, hvori der skal arbejdes med supplerende stof.

Det supplerende stof kan med fordel udvælges, så det giver mulighed for at arbejde med temaer, der er relevante for eleverne, tydeliggør kemiens anvendelsesorienterede aspekter og giver mulighed for samspillet med andre fag i htx. 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.

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 kemi, samtidig med faget bliver anvendelsesorienteret. Når undervisningen organiseres tematisk, skal det præciseres, at et emne som ”syre-base” ikke kan være et tema, det er et fagligt systematisk forløb. ”Rengøringsmidler” kan derimod være et tema, der indeholder en del syre-basekemi, men udgangspunktet er rengøringsmidlerne, og det er udgangspunktet, der gør hele forskellen. 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. Det er dog vigtigt, at de systematiske forløb ikke bliver for omfattende, og at de typisk indgår i et samspil med temaer og projekter.

For at inddrage elevernes hverdagserfaringer kan de første temaer med fordel tage udgangspunkt i et hverdagsagtigt emne fx ”Brød og bagning”, fedtbestemmelse, ”Solbeskyttelse og solcreme” eller fremstilling af surmælksprodukter. Senere i forløbet kan der inddrages mere komplekse problemstillinger. Den øgede kompleksitet kan være betinget af:

- det eksperimentelle arbejde
- det faglige indhold
- abstraktionsniveau
- inddragelse af faglig viden fra andre fag eller fagområder indenfor kemi
- inddragelse af viden og informationer fra virksomheder, produktion og samfund.

Undervisningen skal organiseres, så eleverne bringes i en aktiv læringsrolle. Eleverne skal ikke være passive modtagere af viden, de skal selv være aktive i læringsprocessen. 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.

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

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 fagtidskrifter, 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. Laboratoriearbejdet vil have vidt forskellig funktion afhængigt af, om eleverne har arbejdet med et emne teoretisk eller ej, inden de går i laboratoriet. Det er f.eks. muligt at lave forsøg med reaktionshastighed både med og uden en teoretisk indsigt i emnet:

Teori før laboratoriearbejde. Eleverne skal selv designe et forsøg, der viser en række faktorer betydning for reaktionshastigheden. Refleksion i forbindelse med udarbejdelse af design og gennemførelse af forsøget.

Laboratoriearbejde før teori. Lav forsøg med reaktionshastighed ud fra en vejledning – udled faktorer af betydning – reflekter over hvorfor. Refleksion i forbindelse med efterbehandling.

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 efterbehandling. 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 eleveksperimenter, 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. Når der står, at det praktiske arbejde i laboratoriet udgør mindst 20 pct. af fagets uddannelsestid, betyder det, at eleverne skal arbejde i laboratoriet i mindst det antal timer. Planlægning og efterbehandling af forsøgene indgår ikke i denne timeramme.

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.

Tidligt i undervisningsforløbet skal eleven stifte bekendtskab med, hvordan man planlægger og gennemfører enkle naturvidenskabelige eksperimenter. Dette kan gøres i samarbejde med andre naturvidenskabelige fag eller enkeltfagligt.

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 apparater, 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 og 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). "Elevers 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. uddannelsessteder⁴. 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. **Ke-**

⁴ DCUM er en statslig institution hørende under Undervisningsministeriet, men DCUM udfører sin virksomhed uafhængigt af ministeren.



mikaliedatabasen 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
- ”Bekendtgørelse om foranstaltninger til forebyggelse af kræftisikoen 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/>.

Kursusarbejde

Et kursusarbejde udgør den samlede dokumentation fra et tema eller projekt. Et kursusarbejde kan være en mappe, der indeholder en samling af de arbejder, der er blevet produceret i det pågældende tema/projekt. Den kan fx bestå af en diaspræsentation, to laboratoriejournaler, et mindmap og en teoretisk opgave. Det kan også være en projektrapport med problemformulering, problembehandling – teoretisk og praktisk osv. Kursusarbejdet har karakter af en portfolio, og det er ikke hensigten, at eleverne skal bearbejde de indsamlede arbejder yderligere.

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 summegrupper 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 studieforberevende skrivekompetencer

Tilrettelæggelsen af det skriftlige arbejde i kemi skal både tænkes sammen med retningslinjerne i htx-bekendtgørelsens bilag 4, Elevernes studieforberevende skrivekompetencer, og den enkelte skoles progressionsplan vedrørende elevernes studieforberevende 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 formidlingskrivning. 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, børnehaverbørn eller lignende).

Skriftlige opgaver: Opgaveløsning indgår som en del af undervisningen og anvendes på kemi B til at understøtte den mundtlige indlæring af centrale begreber og brugen af korrekt kemisk fagsprog. En del af de skriftlige opgaver 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, selv om der ikke er en afsluttende skriftlig prøve på B-niveau i kemi. Målet kan bl.a. være at vænne elever, der vælger kemi A, som valgfag, til dette niveaus skriftlige prøve.

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 opga-



ver op i delelementer, som eleverne f.eks. kan arbejde med i par eller grupper, og tilrettelægge det skriftlige arbejde i undervisningen, så der er mulighed for vejledning undervejs og i visse tilfælde mulighed for genafleveringer.

Det er vigtigt, at der i det skriftlige arbejde i kemi udover fokus på det faglige indhold også fokuseres på elevens skriftlige formidling, herunder sproglig korrekthed mm. Skriftligt arbejde i kemi B 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 studieretningsprojekt, hvori kemi indgår. Dette er vigtigt i forhold til træning af elevernes studieforberevende 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
- registreringskrivning (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.

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. I forbindelse med ”ud af huset” aktiviteter er det vigtigt at foretage pædagogiske overvejelser, der sikrer elevernes udbytte af aktiviteten. Nogle gange kan arrangementerne erstattes af ”ind i huset aktiviteter”, det kan være besøg af eksterne foredragsholdere eller besøg på andre af skolens afdelinger.

Progression

Der skal ske en progression både med hensyn til graden af lærerstyring, antallet af frihedsgrader og graden af valgfrihed mht. niveau og fagligt indhold.

Eleverne får gradvist større medbestemmelse og valgfrihed i forhold til, hvilke emner og elementer, de vil arbejde med indenfor kemien. Det kan have den konsekvens, at eleverne engagerer sig i forskellige områder, hvorved de kommer til at lære noget forskelligt. Det er i den forbindelse vigtigt, at eleverne deler deres viden med hinanden, samtidig med at den ny erhvervede kemiske viden sættes ind i en systematisk sammenhæng. Dette kan eventuelt gøres ved at organisere undervisningen som en vekslende



mellem temaer/projekter og systematiske faglige forløb, så det sikres, at der sker en faglig forankring og progression.

I løbet af undervisningen i kemi B skal der foregå en progression fra forsøg til eksperiment. Det betyder, at der i starten arbejdes med forsøg, hvor formålet og undersøgelsesmetoden er fastlagt af læreren, og der kan eventuelt inddrages en fortrykt vejledning. Senere i forløbet arbejdes der med eksperimenter, hvor eleven skal arbejde mere selvstændigt og selv foretage valg. Der går fra ingen til flere frihedsgrader for eleven.

Der skal desuden foregå en progression fra det konkrete til det abstrakte. Det betyder, at der i starten af kemi B primært arbejdes med håndgribelige fænomener, som eleverne kan observere i laboratoriet. Der kan også tages udgangspunkt i fænomener, som eleverne kender fra medierne eller fra deres hverdag. Det er i den forbindelse vigtigt, at de konkrete eksempler beskrives på både mikro-, makro- og repræsentationsniveauet, så fænomenet behandles både konkret og abstrakt. En matematisk beskrivelse af et kemisk fænomen er også en abstraktion. Gennem en øget inddragelse af matematik sker der således en progression fra det konkrete til det abstrakte.

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. 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 fag i htx, ikke mindst de tekniske/teknologiske fag og de andre naturvidenskabelige fag. Der er utallige muligheder for, at faget kan indgå i samspil med andre fag, og dele af det faglige stof vælges, *så det bidrager til styrkelse af det faglige samspil i studieretningen*. Samspillet kan omfatte studieretningsfag, obligatoriske fag og valgfag, hvor det er muligt.

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 fænomenet fra andre fag, fx biologi 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 reaktionsskemaer), beregninger og tilknyttet talbehandling og -forståelse, kemisk teori og eksperimentelt arbejde. Det forventes, at eleven i sin opgavebesvarelse primært benytter kemisk sprogbrug, som er kendt fra kemiundervisningen i gymnasiet. Når kemifaget indgår i studieretningsprojektet kan der indgå eksperimentelt arbejde, men det er ikke et krav. Det kan dog anbefales, at der så vidt muligt inddrages selvstændigt eksperimentelt arbejde eller der inddrages andet eksperimentelt arbejde/eksperimentelle data for at sikre individuelle opgaveformuleringerne. Det eksperimentelle arbejde er en mulighed for at bringe forskellighed 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”. 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 indrages, 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.

Det er væsentligt, at den løbende evaluering har fokus på elevens læringsproces, og hvorledes denne kan styrkes. Den løbende evaluering kan med fordel have karakter af en formativ evaluering dvs. en fremadrettet evaluering, der indgår som en integreret del af elevens læreproces.

Det er hensigtsmæssigt, at der sker en systematisering af den løbende evaluering fx i form af to årlige vejledningssamtaler. Målet med en sådan samtale er, at eleven skal have indsigt i, hvordan læringen skrider fremad, og hvad der skal til for yderligere fremgang. Eleven bør lave et referat af samtalen.

Den skriftlige årskaracter i kemi B gives på grundlag af de skriftlige opgaver og andre skriftlige arbejder, herunder rapporter, der er rettet og kommenteret af læreren. Evaluering af undervisningen tilpasses den enkelte skoles evalueringsplan.

Prøveformer: Generelt

På B-niveau afholdes 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 B, findes i læreplanen for kemi B.

Den mundtlige prøve: Generelt

For Kemi B 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. 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 B-niveau, f.eks. eksperimentelt arbejde udført tidligt i det samlede undervisningsforløbet men som gør det vanskeligt for en elev på B-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.

For prøveform a) skal en opgave forstås, som en kombination af teoretisk stof, et tilknyttet eksperimentelt arbejde og bilag. For prøveform b) skal en opgave forstås, som en kombination af et kendt eksperiment og en teoretisk delopgave inden for samme område. Der er ikke krav om bilag ved prøveform b), men hvis der er et bilag til en eksamensopgave, skal bilaget opfattes som en del af eksamensopgavens helhed. 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 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 ved prøveform a) eller opgaveskitser i sin helhed ved prøveform b) 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.

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).

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 afdekkes, 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 upåtaget.

Specielt om prøveform a)

Eksamensopgaverne dækker både teori og eksperimentelt arbejde, hvorfor der skal eksamineres i begge dele. Dette gælder også, selv om eksaminanden ikke har udført eller overværet eksperimentet eller leveret en eventuel rapport over eksperimentet. Der eksamineres ikke i en rapport, men i forståelsen af det eksperimentelle arbejde. Ved den mundtlige prøve trækker eksaminanden en opgave, der henviser til et af de kursusarbejder, som eksaminanden har udarbejdet i forbindelse med undervisningen. Eksamensopgaverne skal tilsammen være dækkende for de faglige mål og undervisningens faglige indhold. Hvis et kursusarbejde ikke indeholder en eksperimentel dimension, skal det i eksamensopgaven kobles med et eksperimentelt arbejde indenfor det samme område, så alle eksamensopgaver indeholder en eksperimentel og en teoretisk dimension. På B-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..

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

Specielt om prøveform b)



Højst tre eksaminander skal samtidigt udføre hver sit eksperiment inden for ca. 2 timer. De første ca. 15 minutter er elevens forberedelsestid uden adgang til laboratoriet. 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.

I laboratoriet cirkulerer eksaminator og censor rundt mellem eksaminanderne. I første spørgerunde skal eksaminanderne redegøre for deres plan for det eksperimentelle arbejde, og deres overvejelser over de sikkerhedsmæssige aspekter. Gennem samtaler med eksaminanderne danner eksaminator og censor sig et samlet indtryk af den enkelte eksaminands viden og færdigheder. Samtalen kan f.eks. forløbe efter følgende skabelon:

1. Redegørelse for, hvad eksaminanden vil demonstrere og fortælle om i sin fremlæggelse
2. Redegørelse for eksperimentet, mens det udføres
3. Redegørelse for principper og teori i relation til eksperimentet
4. Redegørelse for teoretiske emner i tilknytning til eksamensopgaven
5. Eventuelt yderligere perspektivering af de berørte emner.

Oprydning, votering og individuel karaktergivning er inkluderet i de ca. 120 minutter.

Bedømmelseskriterier: Den mundtlige prøve

Det kan ikke forventes, at den enkelte eksamensopgave ved den mundtlige prøve lægger op til en lige-lig 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. Karakteren fremkommer ikke som et gennemsnit af delkarakterer. De enkelte færdigheder skal afvejes, så bedømmelsen bliver en helhedsvurdering af eksaminandens præstation.

Se afsnit 6 for vejledende karakterbeskrivelser.

Eksempler på prøveopgaver

Nedenfor er givet eksempler på eksamensopgaver. Eksemplerne viser 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

Tema: En rejse med jern

Redegør for produktion af dihydrogengas i laboratoriet. Du kan i den forbindelse komme ind på følgende: Ideer og overvejelser i forbindelse med eksperimentet, spændingsrækken, sikkerhedsforhold og teoretisk udbytte.

Du skal desuden komme ind på anvendelse, egenskaber og produktion af stål.

Du skal inddrage bilaget.

Bilag: Figur af højovn til stålproduktion.

Projekt: Krop og kemi

Gennemgå den problemstilling som du har valgt at arbejde med i dit projekt indenfor emnet: Krop og kemi. Du skal i den forbindelse komme ind på, hvilke kemiske stoffer og/eller reaktioner, der kan have betydning for problemet og dets eventuelle løsning. Du skal inddrage bilaget.

Inddrag analyser og synteser, som du har lavet i laboratoriet i forbindelse med projektet - husk at inddrage relevant teori.

Bilag: Tabel over karakteristiske data for fedtstoffer.

Opgaver til prøveform b) med eksperimentel del

Tema: Reaktionshastighed

Du skal gennemføre eksperimentet: Reaktion mellem thiosulfat og syre.

Du skal redegøre for sikkerhed, principper, praktiske forhold og teori i relation til eksperimentet.

Fremlæggelsen skal indeholde en overordnet beskrivelse af nedenstående punkter:

- hvad er reaktionshastighed
 - faktorer som påvirker reaktionshastighed
- Du kan desuden komme ind på
- katalysatorer
 - grafisk fremstilling af en reaktions hastighed
 - måder hvorpå man kan måle reaktionshastighed
 - hastighedsudtryk

Tema: Solbeskyttelse og solcreme

Du skal fremstille og teste en eller flere solcremer.

Du skal redegøre for sikkerhed, materialevalg og andre praktiske forhold i relation til eksperimentet.

Du skal desuden redegøre for følgende:

- fedtstoffers opbygning og navngivning
- emulsioner og emulgatorer
- polaritet
- opbygning og funktion af solfiltre
- UV-stråling

Du kan komme ind på

- parabener og andre konserveringsmidler
- DNAs opbygning
- Mutationer



5. Gældende regler, særlige forhold og nyttige links til kemi B, htx

Læreplanen i kemi B skal læses sammen med htx-bekendtgørelsen og eksamensbekendtgørelsen. Kemi B er et obligatorisk fag på htx. Kemi B's faglige mål og fagligt indhold omfatter både kemiens almindelige og studieforberedende aspekter. Undervisning i kemi B har forhåndstildelt mindst 40 timers elevtid. 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.

- **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://uvm.dk/Uddannelser/Gymnasiale-uddannelser/Proever-og-eksamen/Skriftlige-opgavesaet>
- **Evaluering 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/Forsoeg-og-udvikling/Udviklingsplanens-foerste-fase/Gymnasiefremmede-elever>
- **Skriftlighed:**
www.uvm.dk/Uddannelse/Gymnasiale%20uddannelser/Om%20gymnasiale%20uddannelser/Fokuseraader/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-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.

Htx - Kemi B

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 kan selvstændigt og med få uvæsentlige mangler redegøre for teoretiske og praktiske principper i eksperimenter. Eksaminanden udtrykker sig klart, præcist og forståeligt under anvendelse af det kemiske sprog. Fremlæggelsen er selvstændig og velstruktureret, og eksaminanden indgår sikkert i en samtale om den faglige problemstilling, så stort set alle de væsentlige aspekter inddrages. Eksaminanden kan selvstændigt perspektivere den faglige problemstilling i forhold til teknologi, omverden og/eller dagligdag.

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 teoretiske og praktiske principper i eksperimenter, men en del mangler forekommer. Eksaminanden udtrykker sig i nogen grad klart, præcist og forståeligt under anvendelse af det kemiske sprog. Fremlæggelsen er sammenhængende og eksaminanden indgår med nogen sikkerhed i en samtale om den faglige problemstilling, så en del af de væsentlige aspekter inddrages. Eksaminanden kan i nogen grad perspektivere den faglige problemstilling i forhold til teknologi, omverden og/eller dagligdag.

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 teoretiske og praktiske principper i eksperimenter, idet adskillige mangler forekommer. Eksaminanden udtrykker sig noget uklart, upræcist og ikke altid forståeligt, og anvendelsen af det kemiske sprog har 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 i forhold til teknologi, omverden og/eller dagligdag.



Htx - Kemi B	Mundtligt, prøveform b
12: Fremragende Der demonstreres ud- tømmende opfyldelse af fagets mål, med ingen eller få uvæsent- lige mangler	Eksaminanden udfører selvstændigt og med stor sikkerhed og overblik eksperimentet og kan med få uvæsentlige mangler redegøre for teoretiske og praktiske principper i eksperimentet. 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 klart, præcist og forståeligt under anvendelse af det kemiske fagsprog. Fremlæggelsen er selvstændig og velstruktureret, og eksaminanden indgår sikkert i en samtale om den faglige problemstilling, så stort set alle de væsentlige aspekter inddrages. Eksaminanden kan selvstændigt perspektivere den faglige problemstilling i forhold til teknologi, omverden og/eller dagligdag.
7: God Der demonstreres op- fyldelse af fagets mål, med en del mangler	Eksaminanden kan udføre eksperimentet og kan redegøre for teoretiske og praktiske principper i eksperimentet, 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 det kemiske fagsprog. Fremlæggelsen er sammenhængende og eksaminanden indgår med nogen sikkerhed i en samtale om den faglige problemstilling, så en del af de væsentlige aspekter inddrages. Eksaminanden kan i nogen grad perspektivere den faglige problemstilling i forhold til teknologi, omverden og/eller dagligdag.
02: Tilstrækkelig Der demonstreres den minimalt acceptable grad af opfyldelse af fagets mål	Eksaminanden kan med en del usikkerhed udføre eksperimentet og kan delvist redegøre for teoretiske og praktiske principper i eksperimentet, 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 det kemiske fagsprog har 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 i forhold til teknologi, omverden og/eller dagligdag.