



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



Vejledning Kemi A, B, C - stx

August 2024

Vejledning Kemi A, B, C - stx

August 2024

2024

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

Citater fra læreplanen er anført i kursiv.

Design: Center for Kommunikation og Presse

Denne publikation kan ikke bestilles.

Der henvises til webudgaven.

Publikationen kan hentes på:

www.uvm.dk

Børne- og Undervisningsministeriet

Departementet

Frederiksholms Kanal 21

1220 København K

Indhold

Indledning.....	5
1 Identitet og formål	7
1.1 Identitet.....	7
1.2 Formål.....	7
2 Faglige mål og fagligt indhold	9
2.1 Faglige mål	9
2.1.1 Repræsentations- og modelleringskompetencer	9
2.1.2 Empirikompetencer	11
2.1.3 Formidlingskompetencer	12
2.1.4 Perspektiveringskompetencer	13
2.2 Kernestof	14
2.3 Supplerende stof.....	24
2.4 Omfang	25
2.4.1 Undervisningsbeskrivelse.....	25
3 Tilrettelæggelse	27
3.1 Didaktiske principper.....	27
3.2 Arbejdsformer	27
3.2.1 Udadrettede aktiviteter og karrierelæring	28
3.2.2 Mundtligt og skriftligt arbejde	28
3.2.3 Eksperimentelt arbejde	30
3.2.4 Risiko- og sikkerhedsforhold.....	32
3.3 It.....	33
3.4 Samspil med andre fag.....	34
3.4.1 Studieretningsprojekt.....	35
4 Evaluering.....	37
4.1 Løbende evaluering	37
4.2 Prøveform	38
4.2.1 Skriftlig prøve	38

4.2.2	Mundtlig prøve	39
4.3	Bedømmelseskriterier.....	47
4.3.1	Den skriftlige prøve.....	47
4.3.2	Den mundtlige prøve	48
4.3.3	Oversigt over karakterskalaen	48
4.3.4	Eksempel på karakterbeskrivelser for Kemi C, mundtlig prøve	49
4.3.5	Eksempel på karakterbeskrivelser for Kemi B og Kemi A, mundtlig prøve.....	50
4.3.6	Eksempel på karakterbeskrivelser for Kemi A, skriftlig prøve	51
4.4	Selvstuderende	51
5	Nyttige links	53
5.1	Lovstof.....	53
5.2	Skriftlige prøver kemi A.....	53
5.3	Vejledende materialer til læreplanen m.m.....	53
5.4	IUPAC.....	53
5.5	Arbejds miljø og kemikalier	53

Indledning

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

Citater fra læreplanen er anført i citationstegn.

Følgende ændringer er foretaget i vejledningen i august 2024:

Der er redigeret i afsnit 3.3 i relation til generativ kunstig intelligens

Der er lavet en præcisering vedrørende årsprøver, også kaldet interne prøver, i afsnit 4.1

Linklisten i afsnit 5 er opdateret

Korte fakta om kemi

I stx findes kemi på tre niveauer. Det enkelte niveaues læreplan omfatter hele forløbet og ikke kun et løft fra et underliggende niveau. 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.

[Læreplanerne](#) i kemi skal læses sammen med [Lov om de gymnasiale uddannelser](#), den tilknyttede [bekendtgørelse](#) om de gymnasiale uddannelser, almene [eksamensbekendtgørelsen](#), [bekendtgørelse om visse regler om prøver og eksamen i de gymnasiale uddannelser](#) og [karakterbekendtgørelsen](#). Alle links er samlet i afsnittet [Nyttige links](#).

Kemi C

På kemi C er fokus på kemis almindelige aspekter. Kemi C's faglige mål og fagligt indhold omfatter også områder, der skal ses i et studieforbereende perspektiv. Kemi C giver mulighed for at løfte kemi til B-niveau. Undervisningstiden i kemi C er 75 timer, og der ikke forhåndstildelt fordybelsestid. I kemi C indgår mundtlig prøve.

Kemi B

Kemi B's faglige mål og fagligt indhold omfatter både kemis almindelige og studieforbereende aspekter. Undervisningstiden i kemi B er 200 timer, hvor et eventuel løft fra kemi C udgør 125 timer. Der er forhåndstildelt mindst 35 timers fordybelsestid, dog er fordybelsestiden mindst 45 timer, hvis der er tale om et løft til B-niveau for hf-enkeltfagskursister fra kemi C, hf-enkeltfag.

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. Elever, der går til mundtlig prøve i B-niveau, går til prøve i kemi fra 0 til B-niveau.

Kemi A

Kemi A's faglige mål og fagligt indhold omfatter både kemis almendannende og studieforbere-
dende aspekter. De centralt stillede skriftlige prøveopgaver i kemi A stilles inden for det be-
skrevne kernestof, som derfor er beskrevet forholdsvis detaljeret. Undervisningstiden i kemi A
er 325 timer, hvor et eventuel løft fra kemi B udgør 125 timer. Der er forhåndstildelt mindst 95
timers fordybelsestid fra 0 til A-niveau. Dog er fordybelsestiden mindst 120 timer fra 0 til A-ni-
veau, hvis der er tale om et løft til A niveau for kursister på hf-enkeltfag. I kemi A indgår både
mundtlig og skriftlig prøve, og der gives både mundtlig og skriftlig standpunktskarakter. Elever i
kemi A kommer enten til skriftlig eller mundtlig eller både skriftlig og mundtlig prøve i faget.
Ved tilrettelæggelsen af undervisningen i kemi A er det vigtigt at være opmærksom på, om der
er tale om et studieretningshold fra 0 til A-niveau eller et valghold, der løftes fra B- til A-niveau.
Elever, der går til prøve i A-niveau, går til prøve i kemi fra 0 til A-niveau.

1 Identitet og formål

1.1 Identitet

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

1.2 Formål

I læreplanens afsnit Formål beskrives formålet med gymnasiefaget kemi set i relation til stx-uddannelsens overordnede målsætning.

Kemi C

I kemi C lægges vægt på, at undervisningen giver eleverne kendskab til naturvidenskabelig tankegang og metoder, herunder at det kvantitative aspekt af faget er væsentligt. Kemiundervisningen kan således medvirke til elevernes almindelse ved, at de bibringes en generel forståelse for naturvidenskabernes genstandsområde og arbejdsmetoder til opnåelse af viden, samtidig med at de kan opnå en forståelse for naturvidenskabernes begrænsninger.

En række uddannelser har kemi C som specifikt adgangskrav, og i denne sammenhæng har kemi C også et studieforberedende aspekt. Det sker ved, at eleverne skal arbejde med grundlæggende kemiske begreber, fagsprog, modeller og eksperimentelle metoder, hvor disse elementer indgår i tæt samspil med hinanden, og ved at have et fokus på anvendelser af kemi i hverdagen.

Kemi B

I kemi B lægges vægt på, at undervisningen både bidrager til elevernes almendannelse, og at de opnår faglige forudsætninger for at kunne vælge videregående uddannelser inden for naturvidenskabelige, sundhedsvidenskabelige og tekniske områder. Kemiundervisningen kan således medvirke til elevernes almendannelse 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. Især skal eleverne opnå kendskab til aktuelle problemstillinger, hvor kemisk viden og metoder i samspil med andre fag kan bidrage til, at eleverne bliver " ... i stand til at forholde sig reflekterende og ansvarligt til problemstillinger med kemisk indhold".

Kemi B er et specifikt adgangskrav til en lang række videregående universitetsuddannelser. Kemiundervisningen skal give faglig baggrund for valget af disse uddannelser ved, at eleverne opnår kemifaglig viden om en bred vifte af centrale kemiske områder og praktisk erfaring med en række grundlæggende eksperimentelle metoder. Endvidere skal undervisningen bidrage til, at eleverne opnår relevante studiekompetencer ved at arbejde med både mundtlig og skriftlig formidling, hvor der er fokus på såvel kvalitative som kvantitative aspekter af kemi, samt anvendelse af kemi i blandt andet hverdagen.

Kemi A

I kemi A lægges vægt på, at undervisningen både bidrager til elevernes almendannelse, og at de opnår faglige forudsætninger for at kunne vælge videregående uddannelser inden for naturvidenskabelige, sundhedsvidenskabelige og tekniske områder. Kemiundervisningen kan således medvirke til elevernes almendannelse 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. Især skal eleverne opnå kendskab til aktuelle problemstillinger, hvor kemisk viden og metoder i samspil med andre fag kan bidrage til, at eleverne bliver " ... i stand til at forholde sig reflekterende og ansvarligt til problemstillinger med kemisk indhold".

Kemi A er et specifikt adgangskrav en til lang række videregående universitetsuddannelser. Kemiundervisningen skal give faglig baggrund for valget af disse uddannelser ved, at eleverne opnår kemifaglig viden om en bred vifte af centrale kemiske områder og praktisk erfaring med en række grundlæggende eksperimentelle metoder. Endvidere skal undervisningen bidrage til, at eleverne opnår relevante studiekompetencer ved at arbejde med både mundtlig og skriftlig formidling, hvor der er fokus på såvel kvalitative som kvantitative aspekter af kemi, samt anvendelse af kemi i blandt andet hverdagen.

I kemi A lægges der endvidere vægt på, at eleverne, som en del af deres studieforberevende kompetencer, opnår indgående kendskab til at arbejde med kemis kvantitative sider under inddragelse af matematik, samt at de bliver i stand til at analysere komplekse faglige problemstillinger ved at sammenknytte flere forskellige kemifaglige områder samtidig.

2 Faglige mål og fagligt indhold

2.1 Faglige mål

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

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

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

De generelle naturvidenskabelige kompetenceområder er gennemgående i de naturvidenskabelige fag.

2.1.1 Repræsentations- og modelleringskompetencer

Tabel 2.1: relevante faglige mål

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

Fagets repræsentationer omfatter de fremstillingsformer, som benyttes til at strukturere og formidle fagets indhold og sammenhænge, eksempelvis kemiske symboler og formler, matematiske forskrifter, datatabeller, reaktionsskemaer, figurer, animationer og lignende. Kompetencerne omfatter blandt andet, at eleverne kan koble makroskopiske iagttagelser (makroniveau) som farveskift, gas-udvikling med

mere til en forestilling om, hvad der sker på et molekylært niveau (mikroniveau), samt angive et tilhørende reaktionsskema, det vil sige omsætte til symbolsprog.

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

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

Kemis kvantitative aspekt er et vigtigt element i kemiundervisningen på gymnasialt niveau.

Kemi C

I kemi C inddrages de kvantitative aspekter ved, at eleverne skal kunne *gennemføre enkle kemiske beregninger*, for eksempel stofmængdeberegninger i forlængelse af eksperimentelt arbejde, brug af standardkurver og lignende. Beregninger behøver ikke udelukkende være knyttet til eksperimentelt arbejde, men kan også have udgangspunkt i anvendelse af kemi i hverdagen eller teoretiske problemstillinger med kemisk indhold.

Det er vigtigt, at stofmængdeberegning og lignende sættes ind i en sammenhæng, således at eleverne får en klar opfattelse af betydningen af kvantificering i naturvidenskab, herunder anvendelse af matematik. I denne forbindelse kan der også med fordel arbejdes med elevernes talforståelse i en kemisk sammenhæng, herunder brugen af betydende cifre og enheder, kobling mellem en talstørrelse og en kemisk størrelse.

Kemi B

I kemi B inddrages de kvantitative aspekter ved, at eleverne skal kunne *gennemføre og vurdere beregninger ved undersøgelser af simple kemiske problemstillinger*, for eksempel stofmængdeberegninger i forlængelse af eksperimentelt arbejde, brug af standardkurver, inddragelse af relevant matematik. Der er tale om aktiviteter, som er en vigtig del af det studieforberedende aspekt i kemi B. Der indgår stofmængdeberegning og anvendelse heraf inden for forskellige områder af kemi, og i arbejdet med forskellige typer af beregninger i kemi arbejder eleverne med matematik i praksis, herunder med mulighed for anvendelse af forskellige it-redskaber.

Det er vigtigt, at kemisk mængdeberegning sættes ind i en sammenhæng, således at eleverne får en klar opfattelse af betydningen af kvantificering, herunder anvendelse af matematik. I denne forbindelse kan der også med fordel arbejdes med elevernes talforståelse i en kemisk sammenhæng, herunder brugen af betydende cifre og enheder, kobling mellem en talstørrelse og en kemisk størrelse.

Kemi A

Elevernes kompetencer i forhold til at kunne gennemføre analyser og beregninger på kemiske problemstillinger opnås gennem den samlede undervisning, for eksempel stofmængdeberegninger i forlængelse af eksperimentelt arbejde, brug af standardkurver, inddragelse af relevant matematik. Arbejdet med de skriftlige opgaver, som leder frem mod den skriftlige prøve, er central i arbejdet med de ovennævnte kompetencer på A-niveau, og udgør en vigtig del af det studieforberedende aspekt i kemi A. Der indgår stof-mængdeberegning og anvendelse heraf inden for forskellige områder af kemi, og i arbejdet med forskellige typer af beregninger i kemi arbejder eleverne med matematik i praksis, herunder med mulighed for anvendelse af forskellige it-redskaber.

Det er vigtigt, at kemisk mængdeberegning sættes ind i en sammenhæng, således at eleverne får en klar opfattelse af betydningen af kvantificering, herunder anvendelse af matematik, samt at eleverne arbejder med at kunne benytte matematik og digitale værktøjer på en hensigtsmæssig måde i forhold de kemiske problemstillinger, der undersøges. I denne forbindelse kan der også med fordel arbejdes med elevernes talforståelse i en kemisk sammenhæng, herunder brugen af betydende cifre og enheder, kobling mellem en talstørrelse og en kemisk størrelse.

2.1.2 Empirikompetencer

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

Tabel 2.2: relevante faglige mål.

Kemi C	Kemi B	Kemi A
<i>"Gennemføre kvalitativt og kvantitativt eksperimentelt arbejde med simpelt laboratorieudstyr under hensyntagen til laboratoriesikkerhed"</i>	<i>"Gennemføre kvalitativt og kvantitativt eksperimentelt arbejde under hensyntagen til laboratoriesikkerhed, herunder tilrettelægge simple kemiske eksperimenter"</i>	<i>"Tilrettelægge og gennemføre kvalitativt og kvantitativt eksperimentelt arbejde under hensyntagen til laboratoriesikkerhed"</i>
<i>"Indsamle og efterbehandle iagttagelser og resultater fra eksperimentelt arbejde"</i>	<i>"Indsamle, efterbehandle, analysere og vurdere iagttagelser og resultater fra eksperimentelt arbejde"</i>	Samme som kemi B

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

Kemi B

Eleverne skal kunne udføre kemiske eksperimenter. Eleverne kunne tilrettelægge simple kemiske eksperimenter for eksempel med udgangspunkt i eksperimentelle metoder, som de har stiftet bekendtskab med i andre sammenhænge.

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

Kemi A

Eleverne skal kunne tilrettelægge og udføre kemiske eksperimenter. Dette indebærer ikke, at eleverne skal kunne opfinde helt nye eksperimenter, men at de kan indse, at de eksempelvis 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.

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

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

2.1.3 Formidlingskompetencer

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

Tabel 2.3: relevante faglige mål.

Kemi C	Kemi B	Kemi A
<i>"Dokumentere eksperimentelt arbejde mundtligt og skriftligt, herunder forklare simple sammenhænge mellem det eksperimentelle arbejde og den tilknyttede teori"</i>	<i>"Dokumentere eksperimentelt arbejde mundtligt og skriftligt, herunder sammenknytte teori og eksperimenter"</i>	Samme som kemi B
<i>"Indsamle kemifaglige informationer fra forskellige kilder og anvende dem relevant i faget"</i>	<i>"Indsamle, vurdere og anvende kemifaglige tekster og informationer fra forskellige kilder"</i>	Samme som kemi B

Kemi C	Kemi B	Kemi A
<i>"Udtrykke sig mundtligt og skriftligt om kemiske emner med inddragelse af fagsprog og -begreber"</i>	<i>"Formulere sig struktureret såvel mundtligt som skriftligt om kemiske emner og give sammenhængende faglige forklaringer"</i>	Samme som kemi B

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

2.1.4 Perspektiveringskompetencer

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

Tabel 2.4: relevante faglige mål.

Kemi C	Kemi B	Kemi A
<i>"Demonstrere viden om kemis identitet og metoder"</i>	Samme som kemi C	Samme som kemi C
<i>"Anvende fagets viden og metoder til at undersøge og beskrive enkle problemstillinger med kemisk indhold fra hverdagen eller den aktuelle debat og evt. til at udvikle og vurdere løsninger."</i>	<i>"Anvende fagets viden og metoder til analyse, vurdering og perspektivering i forbindelse med samfundsmæssige, teknologiske eller miljømæssige problemstillinger med kemisk indhold og til at udvikle og vurdere løsninger"</i>	Samme som kemi B
	<i>"Behandle problemstillinger i samspil med andre fag"</i>	Samme som kemi B
		<i>"Demonstrere forståelse af sammenhængen mellem fagets forskellige delområder"</i>

Kemi C

Eleverne skal beskæftige sig med problemstillinger fra hverdagen eller den aktuelle debat. Dette omfatter, at kemis anvendelser og betydning i bred forstand belyses, og at eleverne sættes i stand til at finde eller genkende de relevante kemifaglige områder i en given problemstilling. På C-niveau bør problemstillingerne naturligvis være enkle og virkelighedsnære. Eleverne opnår herved mulighed for at perspektivere den opnåede faglige viden. Perspektiveringen kan ske både inden for faget og i forhold til andre fagområder for eksempel andre naturvidenskabelige fag og samfundsfag. Endvidere kan eleverne arbejde med forslag til løsninger af konkrete problemstillinger med kemisk indhold, hvor de har mulighed for at benytte deres faglige viden og metoder.

Kemi B og A

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

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

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

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

2.2 Kernestof

Undervisningens faglige indhold udgøres af både kernestof og supplerende stof.

- *"Kemisk fagsprog, herunder kemiske formler og reaktionsskemaer"*

Kemi C

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

Kemi B og A

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

Tabel 2.5: relevant kernestof.

Kemi C	Kemi B	Kemi A
<i>"Grundstoffernes periodesystem, herunder atomets opbygning"</i>	Samme som kemi C	<i>"Grundstoffernes periodesystem, herunder atommodel og orbitaler"</i>

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

Kemi C og B

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

Kemi A

På A-niveau skal forståelsen af atommodeller udvides med en kortere introduktion til atom-orbitaler og deres betydningen for opbygningen af grundstoffernes periodesystem og hybridisering af carbonatomets atomorbitaler. Dette skal give forudsætninger for dels en faglig dybere beskrivelse af dobbelt- og tripebindinger mellem C-atomer og dels for IR-spektroskopi.

Tabel 2.6: relevant kernestof.

Kemi C	Kemi B	Kemi A
<i>"Kemiske bindingstyper, tilstandsformer og blandbarhed"</i>	<i>"Kemiske bindingstyper, tilstandsformer, opløselighedsforhold, eksempler på struktur- og stereoisomeri"</i>	<i>"Kemisk bindingsteori, herunder hybridisering, tilstandsformer, opløselighedsforhold, struktur- og stereoisomeri"</i>

Kemi C

På eksemplarisk grundlag vises sammenhængen mellem opbygningen af et stof og dets fysiske egenskaber som eksempelvis kogepunkt og blandbarhed med forskellige typer opløsningsmidler. For simple molekyler, for eksempel vand og carbondioxid, kan elektronegativitet og rumlig opbygning inddrages i forklaringen af molekylernes egenskaber.

Kemi B

Isomeri omfatter kæde-, stillings-, funktions-, spejlbillede- og cistransisomeri, hvor der gives eksempler inden for såvel strukturisomeri som stereoisomeri.

Kemi A

Isomeri omfatter strukturisomeri i form af kæde-, stillings- og funktionsisomeri og stereoisomeri i form af spejlbillede- og *cis-trans* isomeri.

Anvendelser af kemiske stoffer, eksempelvis fra hverdagen, skal stå centralt i kemiundervisningen og indgår naturligt i forbindelse det tematiske udgangspunkt for undervisningen.

Tabel 2.7: relevant kernestof.

Kemi C	Kemi B	Kemi A
<i>"Simple organiske og uorganiske molekylers opbygning, navngivning, egenskaber og anvendelse"</i>		
<i>"Ionforbindelsers opbygning, navngivning, egenskaber og anvendelse"</i>		
	<i>"Uorganisk kemi: stofkendskab, herunder opbygning og egenskaber, og anvendelse for udvalgte uorganiske stoffer, herunder ionforbindelser"</i>	<i>"Uorganisk kemi: stofkendskab, herunder opbygning og egenskaber, og anvendelse for udvalgte uorganiske stoffer, herunder ionforbindelser inklusiv forbindelser med overgangsmetaller"</i>
	<i>"Organisk kemi: stofkendskab, herunder opbygning, egenskaber, isomeri, og anvendelse for stofklasserne carbonhydrider, alkoholer, carboxylsyrer og estere, samt opbygning af og udvalgte relevante egenskaber for stofklasserne aldehyder, ketoner og aminer"</i>	<i>"Organisk kemi: stofkendskab, herunder opbygning, egenskaber, isomeri, og anvendelse for stofklasserne carbonhydrider, alkoholer, aldehyder, ketoner, carboxylsyrer og estere, samt opbygning af og udvalgte relevante egenskaber for stofklasserne aminer, phenoler, amider og aminosyrer"</i>
	<i>"Eksempel på makromolekyler"</i>	<i>"Biokemi: opbygning af og udvalgte relevante egenskaber for makromolekylerne carbohydrater, lipider, proteiner og enzymer"</i>
	<i>"Stofidentifikation ved kvalitative analyser"</i>	<i>"Stofidentifikation ved kvalitative analyser og spektroskopisk identifikation ved hjælp af IR og ¹H-NMR"</i>
	<i>"Organiske reaktionstyper: substitution, addition, elimination, kondensation og hydrolyse"</i>	Samme som kemi B

Kemi C

Kemiske bindinger omfatter ion- og elektronparbindinger. På C-niveau anvendes den introducerede atommodel til at beskrive de to typer kemiske bindinger samt til at beskrive molekylers og ionforbindelsers opbygning. Ionforbindelser omfatter forbindelser med såvel enatomige ioner som fleratomige ioner. Simple molekyler med udgangspunkt i elektronparbindinger omfatter både simple forbindelser fra organisk og uorganisk kemi, og det vil være naturligt at nævne eksempler på forbindelser med enkelt-, dobbelt- og tripebindinger. Det er ikke et krav på C-niveau, at der er systematisk gennemgang af stofklasser inden for organiske kemi. Den organiske navngivning omfatter navngivning af carbonhydrider.

Kemi B

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

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

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

Stofidentifikation ved kvalitative analyser omfatter klassiske kemiske test inden for organisk kemi.

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

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

Kemi A

Uorganisk kemi skal omfatte eksempler på uorganiske molekyler og ion-forbindelser. Ionforbindelser omfatter forbindelser med såvel enatomige ioner som fleratomige ioner. Valg af uorganiske forbindelser kan foretages ud fra flere kriterier, for eksempel anvendelse i hverdagen, beskrivelse af en industriel proces, stofkredsløb i naturen eller et miljømæssigt problem. Forbindelserne udvælges, således at den store bredde i de uorganiske forbindelser bliver illustreret.

Organisk kemi omfatter de funktionelle grupper til hydroxy-, carbonyl-, carboxyl-, ester-, amino- og amidgrupperne, samt dobbelt- og tripelbindinger mellem C-atomer. Udvalgte relevante egenskaber for stofklasserne aminer, phenoler, amider og aminosyrer omfatter kendskab til de tilknyttede funktionelle grupper. For aminer skal deres mulighed for at danne intermolekylære bindinger kendes, samt syre-baseegenskaber for aminer, phenoler og aminosyrer. Forståelsen af amider og aminosyrer skal endvidere ses i relation til dannelse af proteiner ved peptidbinding.

Carbohydrater omfatter kendskab til de mest almindelige mono-, di- og polysaccharider, inddeling og eksempler på bindinger i disacchariderne. Proteiner tager udgangspunkt i amidgruppen og peptidbindingen, og omfatter et overordnet kendskab til opbygningen af proteiner, samt kendskab til intermolekylære bindinger ved beskrivelse af bindingerne mellem eksempelvis et substrat og det tilknyttede enzym. Det fremgår af [IUPAC goldbook](#) hvilke bindingstyper der betragtes som intermolekylære. På kemi A omfatter intermolekylære bindinger, hydrogenbindinger, dipol-dipolbindinger, london bindinger såvel som ionbinding.

Lipider omfatter primært kendskab til triglyceriderne.

Stofidentifikation ved kvalitative analyser omfatter klassiske kemiske test inden for organisk kemi. Identifikation ved hjælp af IR omfatter identifikation af de vigtigste funktionelle grupper, samt at kunne genkende mættethed/umættethed. Inddragelse af fingeraftryksområdet, dvs. området med bølgetal under 1500 cm^{-1} , er ikke en del af kernestoffet. Identifikation ved hjælp af $^1\text{H-NMR}$ omfatter bestemmelse af en struktur af forholdsvis simple molekyler ved hjælp af kemiske skift, integralkurve og koblingsmønstret. Ved både IR forventes det, at der kan inddrages relevante tabeller ved analyser af spektre. Ved $^1\text{H-NMR}$ forventes det, at der kan inddrages relevante tabeller ved analyser af spektre eller at kunne generere et $^1\text{H-NMR}$ ved hjælp af et digitalt værktøj.

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

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

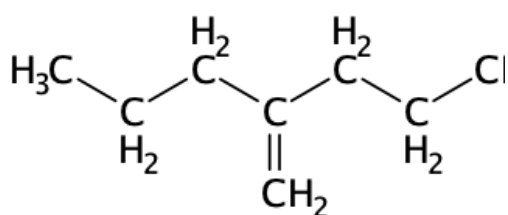
Navngivning af kemiske forbindelser i den gymnasiale kemiundervisning tager i videst muligt omfang udgangspunkt i IUPAC's anbefalinger og den tilpasning til dansk, som [Kemisk Forenings Nomenklatur-udvalg](#) står for. Det er vigtigt at holde fast i, at anbefalingerne ikke kun peger på et enkelt system til navngivning af kemiske forbindelser, men at der kan være tale om flere systemer, som principielt kan accepteres som "systematisk navngivning" i kemifaget. Dette ses især inden for navngivning i uorganisk kemi, link til [Dansk oversættelse af uorganisk-kemisk nomenklatur, IUPAC i 2015](#).

Inden for den organiske kemi kan forbindelser også have ikke-systematiske eller halvsystematiske navne, og IUPAC-anbefalinger tillader desuden ofte flere systematiske navne. I organisk kemi i gymnasieskolen benyttes primært substitutiv nomenklatur. Ved navngivningen behandles en kemisk forbindelse som en kombination af en *stamforbindelse* og *karakteristiske grupper*, af hvilke én tildeles rollen

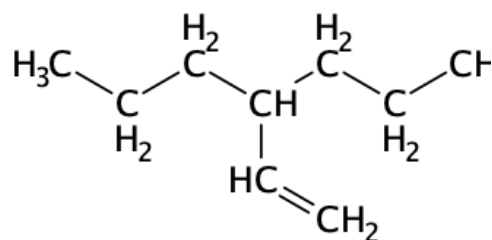
som *principal karakteristisk gruppe*. Nogle traditionelle navne (fx styren, urinstof) bruges også i den systematiske nomenklatur. Læs mere i [Dansk oversættelse af organiske kemisk nomenklatur IUPAC](#).

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

Det drejer sig om navngivning af alken og alkyner, det vil sige prioritering ved valg af hovedkæde i umættede og forgrenede carbonhydrider. Ifølge IUPAC's anbefaling skal man vælge den længste carbonkæde, som grundstammen i navnet, uanset om den indeholder en dobbeltbinding/tripelbinding eller ej. Reglen er implementeret i de mest benyttede programmer til autogenering af organiske navne. Et par eksempler er vist nedenfor.



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



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

Endvidere drejer det sig om navngivningen af ester. I esternavngivningen indføres parenteser om syrestedelen i esternavnene for at undgå misforståelser om det er en ester eller baseformen af en given syre. Eksempelvis kan phenylacetat være baseformen af phenylethansyre, men det kunne også være en ester. Phenyl(acetat) vil således være esteren, som er fremstillet fra phenol og ethansyre.

Særligt ved oversættelse fra engelske navne skal man være opmærksom på at parentesen om syrestedelen i esternavnene erstatter det mellemrum, der er på engelsk. For eksempel 'methyl acetate'.

Estere kan også navngives efter modellen 'Ethansyrephenylester'. Denne navnetype er ofte bekvem på dansk, men bruges ikke af IUPAC længere.

IUPAC's anbefaling vil blive fulgt, i fald der bliver behov for dette i forbindelse med de skriftlige prøver i kemi.

Tabel 2.8: relevant kernestof

Kemi C	Kemi B	Kemi A
"Stofmængdeberegninger i relation til reaktionsskemaer, herunder stofmængdekoncentration"	"Mængdeberegninger i relation til reaktionsskemaer og opløsninger"	"Mængdeberegninger i relation til reaktionsskemaer, herunder med inddragelse af gasser og opløsninger"

Kemi C

Kemiske mængdeberegninger omfatter anvendelse af begreberne stofmængde, molarmasse og stofmængdekoncentration og tilknyttede formler ved kvantitative beregninger, samt at begreberne kan benyttes i forbindelse med simple reaktionsskemaer.

Kemi B

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

Kemi A

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

Tabel 2.9: relevant kernestof.

Kemi C	Kemi B	Kemi A
<i>"Fældnings-, simple redox- og syre-basereaktioner, herunder pH-begrebet"</i>	<i>"Fældnings- og redoxreaktioner, herunder afstemning med oxidationstal"</i>	Samme som kemi B
	<i>"Syre-basereaktioner, herunder beregning af pH for vandige opløsninger af syrer henholdsvis baser"</i>	<i>"Syre-basereaktioner, herunder beregning af pH for vandige opløsninger af syrer, baser, blandinger af disse og puffersystemer, samt Bjerrumdiagrammer"</i>

Kemi C

Simple redoxreaktioner betyder, at eleverne kender til elektronoverførelsesreaktionerne, men der forventes ikke kendskab til oxidationstal eller systematisk afstemning af redoxreaktioner. Der er på C-niveau ikke krav om, at der skal gives eksempler på redoxreaktioner fra både organisk og uorganisk kemi.

Kemi B

Redoxreaktioner omfatter både eksempler fra organisk og uorganisk kemi.

Kemi A

Redoxreaktioner omfatter både anvendelse af spændingsrækken og eksempler fra organisk og uorganisk kemi.

Syre-basereaktioner tager udgangspunkt i Brønstedts definition af syrer og baser, samt at reaktionstypen er karakteriseret som en hydronoverførsel.

Kemi C

Begrebet pH skal introduceres således, at der er forståelse for, at der er sammenhæng mellem pH og den aktuelle stofmængdekonzentration af oxonium, og at denne sammenhæng ikke er lineær. På C-niveau kan simple beregninger af pH i opløsninger med stærke syrer eller baser introduceres.

Kemi B

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

Kemi A

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

Tabel 2.10: relevant kernestof.

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

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

Kemi B

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

Kemi A

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

Tabel 2.11: relevant.

Kemi C	Kemi B	Kemi A
		<i>"Termodynamiske tilstandsfunktioner; entalpi, entropi og Gibbs-energi i relation til kemiske reaktioners forløb"</i>

Kemi A

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

Tabel 2.12: relevant kernestof.

Kemi C	Kemi B	Kemi A
	<i>"Reaktionshastighed på kvalitativt grundlag, herunder katalyse"</i>	<i>"Reaktionskinetik, herunder reaktionsorden, katalyse og hastighedskonstantens temperaturafhængighed"</i>

Kemi B

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

Kemi A

Reaktionskinetik omfatter blandt andet analyse af nulte-, første- og simple andenordens reaktioner, herunder anvendelse af tilknyttede lineære udtryk, grafisk afbildning af data og model samt at kunne forholde sig til en models beskrivelse af data ud fra den grafiske afbildning herunder brug af residualplot eller eventuel forklaringsgraden. Hastighedskonstantens temperaturafhængighed omfatter anvendelse af Arrhenius-ligningen. Katalyse kan opfattes bredt, eksempelvis katalyse i laboratoriet, i industriel produktion og i biokemi.

Der forventes et elementært kendskab til begrebet reaktionsmekanisme med tilknyttede elementarreaktioner.

Tabel 2.13: relevant kernestof.

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

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

Kemi C

Der forventes ikke kendskab til og beherskelse af flere former for metoder til separation eller titrering.

Kemi B

Der skal være kendskab til mere end en form for separation.

Simpel syntese kan være såvel inden for uorganisk som organisk kemi.

Titrering omfatter bl.a. syre-base-titrering for monohydrone syrer og baser, herunder anvendelse af titrerkurver til kvantitative undersøgelser.

Spektrofotometri omfatter kendskab til grundlæggede begreber som absorbans, molar absorptionskoefficient og Lambert-Beers lov, samt anvendelse af metoden til kvantitative undersøgelser ved brug af standardkurver.

Der er ikke krav om kendskab til en bestemt type af chromatografisk metode, men metodens centrale begreber som stationære og mobile faser, og hvordan stof-blandinger kan adskilles, skal kunne benyttes. På B niveau er der ikke krav om, at chromatografi både benyttes til kvalitative analyser og til kvantitative undersøgelser.

Kemi A

Der skal være kendskab til mere end en form for separation.

Syntese kan være såvel inden for uorganisk som organisk kemi, men der skal gives eksempel på, hvordan kvantitative beregninger i form af udbytteprocent kan knyttes til kemisk syntese. Titrering omfatter blandt andet syre-base-titrering med eksempler fra både mono- og polyhydrone syrer og baser, herunder anvendelse af titrerkurver til kvantitative undersøgelser. Der skal også gives eksempler på andre typer titrering end syre-base-titrering, eksempelvis redoxtitrering.

Spektrofotometri omfatter kendskab til grundlæggede begreber som absorptionskoefficient og Lambert-Beers lov, samt anvendelse af metoden til kvantitative undersøgelser ved brug af standard-kurver.

Der er ikke krav om kendskab til en bestemt type af chromatografisk metode, men området omfatter kendskab til chromatografis centrale begreber som stationære og mobile faser, og hvordan stoffblandinger kan adskilles. På A niveau skal eleverne kunne benytte chromatografi både til kvalitative analyser af en stoffblanding og til kvantitative undersøgelser. Det er således ikke tilstrækkeligt kun at benytte TLC som eksempel på chromatografi.

Tabel 2.14: relevant kernestof.

Kemi C	Kemi B	Kemi A
<i>"Kemikaliemærkning og sikkerhedsvurdering ved eksperimentelt arbejde"</i>	Samme som kemi C	Samme som kemi C

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

2.3 Supplerende stof

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

Kemi B

Hvor kemi B er et studieretningsfag udvælges det faglige stof i nogle forløb med henblik på samarbejde med andre fag.

Kemi A

Hvor kemi A er et studieretningsfag udvælges det faglige stof i nogle forløb med henblik på samarbejde med andre fag.

”Der kan indgå materiale på engelsk samt, når det er muligt, på andre fremmedsprog.”

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

2.4 Omfang

Tabel 2.15: omfang af fagligt stof.

Kemi C	Kemi B	Kemi A
”Forventet omfang af fagligt stof er normalt svarende til 120-200 sider”	”Forventet omfang af fagligt stof er normalt svarende til 250-400 sider”	”Forventet omfang af fagligt stof er normalt svarende til 450-600 sider”

Kemi B

Omfanget dækker det samlede forløb 0 → B.

Kemi A

Omfanget dækker det samlede forløb 0 → A.

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

2.4.1 Undervisningsbeskrivelse

Undervisningsbeskrivelsen dokumenterer, at undervisningen har været tilrettelagt i overensstemmelse med læreplanen. Undervisningsbeskrivelsens hovedformål er at sikre, at eleverne har den nødvendige information vedr. eksamen, og at censor kan forberede sig til at varetage sit hverv som censor. Med henblik herpå udfyldes en undervisningsbeskrivelse, hvis hovedformål er at beskrive de temaer, som det samlede undervisningsforløb har været organiseret i. Der er ikke centralt fastlagte formkrav til undervisningsbeskrivelser. Det er således muligt at anvende de forskellige studieadministrative systemer til at udfærdige undervisningsbeskrivelser, eller der kan anvendes lokalt udformede skabeloner. Styrelsen for Undervisning og Kvalitet har udarbejdet en vejledende skabelon, som eventuel kan anvendes. En undervisningsbeskrivelse skal indeholde:

1. En samlet oversigt over de gennemgåede forløb i faget.
2. Et kort resumé af forløbets indhold og fokus, herunder hvilke centrale problemstillinger, der har været arbejdet med.

3. Angivelse af, hvilke faglige mål og hvilket kernestof i henhold til læreplanen der har været centrale i forløbet.
4. Det gennemgåede materiale fordelt på kernestof og supplerende stof, herunder omfang.
5. Undervisningens tilrettelæggelse i henhold til læreplanens krav om arbejdsformer.

Det er vigtigt, at det indholdsmæssige og tematiske fokus for hvert forløb beskrives fyldestgørende, herunder perspektiveringens temaer. Emnets titel og anvendte tekster kan ikke gøre det ud for en sådan beskrivelse. Beskrivelsen kan med fordel være kort, men skal kunne sætte en udenforstående ind i det overordnede indholdsmæssige og tematiske fokus i de enkelte forløb. Vejledningen til undervisningsbeskrivelser kan findes her.

3 Tilrettelæggelse

3.1 Didaktiske principper

Der kan være større forskelle i elevernes forudsætninger i kemi fra grundskolen, hvilket især i begyndelsen af kemiundervisningen kan have stor betydning. Det kan være fordel for undervisningen dels at have kendskab til den kemifaglige viden og metodekendskab, som eleverne kan komme med fra grundskolen, og dels variationen i elevernes kendskab til kemi. Faget fysik/kemi er et obligatorisk fag i Folkeskolen fra 7.-9. klasse og udgør et trinforløb for 7.-9.klasse. Eleverne har i grundskolen også arbejdet med de fire naturvidenskabelige kompetencer, og disse er i grundskolen formuleret som: undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation.

Eleverne har i grundskolens ældste klasser modtaget undervisning i biologi, geografi og fysik/kemi. Læs mere om elevernes faglige forudsætninger (fælles mål, læseplan og vejledning) på www.emu.dk

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

Der lægges vægt på at arbejde med forløb, hvor der for eksempel tages udgangspunkt i kemiske problemstillinger, der viser eleverne kemis betydning for forståelse af deres hverdag og omverden. Det kan bidrage til en perspektivering af kemi, samtidig med at faget bliver anvendelsesorienteret. Se eventuel EMU for inspiration.

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

3.2 Arbejdsformer

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

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

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

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

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

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

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

I det samlede forløb tilstræbes en progression såvel i det teoretiske som i det eksperimentelle arbejde, og undervisningen kan gennemføres med en progression fra høj lærerstyring mod mere elevstyrede aktiviteter.

Der kan med fordel introduceres relevante kemiske og matematiske digitale værktøjer tidligt i undervisningsforløbet, således at eleverne opnår et grundigt kendskab til anvendelsen af disse værktøjer på en hensigtsmæssig måde.

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

3.2.1 Udadrettede aktiviteter og karrierelæring

Den daglige undervisning skal afspejle, at kemi er en del af vores dagligdag og udgør en væsentlig del af eksempelvis den industrielle produktion. Endvidere skal det fremgå, at kemi spiller en central rolle i den teknologiske udvikling og ved løsning af diverse opgaver i samfundet, eksempelvis inden for miljøområdet eller ved udvikling af nye produkter. Besøg på virksomheder, miljøanlæg, analyselaboratorier, samt anvendelse af gæstelærere kan være med til at skabe sammenhæng mellem fagets faglige indhold og praktiske/teknologiske anvendelser, og kan samtidig give eleverne en forståelse for, hvordan kemi indgår i forskellige erhverv. Sådanne udadrettede aktiviteter kan indgå i undervisningen. Det er dog vigtigt, at det tilpasses til fagets niveauet. Omfanget vil dog afhænge af de praktiske muligheder, der er for undervisningen.

3.2.2 Mundtligt og skriftligt arbejde

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

Kemi C

Uanset om der er tildelt fordybelsestid til undervisningen i kemi C, skal eleverne arbejde med forskellige skriftlige genrer eksempelvis journaler, rapporter og skriftlige opgaver. Desuden, hvis det er muligt, opgaver i samspil med andre fag. Disse genrer kan betragtes som typer af formidlingskrivning. Hvis ikke der tildeles fordybelsestid, foregår både vejledning og kommentering af det skriftlige arbejde i undervisningen. Der stilles i læreplanen ikke krav til et bestemt antal rapporter eller lignende skriftlige arbejder. Eleverne forventes blot at kende de forskellige genrer nævnt i læreplanen.

Opgaveløsning kan indgå som en del af undervisningen og anvendes på kemi C til at understøtte den mundtlige indlæring af centrale begreber og brugen af korrekt kemisk fagsprog.

Kemi B

Eleverne skal arbejde med forskellige skriftlige genrer eksempelvis journaler, rapporter, skriftlige opgaver og opgaver i samspil med andre fag. Disse genrer kan betragtes som typer af formidlingskrivning. Der stilles i læreplanen ikke krav til et bestemt antal rapporter eller lignende skriftlige arbejder. Eleverne forventes blot at kende de forskellige genrer nævnt i læreplanen.

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

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. Skriftligt arbejde i kemi B kan derudover især bidrage til at styrke skrivekompetencer i at anvende og inddrage af faglig argumentation, citater, figurer, tabeller, med mere. De forskellige skriftlige genrer i kemi kan endvidere være med til at forberede eleverne på de krav til faglig formidling, som forventes ved skrivning af studieretningsopgave eller studieretningsprojekt, hvori kemi indgår. Dette er vigtigt i forhold til træning af elevernes studieforberevende skrivekompetencer.

Kemi A

Eleverne skal arbejde med forskellige skriftlige genrer for eksempel journaler, rapporter, skriftlige opgaver og opgaver i samspil med andre fag. Disse genrer kan betragtes som typer af formidlingskrivning. Der stilles i læreplanen ikke krav til et bestemt antal rapporter eller lignende skriftlige arbejder. Eleverne forventes blot at kende de forskellige genrer nævnt i læreplanen.

På A-niveau er skriftlig kemi en del af prøven ved almen 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. I besvarelse af en opgave skal elevernes tankegang fremgå tydeligt. Derfor skal eleverne vænnes til at skrive forklarende tekst i besvarelserne, hvor det skønnes nødvendigt. Ud over kravene til numerisk korrekthed og korrekte afstemte reaktionsskemaer med angivelse af tilstandsformer kan der stilles krav om strukturformler samt forklarende tekst til en beregnet størrelse. Det er vigtigt konstant at arbejde med elevernes talforståelse i kemi, som for eksempel brug af betydende cifre og enheder. Det skal således tydeligt fremgå af den skriftlige besvarelse, hvad der er elevens eget arbejde. I opgaverne til den afsluttende skriftlige prøve anvendes en række typeord, som eleverne gennem deres daglige undervisning bør trænes i forståelse og brug af. Typeordlisten kan findes i [Lærerens hæfte](#) (se under kemi). Endvidere er det vigtigt at træne eleverne i en hensigtsmæssig brug af diverse digitale værktøjer, som kan benyttes i kemi, herunder matematiske redskaber og fagspecifikke digitale tegneprogrammer. Læs yderligere gode råd og tydeliggørelse af forventningerne til den skriftlige prøve i Lærerens hæfte, som er en lærervejledning til brug ved de digitale skriftlige prøver.

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. Skriftligt arbejde i kemi A kan derudover især bidrage til at styrke skrivekompetencer i at anvende og inddrage af faglig argumentation, citater, figurer, tabeller, med mere. De forskellige skriftlige genrer i kemi kan endvidere være med til at forberede eleverne på de krav til faglig formidling, som forventes ved skrivning af studieretningsopgave eller studieretningsprojekt, hvori kemi indgår. Dette er vigtigt i forhold til træning af elevernes studieforberevende skrivekompetencer.

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

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

3.2.3 Eksperimentelt arbejde

Det eksperimentelle arbejde spiller en central rolle i kemiundervisningen, og det forventes, at eleverne opnår et kendskab til forskellige eksperimentelle metoder, samt at eleverne arbejder med både kvalitative og kvantitative metoder. Ved såvel tilrettelæggelsen af elevernes forberedelse som ved selve afviklingen af det eksperimentelle arbejde bør der tilstræbes variation og progression. Der kan varieres mellem forskellige former for eksperimenter, ligesom der veksles mellem forskellige typer af vejledninger til

eksperimenter. Progression kan eksempelvis omfatte, at øvelsesvejledninger skifter karakter fra kogebogsopskrifter til eksperimentelle opgaver, hvortil der udleveres mere kortfattede vejledninger, så eleverne selv i et vist omfang skal udarbejde en fuld vejledning. Det kan dog ikke forventes, at eleverne selv skal kunne planlægge det eksperimentelle arbejde. En del eksperimenter kan afvikles som mikroskalakemi, som også kan indgå i forbindelse med diskussioner vedrørende risiko- og sikkerhedsforhold og håndtering af kemikalieaffald. Demonstrationsforsøg, små forforsøg, grubletegninger og lignende aktiviteter af eksperimentel karakter (se eventuel EMU'en) kan anvendes i forbindelse med introduktion til et fagligt emne eller tema med henblik på at få eleverne til at formulere spørgsmål/undersøgelser, der kan danne grundlag for det videre arbejde.

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

Kemi C

I den mundtlige prøve på kemi C skal eleverne udføre eksperimentelt arbejde som en del af prøven. Ved prøven kan eleverne endvidere arbejde sammen i grupper på to. Det er derfor vigtigt, at man igennem det samlede undervisningsforløb er opmærksom på, at eleverne skal opnå tilstrækkeligt med erfaringer til at kunne gennemføre den eksperimentelle del af en eventuel mundtlig prøve. Dette omfatter også gode laboratorievaner og forståelse for, hvordan kemiefald bortskaffes, da disse elementer vil være en del af bedømmelse. Det er endvidere vigtigt, at der planlægges en undervisning med et tilstrækkeligt omfang og forskelligartede eksperimenter til, at en mundtlig prøve vil være mulig at gennemføre. Demonstrations- og virtuelle forsøg er ikke velegnet i denne sammenhæng.

Elevernes eget eksperimentelle arbejde skal udgøre mindst 20 % af fagets undervisningstid, og elevernes tid til efterbehandling i form af for eksempel databehandling, udarbejdelse af screencast eller skrivning af rapporter kan ikke medregnes i de 20 %. Mindre dele af forarbejdet til et eksperiment kan medregnes, hvis det udgør et centralt element til gennemførelsen af det konkrete eksperiment, eksempelvis opstilling af en hypotese, en nødvendig beregning eller selvstændig planlægning af eksperimentet. Men arbejde med kemisk teori eller metoder, som kan danne en generel baggrund for et eksperimentelt arbejde, indgår ikke i elevernes eget eksperimentelle arbejde og medtælles ikke i den tilknyttede afsatte tid. Arbejde med virtuelle eksperimenter, molekylmodeller, demonstrationsforsøg, videofilm af forsøg og lignende aktiviteter udgør ikke en del af elevernes eget eksperimentelle arbejde, selv om sådanne undervisningsaktiviteter kan udgøre vigtige bidrag til elevernes arbejde med fagets faglige indhold.

Kemi B

Elevernes eget eksperimentelle arbejde skal udgøre mindst 20 % af fagets undervisningstid, og elevernes tid til efterbehandling i form af for eksempel databehandling, udarbejdelse af screencast eller skrivning af rapporter kan ikke medregnes i de 20 %. Mindre dele af forarbejdet til et eksperiment kan medregnes, hvis det udgør et centralt element til gennemførelsen af det konkrete eksperiment, eksempelvis opstilling af en hypotese, en nødvendig beregning eller selvstændig planlægning af eksperimentet. Men arbejde med kemisk teori eller metoder, som kan danne en generel baggrund for et eksperimentelt arbejde, indgår ikke i elevernes eget eksperimentelle arbejde og medtælles ikke i den tilknyttede afsatte tid. Arbejde med virtuelle eksperimenter, molekylmodeller, demonstrationsforsøg, videofilm af forsøg og lignende aktiviteter udgør ikke en del af elevernes eget eksperimentelle arbejde, selv om sådanne undervisningsaktiviteter kan udgøre vigtige bidrag til elevernes arbejde med fagets faglige indhold.

Kemi A

Elevernes eget eksperimentelle arbejde skal udgøre mindst 16 % af fagets undervisningstid, og elevernes tid til efterbehandling i form af for eksempel databehandling, udarbejdelse af screencast eller skrivning af rapporter kan ikke medregnes i de 16 %. Mindre dele af forarbejdet til et eksperiment kan medregnes, hvis det udgør et centralt element til gennemførelsen af det konkrete eksperiment, eksempelvis opstilling af en hypotese, en nødvendig beregning eller selvstændig planlægning af eksperimentet. Men arbejde med kemisk teori eller metoder, som kan danne en generel baggrund for et eksperimentelt arbejde, indgår ikke i elevernes eget eksperimentelle arbejde og medtælles ikke i den tilknyttede afsatte tid. Arbejde med virtuelle eksperimenter, molekylmodeller, demonstrationsforsøg, videofilm af forsøg og lignende aktiviteter udgør ikke en del af elevernes eget eksperimentelle arbejde, selv om sådanne undervisningsaktiviteter kan udgøre vigtige bidrag til elevernes arbejde med fagets faglige indhold.

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

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

Kemi C

Dette kan dog ofte være vanskeligt at gennemføre på et C-niveau.

3.2.4 Risiko- og sikkerhedsforhold

Ved eksperimentelt arbejde er eleverne omfattet af arbejdsmiljølovens udvidede område. Bestemmelserne i dette område retter sig mod arbejdet, uanset hvem der udfører arbejdet, og hvor det udføres. De gælder således også, selv om arbejdet ikke udføres for en arbejdsgiver (Arbejdsmiljølovens § 2 stk. 3), hvorimod eleverne ikke er omfattet af arbejdsmiljøloven, når de modtager teoretisk undervisning.

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

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

Regelsættet, der regulerer eksperimentelt arbejde i gymnasieskolen, er omfattende, blandt andet fordi der findes [regler for indretning](#) og brug af laboratorier og for indkøb, opbevaring og brug af kemikalier, herunder mærkning af kemikalier, jævnfør [miljøstyrelsens hjemmeside](#) og udarbejdelse af instruktioner m.v. Ansvar for, at reglerne overholdes, er fordelt på arbejdsgiveren, den lokale sikkerhedsgruppe og på de enkelte lærere. I forbindelse med kemikalimærkning er der udarbejdet en kemikaliedatabase specielt rettet mod de gymnasiale uddannelser, som skolerne kan abonnere på. [Kemikaliedatabasen](#) opdateres af Joblife. Ud over de allerede nævnte hjemmesider med informationer om forskellige aspekter af regelsættet om eksperimentelt arbejde i gymnasieskolen skal også henvises til [Giftlinjen](#).

3.3 It

Der er mange forskellige muligheder for at inddrage digitale værktøjer i kemiundervisningen, som giver en faglig og pædagogisk fordel.

Kemi C

Eleverne introduceres til anvendelse af relevante digitale værktøjer, herunder generativ kunstig intelligens, og der kan arbejdes med en progression fra helt simple anvendelser til en mere omfattende udnyttelse af mulighederne. Digitale værktøjer anvendes hvor det skønnes hensigtsmæssigt i forhold til elevernes læringsproces og digitale dannelse.

Kemi B

Eleverne bør kunne anvende et bredt udvalg af digitale værktøjer i den daglige undervisning, som i kemi blandt andet kan omfatte dataopsamling og -behandling ved eksperimentelt arbejde og matematikprogrammer til behandling af kvantitative problemstillinger i kemi. Der sker en progression fra helt simple anvendelser til en mere omfattende udnyttelse af mulighederne. Fagets skriftlige dimension stiller krav om formidling af kemifaglig information, og i den forbindelse vil de forskellige digitale værktøjer naturligt indgå, herunder matematikprogrammer eller kemiprogrammer til tegning af kemiske strukturer eller forskellige former for kemiske analyser eller generativ kunstig intelligens. Digitale værktøjer anvendes hvor det skønnes hensigtsmæssigt i forhold til elevernes læringsproces og digitale dannelse.

Kemi A

Eleverne skal kunne anvende et bredt udvalg af digitale værktøjer i den daglige undervisning, som i kemi blandt andet skal omfatte dataopsamling og –behandling ved eksperimentelt arbejde og matematikprogrammer til behandling af kvantitative problemstillinger i kemi. Der sker en progression fra helt simple anvendelser til en mere omfattende udnyttelse af mulighederne. Fagets skriftlige dimension stiller krav om formidling af kemifaglig information. It og digitale medier og værktøjer, herunder generativ kunstig intelligens, benyttes hvor det skønnes hensigtsmæssigt i forhold til elevernes læringsproces og digitale dannelse.

I forhold til den del af fagets skriftlige dimension, som fører frem til den skriftlige prøve, kan det være en fordel så tidligt som muligt at arbejde med, at eleverne benytter deres digitale værktøjer fra matematikundervisningen i behandling af kemifagets kvantitative aspekter, og at de bliver bekendte og fortrolige med anvendelsen af kemiprogrammer til tegning af kemiske strukturer eller forskellige former for kemiske analyser.

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

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

3.4 Samspil med andre fag

Kemi har faglige og metodiske berøringsflader med flere af de øvrige gymnasiefag på stx, hvilket åbner mange muligheder for fagligt samspil.

Kemi C

Samspillet kan omfatte studieretningsfag, obligatoriske fag og valgfag, og gennemføres i det omfang, det er muligt.

Kemi B

Når kemi B er et studieretningsfag, vil der være mulighed for at gennemføre flere faglige samspil med andre fag igennem det samlede gymnasieforløb. Muligheden for fagligt samspil er ikke kun begrænset til andre naturvidenskabelige fag, men kan også omfatte eksempelvis humanistiske fag eller samfundsfag. Dele af det faglige stof bør vælges, så det bidrager til styrkelse af det faglige samspil mellem fagene og i studieretningen. De faglige samspil kan være mindre omfattende, eksempelvis forløb hvor et fælles område belyses parallelt i to fag, og fagenes forskellige fagligheder kan støtte og perspektivere hinanden. De faglige samspil kan også være planlagt som mere omfattende forløb.

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

Kemi A

Når kemi A er et studieretningsfag, vil der være mulighed for at gennemføre flere faglige samspil med andre fag igennem det samlede gymnasie-forløb. Muligheden for fagligt samspil er ikke kun begrænset til andre naturvidenskabelige fag, men kan også omfatte eksempelvis humanistiske fag eller samfundsfag. Dele af det faglige stof bør vælges, så det bidrager til styrkelse af det faglige samspil mellem fagene og i studieretningen. De faglige samspil kan være mindre omfattende, eksempelvis forløb hvor et fælles område belyses parallelt i to fag, og fagenes forskellige fagligheder kan støtte og perspektivere hinanden, men de faglige samspil kan også være planlagt som mere omfattende forløb. De faglige samspil giver mulighed for, at perspektivere elevernes kemifaglige viden.

Et af forløbene skal være sammen matematik med udgangspunkt i et fagligt tema, hvor fagligt indhold fra begge fag kommer i spil og samlet vil styrke den faglige fordybelse.

3.4.1 Studieretningsprojekt

I forbindelse med studieretningsprojektet skal der som bekendt inddrages basal videnskabsteori og metode overvejelser.

For yderligere information om studieretningsprojektet henvises til læreplan og vejledning på uvm.dk samt de supplerende vejledninger. De supplerende vejledninger til studieretningsprojektet findes på emu.dk.

Det er vigtigt at være opmærksom på at *“der kan være forskelle i skolernes praktiske udmøntning af arbejdet med basal videnskabsteori og faglige metoder, hvilket kan være nødvendigt at tage højde for i forbindelse med den afsluttende mundtlige prøve”*, jævnfør supplerende vejledning om “Basal videnskabsteori i studieretningsprojektet”.

Basal-videnskabsteori

Kemi er et naturvidenskabeligt fag, hvor viden i faget fremkommer som følge af en vekselvirkning mellem teoretisk forståelse, arbejde med modeller og eksperimentelt arbejde i faget. *“I arbejdet med basal videnskabsteori sættes arbejdet med fagene og de anvendte metoder i et mere overordnet, videnskabeligt perspektiv.”* jævnfør vejledning studieretningsprojektet. Det kan eksempelvis dreje sig om hvilke typer af viden, der opnås ved at bruge en række konkrete kvantitative og kvalitative metoder, der kan anvendes med en induktiv eller hypotetisk-deduktiv tilgang.

I samspillet med et andet fag indgår kemi med sin egen identitet. Her udforskes, beskrives og forklares kemiske forbindelsers opbygning og egenskaber samt hvordan kemiske forbindelser kan ændres ved reaktioner. Det er essentielt for kemifaget, at kemisk viden og begrebsforståelse udvikles gennem en vekselvirkning mellem teori, modeller og eksperimenter. I modeller findes implicit teoriens begreber og love. Eksempelvis bliver Brøndstedts syre-base teori omtalt som en teori, når der præsenteres definitioner. En model af Brøndstedts syre-base teori kan være en illustration af hydronoverførsel ved hjælp af tegninger og formler.

Metoder

Metode er den faglige måde, eleven har arbejdet med stoffet på. Forskellige metoder kan give forskellige svar. Det er derfor vigtigt, at eleven kan redegøre for valg af metoder.

På et konkret niveau omfatter kemifagets metoder blandt andet fagets mange forskellige typer af eksperimentelle metoder og teknikker, arbejde med kemiske modeller, brugen af kemis særlige formel- og symbolsprog for eksempel i forbindelse med en reaktionsmekanisme og arbejde med kemis forskellige beregningsmetoder herunder inddragelse af matematik.

Eksperimentelle metoder

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

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

Når kemi bidrager med empiri, enten i form af resultater fra eget eksperimentelt arbejde eller ved kritisk gennemgang af andres eksperimentelle arbejde, er det vigtigt, at det empiriske materiale har en kvalitet således, at eleven kan demonstrere empirikompeterencer. Empirikompeterencer omfatter blandt andet kendskab til og anvendelse af udstyr i et kemilaboratorium, samt hvordan man indsamler og efterbehandler iagttagelser og resultater fra eksperimentelt arbejde.

Hvis eleven har udført eget individuelt eksperimentelt arbejde, skal tilgængelig dokumentation af det eksperimentelle arbejde, data og efterbehandling af disse præsenteres i det skriftlige produkt, mens supplerende resultater og anvendte materialer kan fremgå af bilag. Bemærk dog som beskrevet nedenfor under studieretningsprojektets skriftlige produkt, at bilag er udenfor bedømmelse. Eksempelvis har eleven foretaget en række målinger. Punkterne der ligger til grund for denne graf fremgår af et bilag, mens den grafiske afbildning er placeret indenfor de 15-20 sider i studieretningsprojektets skriftlige produkt. Dokumentationen bør have et omfang således, at der i det skriftlige produkt er en rød tråd, og at det er muligt at følge fremkomst af resultater og beregninger.

Det er ikke et formelt krav, at der skal indgå eksperimentelt arbejde i studieretningsprojektet, selvom om der er en lang tradition for dette. Det er op til det konkrete projekt, om der skal udføres eksperimentelt arbejde i forbindelse med projektet eller ej. Fordele ved at inddrage eksperimentelt arbejde kan være, at det vil give eleven gode muligheder for at demonstrere selvstændighed og vise sit faglige niveau i kemi (inklusiv at kunne analysere og vurdere data). Derudover kan man relativt nemt variere opgaver til elever, der har samme emneområde.

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

Studieretningsprojektets skriftlige produkt

"Forside, indholdsfortegnelse, noter, litteraturliste, figurer, tabeller og lignende materialer medregnes ikke i omfanget. Eventuelle bilag betragtes ikke som en del af den skriftlige opgave." jævnfør læreplan for studieretningsprojekt. Derfor placeres figurer i det skriftlige produkt der, hvor det er hensigtsmæssigt, som en del af teksten. Elever kan have en tendens til at placere figurer, tabeller og lignende materiale i bilag for ikke at overskride de 15-20 sider. Det ville i så fald være uden for bedømmelse. Figurer, tabeller og lignende materiale inkluderer også elevernes egne grafer og datatabeller. *"Ved studieretningsprojekter, hvor den skriftlige besvarelse indeholder større mængder symbolsprog, kan disse dele af besvarelsen opgøres ud fra deres omfang på givne sider uden at tælle antal enheder"*, jævnfør Læreplan studieretningsprojektet. Det vil sige "en-side-er-en-side" på disse sider. Bemærk at der står kan, hvorfor det er den enkelte skoles beslutning, hvorledes dette gøres.

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

4 Evaluering

4.1 Løbende evaluering

Formålet med den løbende evaluering er dels at give den enkelte elev mulighed for at vurdere sit eget faglige niveau, for derigennem at tilpasse sin indsats, og dels at justere undervisningens form og indhold. Ved afslutning af temaer eller andre forløb kan der samles op på det faglige indhold ved at opdatere studieplanen og lave mindre prøver i faglig viden og begreber, for eksempel som multiple choice-tests eller elektroniske quizzes. Ved lærer/elev-samtaler kan der afdækkes forhold af betydning for den enkelte elevs udbytte af undervisningen, som ikke kan synliggøres på anden vis. Eleverne kan tidligt i undervisningen præsenteres for, hvilke krav der vil blive stillet til dem ved den afsluttende mundtlige prøve.

Evaluering af undervisningen tilpasses den enkelte skoles evalueringsplan.

Kemi B

Ifølge gymnasielovens §28 stk. 4 skal eleverne i studieretninger med kemi B til årsprøve i kemi med henblik på, at eleverne får træning i de forskellige prøveformer, der indgår i uddannelsen, jf. <https://www.retsinformation.dk/eli/ita/2024/41>. Årsprøverne kaldet interne prøver kan placeres henover året. Det er dog ikke hensigtsmæssigt at placere en intern prøve i slutningen af undervisningen. En placering af en intern prøve i et B-niveau fag i slutningen af undervisningen vil vanskeliggøre muligheden for at anvende prøven og forbedre elevernes resultater i den efterfølgende undervisning. I kemi B studieretningen vil §28 stk. 4, således medfører en obligatorisk intern prøve i kemi B, matematik A, dansk A samt fysik på enten A eller B-niveau. Der afholdes derfor en mundtlig årsprøve i kemi, der som den afsluttende prøve har både eksperimentelle og teoretiske elementer, og som er egnet til at bedømme hver elev individuelt.

Derudover kommer en obligatorisk, mundtlig fremlæggelse af og dialog med vejlederne om studieretningsopgaven (SRO) i 2. g. jf. læreplanen for studieretningsprojektet (SRP). Den tæller – uanset de indgående fag – ikke med i opfyldelse af kravet i §28 stk.4.

Kemi A

Ifølge gymnasielovens §28 stk. 4 skal eleverne i studieretninger med kemi A til mindst en årsprøve i kemi med henblik på, at eleverne får træning i de forskellige prøveformer, der indgår i uddannelsen, jf. <https://www.retsinformation.dk/eli/ita/2024/41>. Årsprøverne kaldet interne prøver kan placeres henover året. Det er dog ikke hensigtsmæssigt at placere en intern prøve i et A-niveaufag i 1.g eller i slutningen af 3. g. En placering af en intern prøve i et A-niveau fag i 1.g vil forventeligt være for tidligt til, at eleven kan få en fyldestgørende træning i prøveformen. En placering af en intern prøve i et A-niveau fag i slutningen af 3.g vil vanskeliggøre muligheden for at anvende prøven og forbedre elevernes resultater i den efterfølgende undervisning. En skriftlig årsprøve ligner i form og indhold den afsluttende skriftlige prøve i kemi A.

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

I kemi A studieretning vil §28. stk. 4, således medfører en obligatorisk intern prøve i kemi A, dansk A, matematik A samt fysik B. Prøverne kan være skriftlige eller mundtlige. Fokus med de interne prøver efter §28. stk. 4. er, at eleverne får træning i forskellige prøveformer efter læreplanerne, hvorfor dansk A, matematik A og kemi A ikke kun kan være skriftlige prøver.

Derudover kommer en obligatorisk, mundtlig fremlæggelse af og dialog med vejlederne om studieretningsopgaven (SRO) i 2. g. jf. læreplanen for studieretningsprojektet (SRP). Den tæller – uanset de indgående fag – ikke med i opfyldelse af kravet i §28. stk.4.

4.2 Prøveform

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

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

4.2.1 Skriftlig prøve

Kemi A

Den skriftlige prøves varighed er 5 timer. Opgavesættet udarbejdes centralt, og der stilles opgaver inden for kernestoffet. Der tages udgangspunkt i, at eleverne har matematik på B-niveau, samt kan benytte fagspecifikke digitale værktøjer og matematikprogrammer til løsning af opgaverne. Tidligere opgavesæt kan give inspiration til forberedelsen af eleverne til den skriftlige prøve. Lærerens hæfte til digitale opgavesæt i kemi A er en lærervejledning til brug ved de digitale prøver. Det indeholder typeord samt en tydeliggørelse af forventningerne til den skriftlige prøve. Således er hæftet tænkt, som en hjælp til den daglige undervisning samt i forberedelsen af eleverne til den skriftlige prøve i kemi A. Lærerens hæfte findes på Undervisningsministeriets hjemmeside samme sted som læreplanen. Links til materiale til brug for forberedelse af den skriftlige prøve kan findes i afsnittet [Nyttige links](#).

4.2.2 Mundtlig prøve

Prøvegrundlaget er beskrevet i holdets undervisningsbeskrivelse samt i undervisningsbeskrivelsen for naturvidenskabeligt grundforløb. Undervisningen i naturvidenskabeligt grundforløb er en del af undervisningen i de indgående fag, og kan anvendes til prøverne i disse. Dette omfatter også eksperimentelt arbejde, som er udført i forbindelse med naturvidenskabeligt grundforløb.

Undervisningsbeskrivelsen dokumenterer, at undervisningen har været tilrettelagt i overensstemmelse med læreplanen. Undervisningsbeskrivelsens hovedformål er at sikre, at eleverne har den nødvendige information vedrørende eksamen, og at censor kan forberede sig til at varetage sit hverv som censor. Med henblik herpå udfyldes en undervisningsbeskrivelse, hvis hovedformål er at beskrive de temaer, som det samlede undervisningsforløb har været organiseret i. Der er ikke centralt fastlagte formkrav til undervisningsbeskrivelser. Det er således muligt at anvende de forskellige studieadministrative systemer til at udfærdige undervisningsbeskrivelser, eller der kan anvendes lokalt udformede skabeloner. Styrelsen for Undervisning og Kvalitet har udarbejdet en [skabelon](#), som eventuelt kan anvendes. Det er vigtigt, at det fremgår hvad der er arbejdet med i hvert forløb. Det indebærer, at det tydeligt fremgår hvilke materialer, eksperimenter og hvilket tematisk fokus, der er i hvert forløb. Beskrivelsen kan med fordel være kort, men skal kunne sætte en udenforstående ind i det overordnede indholdsmæssige og tematiske fokus i de enkelte forløb. Vejledningen til undervisningsbeskrivelser kan findes [her](#).

Samlet skal prøveopgaverne dække det, som der har været undervist i. *“Opgaverne ... skal tilsammen i al væsentlighed dække faglige mål, kernestoffet og supplerende stof”*. Derfor skal man være påpasselig med at lave meget få prøveopgaver til små hold, da det vil betyde, at den enkelte prøveopgave ofte bliver for bred. Endvidere skal der være en fornuftig spredning i prøveopgaverne, således at faglige områder hverken bliver for over- eller underrepræsenteret i det samlede sæt af prøveopgaver. Dog under hensyntagen til den gennemførte undervisning. Eksempler på prøveopgaver kan ses på [EMU.dk](#) under faget.

Der skal være så mange opgaver, at den sidste eksaminand har **mindst** fire opgaver at vælge imellem. Den enkelte opgave må anvendes højst to gange på samme hold, men eksperimentelt arbejde og bilagsmateriale kan kombineres i forskellige opgaver efter eksaminators valg, således at det som regel vil det være muligt at undgå genbrug. Opgaverne fordeles ved lodtrækning, og alle trækningsmuligheder skal fremlægges ved prøvens start (se eventuel eksamensbekendtgørelsen). Det betyder, at hvis prøven strækker sig over to dage, må prøveopgaver, der har været benyttet på første dag, ikke lægges tilbage i bunken af opgaver, der kan trækkes på anden prøvedag.

Opgaverne og bilagsmaterialet sendes til censor mindst fem hverdage før prøvens afholdelse, medmindre særlige forhold er til hinder herfor. Det kan betyde, at udsendelsen må foretages, før eksamensplanen er offentliggjort. Det er god praksis, allerede ved prøveplanens offentliggørelse at kontakte censor for at aftale nærmere om udveksling af opgaver med videre 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 prøveopgaverne, men censor kan henstille til eksaminator, at opgaver udelades, ændres eller tilføjes, hvis der efter censors vurdering er mangler ved den enkelte opgave eller det samlede sæt af opgaver. Ofte vil det være en god ide at tage en konstruktiv dialog ved sådanne henvendelser. Såfremt der fortsat er uenighed mellem censor og eksaminator henvises til bestemmelserne i eksamensbekendtgørelsen (censor kan eksempelvis udarbejde en censorindberetning via [formular](#) på [uvm.dk](#)). Eksaminanderne skal inden prøven kende prøveopgaverne **uden** bilagsmaterialet, således at det er klart hvilket eksperimentelt arbejde, som er knyttet til den enkelte opgave. Kendskab til prøveopgaverne på forhånd er et "tilbud" til eksaminanderne i deres forberedelse til prøven. Men man skal ikke gøre de mundtlige prøveopgaver mere omfattende, bare fordi de er kendte på forhånd. Der aftales en procedure med eksaminanderne om, hvordan offentliggørelsen skal foregå. Udleveres opgaveskitser (uden bilag) til eksaminanderne inden censor har haft disse til gennemsyn, må det understreges over for eksaminanderne, at censors kommentarer kan føre til ændringer i de endelige prøveopgaver. Forud for den mundtlige prøve kan der afholdes apparaturfremvisning, hvor eleverne får mulighed for at besigtige det apparatur, der skal inddrages under prøven.

Kemi C

Den mundtlige prøve i kemi C omfatter udførelse af eksperimentelt arbejde, og derfor skal institutionen i planlægning sikre mulighed for, at eksamen kan foregå i institutionens kemilaboratorium. Eksaminationstiden er ca. 100 minutter med op til fire eksaminander ad gangen. Det betyder, at det normalt vil være muligt at planlægge en fuld prøvedag med op til fire runder på ca. 100 minutter. Ved planlægningen af prøvedagen anbefales det, at der indlægges en kortere periode, fx 15 minutter, mellem de enkelte runder, således at eksaminator har mulighed for at klarlægge laboratoriet inden næste eksamination påbegyndes.

I kemifaget er der ikke en fast skabelon for udformning af en prøveopgave, men læreplanen omtaler visse rammer: den enkelte prøveopgave indeholder en overskrift, en kort præciserende tekst om det eksperimentelle arbejde og tilknyttet teoretisk stof, samt bilagsmaterialet bestående af to bilag. En prøveopgavens faglige område indrammes af overskriften og skal hverken være for snæver eller for bred i sit faglige fokus. Der vælges eksperimenter, som fagligt er knyttet til prøveopgavens faglige område, og som har indgået i undervisningen. Hvilket eksperimentelt arbejde eller dele heraf, som skal indgå i den enkelte prøveopgave, skal fremgå af opgaveteksten. Hvis det vurderes, at et enkelt eksperimentelt arbejde ikke er tilstrækkeligt til at udfylde eksaminationstiden, kan flere mindre eksperimenter samles, således at disse tilsammen udgør det eksperimentelle indhold i den enkelte prøveopgave. Dog skal alle eksperimenterne i en sådan pakke have en faglig tilknytning til prøveopgavens faglige fokus. Det kan være en fordel at planlægge og indtænke denne kobling eller udvidelse af eksperimenterne i løbet af skoleåret. Hvis flere eksperimenter indgår i en prøveopgave, anbefales det, at rækkefølgen, hvori eksperimenterne udføres, fremgår af opgaveteksten, således at valget ikke skal overlades til eksaminanden(erne).

Der er mulighed for, at eksaminanderne kan arbejde sammen om det eksperimentelle arbejde i grupper på to. Hver eksaminand i en gruppe skal have sit eget bilagsmateriale. Det er eksaminator, som er ansvarlig for sammensætningen af grupperne, da det kan afhænge af hvilke elever på et hold, som skal til mundtlig prøve i kemi. Gruppeinddelingen offentliggøres hurtigst muligt til eksaminanderne. Evaluering har vist, at det kan være en fordel at eleverne er nemme at adskille når de arbejder i grupper på to fx dreng/pige, kort/lang håret, farvede kitler, nummer, navneskilte mm.

I de tilfælde, hvor der på et prøvehold er et ulige antal eksaminander, og eleverne ønsker at arbejde sammen to og to, kan der findes en hjælper, således at én elev ikke tvinges til at gå til prøven alene. Denne hjælper til prøven, skal findes blandt de øvrige elever på holdet. Som udgangspunkt bør hjælperen findes blandt elever på holdet, som ikke skal aflægge prøve i den givne termin, eller alternativt en af eleverne, der allerede har aflagt prøven, fx tidligere på dagen. Hjælperen trækker sig væk, når eleven, der er til prøve, bliver eksamineret.

Bilagsmaterialet skal være af begrænset omfang. De enkelte bilag skal hovedsagelig bestå af ganske få elementer og kan være en tabel med data, figurer, strukturformler eller billeder. Det er ikke hensigtsmæssigt at vedlægge regneopgaver eller vejledninger til eksperimenter som bilag. For megen forklarende tekst på bilagene kan fratage eksaminandens selvstændige initiativ. Bilag må gerne have indgået i holdets undervisning. Bilagene kan indeholde fremmedsproget tekst, hvis de er blevet benyttet i undervisningen. Ellers skal teksten oversættes til dansk.

For grupper kan trækningen af prøveopgaven foregå ved; en kuvert indeholder en beskrivelse af det eksperimentelle arbejde i en prøveopgave. Kuverten indeholder yderligere to kuverter med diverse bilagsmaterialer. Først trækkes kuverten med det eksperimentelle arbejde, og dernæst trækker hver eksaminand i gruppen sit bilagsmateriale. Trækning foregår med en gruppe ad gangen. Antallet af trækningmuligheder er opfyldt, hvis der er to kuverter med to bilag i hver til den/de sidste elever.

Fortsættes på næste side

Kemi C - fortsat

En struktur for prøven kunne være

- trækning ca. 5 min
- forberedelse ca. 10 min
- eksperimentelt arbejde inkl. oprydning og samtale med eksaminanderne om det eksperimentelle arbejde og bilag ca. 70 min
- Votering ca. 15 min

De første op til 10 minutter er eksaminanderens forberedelsestid, før det eksperimentelle arbejde påbegyndes, hvor eksaminanderne kan forberede det eksperimentelle arbejde og den individuelle fremlæggelse af bilagsmateriale.

Det betyder, at efter prøveopgaverne er trukket vil der mulighed for, at eksaminanderne individuelt kan orientere sig i for eksempel deres bilagsmateriale og øvelsesvejledningen inden det eksperimentelle arbejde begynder. Det nødvendige eksperimentelle udstyr er til rådighed, og under prøven har eksaminanden fuld adgang til normale hjælpemidler såsom vejledninger, databøger mv. Eksaminanden har også adgang til egne rapporter, journaler og noter i tilknytning til det aktuelle eksperiment. Det er god praksis sammen med prøveopgaven at udlevere vejledningen/vejledningerne til det eksperimentelle arbejde.

Eksaminator og censor cirkulerer rundt blandt eksaminanderne, for gennem samtaler med eksaminanderne om det konkrete eksperiment, den tilhørende faglige teori og med den enkelte eksaminands bilagsmateriale at danne grundlag for en bedømmelse af den enkelte eksaminands præstation. Det er således vigtigt, at der er en faglig dialog med de enkelte eksaminander i de enkelte grupper, uanset eksaminanderens faglige niveau. Dette kan løses ved at spørgsmål adresseres til en bestemt elev.

I den udstrækning prøven indeholder længerevarende eksperimenter, der ikke vil kunne gennemføres i sin helhed i løbet af eksaminationstiden, kan prøveopgaven omhandle dele af disse eksperimenter, og/eller eksaminanderne kan arbejde videre på materiale udleveret af eksaminator. Hvis det ikke er muligt at færdiggøre et eksperiment inden for eksaminationstiden, vil det normalt ikke have betydning for bedømmelsen.

For eksperimenter, der involverer apparatur, som institutionen kun har i enkelte eksemplarer, skal det på forhånd være eksaminanderne bekendt, på hvilken måde dette håndteres i praksis, for eksempel kan det være aftalt, at apparaturet tilgås på skift. Eventuel ventetid i forbindelse med dette kan anvendes til samtale mellem eksaminand, eksaminator og censor eller andre dele af det eksperimentelle arbejde kan forberedes af eksaminanderne i ventetiden. Det må ikke komme eksaminanderne til skade, at der kan opstå ventetid, og det vil være god praksis at tale med eleverne om fornuftig anvendelse af en eventuel ventetid.

Det vil normalt være en god ide at lade oprydning i laboratoriet i et vist omfang indgå i eksaminationstiden. Herved vil eksaminanderens forståelse for affaldshåndtering og almindelig laboratorieadfærd kunne indgå i bedømmelsen.

Votering og individuel karaktergivning er inkluderet i de ca. 100 minutter. Eksaminator og censor bør på forhånd aftale, hvor lang tid som forventes afsat til votering og karaktergivning. Det vil typisk kunne forventes at tage op til ca. 15 minutter. Karakteren til den enkelte eksaminand gives individuelt uden tilstedeværelse af andre eksaminander.

Kemi B

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

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

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

Den enkelte prøveopgave skal indeholde bilag, som skal inddrages i forbindelse med eksaminationen. Bilag må gerne have indgået i holdets undervisning, og kan bestå af tabel med data, figurer eller billeder. Det er ikke hensigtsmæssigt at vedlægge regneopgaver som bilag, da eksaminanden ikke bør anvende forberedelsestiden på at regne opgaver. Det er heller ikke hensigten, at vejledninger til eksperimenter, som eksaminanden selv bør have, skal fungere som bilag. Bilagsmateriale skal være af begrænset omfang, således at eksaminanden har en reel mulighed for at sætte sig ind i materialet på den givne forberedelsestid, og således at eksaminanden ikke fratages muligheden for at disponere prøveopgaven selvstændigt. For megen forklarende tekst på bilagene kan fratage eksaminandens selvstændige initiativ. Bilagene kan indeholde fremmedsproget tekst, hvis de er blevet benyttet i undervisningen. Ellers skal teksten oversættes til dansk.

I prøvegrundlaget for kemi B indgår undervisningsbeskrivelserne for både kemi C, kemi B og naturvidenskabeligt grundforløb. Undervisningen i naturvidenskabeligt grundforløb er en del af undervisningen i de indgående fag, og kan anvendes til prøverne i disse. Dette omfatter også eksperimentelt arbejde, som er udført i forbindelse med naturvidenskabeligt grundforløb. Undervisningsbeskrivelse bør udformes, så den er informativ og overskuelig for både elever og censor. Jævnfor vejledningen hertil. Se Nyttige links. Samlet skal prøveopgaverne dække det, som der har været undervist i. "Opgaverne ... skal tilsammen i al væsentlighed dække faglige mål, kernestoffet og supplerende stof." Derfor skal man være påpasselig med at lave meget få prøveopgaver til små hold, da det vil betyde, at den enkelte prøveopgave ofte bliver for bred. Endvidere skal der være en fornuftig spredning i prøveopgaverne, således at faglige områder hverken bliver for over- eller underrepræsenteret i det samlede sæt af prøveopgaver, dog under hensyntagen til den gennemførte undervisning. Idet prøvegrundlaget for kemi B er fra 0 til B, kan også øvelser fra tidligere niveauer inddrages. Bemærk i den sammenhæng at det ikke er hensigtsmæssigt på B-niveau at lave prøveopgaver, som stort set kan besvares ved udelukkende at have modtaget undervisning på kemi C-niveau. På B-niveauet forventes, at eleverne har større overblik over sammenhængene i fagets forskellige faglige områder og større faglig dybde i de enkelte faglige discipliner end på C-niveau, og dette bør også afspejles i prøveopgaverne.

Fortsættes på næste side

Kemi B - fortsat

Hvis et fagligt område ikke umiddelbart vurderes at være på et højere niveau på B- end på C-niveau, kan man udarbejde en prøveopgave ved at kombinere et eksperiment udført på C-niveau med andet relevant gennemgået stof. En anden mulighed er at C-niveau stoffet kombineres med et mere kompliceret eksperimentelt arbejde. Derved gives eksaminanden mulighed for at vise færdighed på B-niveauet. Endvidere bør det tilstræbes, at sværhedsgraden i de enkelte prøveopgaver er så ensartet som muligt, således at eleverne stilles så lige som muligt.

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

"Under eksaminationen skal relevant eksperimentelt udstyr og relevante kemikalier være til rådighed. Eksperimentelt udstyr og bilag skal inddrages i eksaminationen. Undtagelsesvist kan særligt apparatur og særlige kemikalier udelades ved eksaminationen."

At eksperimentelt udstyr inddrages i eksaminationen skal forstås således, at beskrivelsen af den praktiske udførelse og fortolkningen af de eksperimentelle resultater får plads i eksaminationen, og at der ikke kun er fokus på den teoretiske baggrund for eksperimentet. Alt relevant udstyr og relevante kemikalier skal stilles frem til brug for eksaminationen. Kun undtagelsesvist kan eksperimentelt udstyr eller kemikalier undlades at stilles frem ved til prøven. Det vil normalt dreje sig om kemikalier, som kan være meget problematiske at have stående uden for de sædvanlige opbevaringsfaciliteter. I sådanne tilfælde kan man eventuel have billeder eller lignende som erstatning, men almindeligt udstyr skal ifølge læreplanen være til rådighed ved prøven. I forberedelseslokalet kan opstillingen eventuelt være i form af billeder af materialerne til forsøget. Hvis der stilles opstillinger frem i forberedelseslokalet, skal det tydeligt understreges overfor eksaminanderne, at de ikke må udføre eksperimentelt arbejde i forberedelsestiden. Censor bør på forhånd orienteres om "*særligt eksperimentelt udstyr og særlige kemikalier*" som undtagelsesvist udelades ved eksaminationen. Hvis et apparat kun findes i ét eksemplar, aftaler eksaminator og censor forud for prøven en fremgangsmåde for det tilfælde, at to prøveopgaver, der inddrager dette apparatur, trækkes umiddelbart efter hinanden. Det kan være en god ide inden prøven at orientere eksaminanderne om, hvilke apparater de eventuel ikke har til rådighed i forberedelsestiden eller under eksaminationen.

Kemi A

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

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

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

Den enkelte prøveopgave skal indeholde et bilagsmateriale, som skal inddrages i forbindelse med eksaminationen. Dele af bilagsmaterialet må ikke have indgået i holdets undervisning. Bilagsmaterialet kan bestå af tabel med data, figurer eller billeder. På A-niveau skal dele af bilagsmaterialet have en sådan karakter, at det giver eksaminanden mulighed for selvstændig behandling i forberedelsestiden eksempelvis ved inddragelse af forskellige faglige områder eller metoder med mulighed for at perspektivere det faglige indhold i prøveopgaven. Det er vigtigt at være opmærksom på, at der er en vis kompleksitet i bilagsmaterialet, idet der er en times forberedelse til en halv times eksamination. Det kan dreje sig om dataserier fra eksperimenter, figurer med en del af en kemisk syntese eller produktionsproces, beskrivelse af en kortere case med et kemisk indhold. Det er ikke hensigten at vejledninger til eksperimenter, som 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 prøveopgaven selvstændigt. For megen forklarende tekst på bilagene kan fratage eksaminandens selvstændige initiativ. Bilagene kan indeholde fremmedsproget tekst, hvis de er blevet benyttet i undervisningen. Ellers skal teksten oversættes til dansk.

Fortsættes på næste side

Kemi A – fortsat

I prøvegrundlaget for kemi A indgår undervisningsbeskrivelserne for både kemi C, B og A samt naturvidenskabeligt grundforløb. Undervisningen i naturvidenskabeligt grundforløb er en del af undervisningen i de indgående fag, og kan anvendes til prøverne i disse. Dette omfatter også eksperimentelt arbejde, som er udført i forbindelse med naturvidenskabeligt grundforløb. Undervisningsbeskrivelse bør udformes, så den er informativ og overskuelig for både elever og censor. Jævnfør vejledningen hertil. Se Nyttige links. Samlet skal prøveopgaverne dække det, som der har været undervist i. Opgaverne ... skal tilsammen i al væsentlighed dække faglige mål, kernestoffet og supplerende stof. Derfor skal man være påpasselig med at lave meget få prøveopgaver til små hold, da det vil betyde, at den enkelte prøveopgave ofte bliver for bred. Endvidere skal der være en fornuftig spredning i prøveopgaverne, således at faglige områder hverken bliver for over- eller underrepræsenteret i det samlede sæt af prøveopgaver, dog under hensyntagen til den gennemførte undervisning.

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

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

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

Fortsættes på næste side

Kemi A - fortsat

"Under eksaminationen skal relevant eksperimentelt udstyr og relevante kemikalier være til rådighed. Eksperimentelt udstyr og bilag skal inddrages i eksaminationen. Undtagelsesvist kan særligt apparatur og særlige kemikalier udelades ved eksaminationen."

At eksperimentelt udstyr inddrages i eksaminationen, skal forstås således, at beskrivelsen af den praktiske udførelse og fortolkningen af de eksperimentelle resultater får plads i eksaminationen, og at der ikke kun er fokus på den teoretiske baggrund for eksperimentet. Alt relevant udstyr og relevante kemikalier skal stilles frem til brug for eksaminationen. Kun undtagelsesvist kan eksperimentelt udstyr eller kemikalier undlades at stilles frem ved til prøven. Det vil normalt dreje sig om kemikalier, som kan være meget problematiske at have stående uden for de sædvanlige opbevaringsfaciliteter. I sådanne tilfælde kan man eventuel have billeder eller lignende som erstatning, men almindeligt udstyr skal ifølge læreplanen være til rådighed ved prøven. I forberedelseslokalet kan opstillingen eventuelt være i form af billeder af materialerne til forsøget. Hvis der stilles opstillinger frem i forberedelseslokalet, skal det tydeligt understreges overfor eksaminanderne, at de ikke må udføre eksperimentelt arbejde i forberedelsestiden. Censor bør på forhånd orienteres om "*særligt eksperimentelt udstyr og særlige kemikalier*" som undtagelsesvist udelades ved eksaminationen. Hvis et apparat kun findes i ét eksemplar, aftaler eksaminator og censor forud for prøven en fremgangsmåde for det tilfælde, at to prøveopgaver, der inddrager dette apparatur, trækkes umiddelbart efter hinanden. Det kan være en god ide inden prøven at orientere eksaminanderne om, hvilke apparater de eventuel ikke har til rådighed i forberedelsestiden eller under eksaminationen.

Der er i kemis læreplaner ikke stillet specielle krav til hjælpemidler ved de mundtlige prøver, og derfor er brugen af hjælpemidler til den mundtlige prøve, reguleret af bestemmelserne i den almene eksamensbekendtgørelsen, [bekendtgørelse om visse regler](#), [bekendtgørelse om adgang til at medbringe udstyr, herunder digitale hjælpemidler](#) samt i [Bekendtgørelse om visse regler om prøver og eksamen i de gymnasiale uddannelser](#). For eksempel må eleven medbringe alle former for fysiske materialer, herunder bøger og lignende samt digitale programmer, der kan opbevares lokalt på elevens computer, og som ikke tilgår internettet under anvendelse, både i forberedelsen og til eksaminationen. Online undervisningsmateriale skal i udgangspunktet lagres lokalt på computeren, dog har eleven adgang til de specifikke hjemmesider, der fremgår af undervisningsbeskrivelsen, og hvor det ikke er muligt at lagre dem lokalt – det kunne være videoklip brugt i undervisningen. Det kan være hensigtsmæssigt at gøre eleverne opmærksom på, at det ikke nødvendigvis er en fordel at medbringe en lærebog til den mundtlige eksamination, idet det er, hvad eleverne kan selvstændigt, der tæller positivt til bedømmelsen. Dette bør eleverne gøres bekendt med før prøven.

4.3 Bedømmelseskriterier

Bedømmelseskriterierne (jævnfør læreplanen afsnit 4.3) beskriver de relevante faglige mål, som kan indgå i en mundtlig prøve i faget.

4.3.1 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, digitale værktøjer og forklarende tekst. Eksaminandens talforståelse i form af brug af betydende cifre og enheder indgår også i bedømmelsen. Ved brug af it-værktøjer, herunder matematiske, skal dokumentationen også være af en sådan karakter, at eksaminandens tankegang er forståelig uden specifikt kendskab

til disse digitale værktøjer. Det er eksempelvis vigtigt, at opskrivning af kemiske formler for kemiske forbindelser, brug af symboler for kemiske begreber og enheder følger kemis definitioner (fagsprog) og ikke digitale værktøjernes umiddelbare brug af symboler og lignende. Ved navngivning af kemiske forbindelser lægges primært systematisk navngivning til grund for bedømmelsen. Opgaveløsning kræver ofte antagelser, som forenkler en problemstilling. Nogle gange er disse antagelser anført i opgaveteksten, men i andre tilfælde kan det være en del af opgaven at vælge en rimelig model for den givne problemstilling, og der tages i bedømmelsen hensyn til, i hvilket omfang den valgte model diskuteres og dokumenteres. Bedømmelsen af en opgavebesvarelse bygger ikke alene på en opgørelse af korrekte og fejlagtige svar på de stillede opgaver. For de enkelte opgaver er det således ikke en dækkende besvarelse, hvis den indeholder det korrekte resultat, men ikke indeholder dokumentation i tilstrækkeligt omfang. Der gives én karakter på baggrund af en helhedsvurdering.

4.3.2 Den mundtlige prøve

Det kan ikke forventes, at den enkelte prøveopgave ved den mundtlige prøve lægger op til en ligelig inddragelse af alle de faglige mål og bedømmelseskriterierne, og ligeledes kan det heller ikke forventes, at den enkelte eksaminands præstation vil berøre alle faglige mål med lige vægt. Ved bedømmelsen af eksaminandens præstation er det vigtigt at hæfte sig ved det, eksaminanden kan og ikke udelukkende være fokuseret på fejl og mangler. Ved bedømmelsen har helhedsvurderingen større vægt end detaljen. Det er vigtigt at kunne skelne mellem en overfladisk og en mere dybtgående besvarelse af prøveopgaven og kunne skelne mellem sjuskefejl og egentlige forståelsesfejl. Det er derfor vigtigt at være opmærksom på det positive og ikke trække ned hver gang, der forekommer en fejl. Der gælder, at oplæsning fra notater, bøger, skriftlige afleveringer 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.

Ved bedømmelse af eksaminandens samlede præstation må bedømmelseskriterierne og den enkelte eksaminands færdigheder afvejes for at nå frem til helhedsvurderingen.

4.3.3 Oversigt over karakterskalaen

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

4.3.4 Eksempel på karakterbeskrivelser for Kemi C, mundtlig prøve

Karakter	Betegnelse	Beskrivelse (mundtlig prøve)
12	Fremragende	<p>Eksaminanden udfører selvstændigt og med stor sikkerhed og overblik eksperimentet, inddrager relevante aspekter fra efterbehandlingen samt diskuterer resultater med kun uvæsentlige mangler.</p> <p>Simple sammenhænge mellem eksperimentelt arbejde og tilknyttet teori forklares med få uvæsentlige mangler. Eksaminanden viser med få uvæsentlige mangler fortrolighed med kemiske modeller og begreber. Eksaminanden udtrykker sig klart, præcist og forståeligt under anvendelse af kemisk fagsprog, kan inddrage relevante kemiske emner i argumentationen og indgår sikkert i den faglige samtale med få fejl.</p> <p>Fremlæggelsen er selvstændig og velstruktureret, og perspektiverer sikkert med inddragelse af bilag til anvendelser eller andre dele af faget. Eksaminanden demonstrer et for niveauet omfattende fagligt overblik.</p>
7	God	<p>Eksaminanden kan udføre eksperimentet, inddrage relevante aspekter fra efterbehandlingen samt diskutere resultater, men en del mangler forekommer.</p> <p>Simple sammenhænge mellem eksperimentelt arbejde og tilknyttet teori forklares i nogen grad. Eksaminanden viser godt kendskab til kemiske modeller og begreber. Eksaminanden udtrykker sig i nogen grad klart, præcist og forståeligt under anvendelse af kemisk fagsprog, kan i nogen grad inddrage relevante kemiske emner i argumentationen og indgår med nogen sikkerhed i den faglige samtale.</p> <p>Fremlæggelsen er sammenhængende, og perspektiverer i nogen grad med inddragelse af bilag til anvendelser eller andre dele af faget. Eksaminanden demonstrer i nogen grad fagligt overblik.</p>
02	Tilstrækkelig	<p>Eksaminanden kan med en del usikkerhed udføre eksperimentet, samt inddrage enkelte af de relevante aspekter fra efterbehandlingen, idet adskillige mangler forekommer.</p> <p>Simple sammenhænge mellem eksperimentelt arbejde og tilknyttet teori forklares kun i ringe grad. Eksaminanden viser et begrænset kendskab til kemiske modeller og begreber. Eksaminanden udtrykker sig noget uklart, upræcist og ikke altid forståeligt, idet anvendelsen af det kemiske fagsprog har adskillige mangler.</p> <p>Fremlæggelsen er noget usammenhængende, perspektivering og anvendelse af bilag forekommer kun i ringe grad. Eksaminanden bidrager i begrænset omfang til den faglige samtale.</p>

4.3.5 Eksempel på karakterbeskrivelser for Kemi B og Kemi A, mundtlig prøve

Karakter	Betegnelse	Beskrivelse (mundtlig prøve)
12	Fremragende	<p>Eksaminanden demonstrerer indgående kendskab til kemiske teorier, modeller og metoder og til sammenhænge mellem disse, samt med få uvæsentlige mangler omfattende stofkendskab.</p> <p>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 sprog.</p> <p>Fremlæggelsen er selvstændig og velstruktureret, og eksaminanden indgår sikkert i en faglige samtale, så stort set alle de væsentlige aspekter inddrages. Eksaminanden kan selvstændigt inddrage relevant faglig viden ved perspektivering og relevante kemiske emner i diskussionen af kemiske metoder, anvendelse og problemstillinger.</p>
7	God	<p>Eksaminanden viser godt kendskab til kemiske teorier, modeller og metoder og til sammenhænge mellem disse, samt med en del mangler et godt stofkendskab.</p> <p>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.</p> <p>Fremlæggelsen er sammenhængende, og eksaminanden indgår med nogen sikkerhed i den faglige en samtale, så en del af de væsentlige aspekter inddrages. Eksaminanden kan med en del mangler inddrage relevant faglig viden ved perspektivering og relevante kemiske emner i diskussionen af kemiske metoder, anvendelse og problemstillinger.</p>
02	Tilstrækkelig	<p>Eksaminanden demonstrerer med væsentlige mangler kendskab til kemiske teorier, modeller og metoder og et begrænset stofkendskab.</p> <p>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.</p> <p>Eksaminanden kan kun i meget begrænset omfang og med væsentlige mangler inddrage relevant faglig viden ved perspektivering og diskussion af kemiske metoder, anvendelser og problemstillinger.</p>

4.3.6 Eksempel på karakterbeskrivelser for Kemi A, skriftlig prøve

Karakter	Betegnelse	Beskrivelse (skriftlig prøve)
12	Fremragende	Eksaminanden demonstrerer fagligt overblik ved inddragelse af relevant kerne-stof og relevante metoder i besvarelsen af de givne problemstillinger. Besvarel-sen er struktureret, klar og præcis. Tankegangen fremstår klart ved anvendelsen af fagsprog, grafer, figurer, modeller, beregninger, digitale værktøjer og forkla-rende tekst. Eksaminanden kan med uvæsentlige mangler gennemføre kvalita-tive og kvantitative analyser af såvel kendte som for eksaminanden nye problem-stillinger. Eksaminanden demonstrerer metodisk over-blik ved analyse og vurde-ring af eksperimentelt arbejde og data. Eksaminanden inddrager relevant faglig viden ved perspektivering og diskussion af kemiske metoder, anvendelser og problemstillinger.
7	God	Eksaminanden inddrager med en del mangler relevant kernestof og relevante metoder i besvarelsen af de givne problemstillinger. Besvarelsen er struktureret og sammenhængende, men med mangler i præcision. Tankegangen fremstår nogenlunde klar ved anvendelsen af fagsprog, grafer, figurer, modeller, bereg-ninger, digitale værktøjer og forklarende tekst. Eksaminanden kan med en del mangler gennemføre kvalitative og kvantitative analyser af kendte problemstil-linger og i mindre omfang af eksaminanden ukendte problemstillinger. Eksami-nanden 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 perspek-tivering og diskussion af kemiske metoder, anvendelser og problemstillinger.
02	Tilstrækkelig	Eksaminanden inddrager kun i et minimalt acceptabelt omfang relevant kerne-stof og relevante metoder i besvarelsen af de givne problemstillinger. Besvarel-sen er usammenhængende. Tankegangen fremstår uklar og upræcis ved anven-delsen af fagsprog, grafer, figurer, modeller, beregninger, digitale værktøjer og forklarende tekst. Eksaminanden kan kun i et minimalt omfang gennemføre kva-litative og kvantitative analyser af kendte problemstillinger og i ringe grad af ek-saminanden 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 ke-miske metoder, anvendelser og problemstillinger.

4.4 Selvstuderende

Ved en selvstuderende forstås en person, der ikke som elev på et sammenhængende uddannelsesfor-løb eller som enkeltfagskursist har krav på undervisning, men som har tilmeldt sig prøve i et gymnasialt fag, jævnfør § 53 i [lov om de gymnasiale uddannelser](#), og § 8 i den [almene eksamensbekendtgørelse](#).

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

Selvstuderende skal tilmeldes og have gennemført laboratoriekursus i kemi, medmindre den selvstude-rende tidligere har gennemført eksperimentelt arbejde i et omfang svarende til niveauets eksperimen-telle arbejde fra tidligere kemiundervisning, samt kan dokumentere det tidligere gennemførte arbejde. Det er skolens ledelse, der afgør om dokumentationen udgør et tilstrækkeligt grundlag for den selvstu-derendes prøve.

Man skal endvidere være opmærksom på, at selvstuderende i kemi C fra stx ikke har samme mundtlige prøveform, som eksaminander til den ordinære mundtlige prøve (jævnfør 4.2). Den mundtlige prøveform for selvstuderende svarer til den mundtlige prøveform for kemi C, hf-enkeltfag, se eventuel i kemi C, hf-enkeltfags vejledning.

5 Nyttige links

[Børne- og Undervisningsministeriets hjemmeside](#)

5.1 Lovstof

- Læreplaner på [uvm.dk](#)
- Lov om de gymnasiale uddannelser (LBK nr. 41 af 12/01/2024) på [retsinformation.dk](#)
- Bekendtgørelse om de gymnasiale uddannelser (BEK nr. 497 af 18/05/2017) på [retsinformation.dk](#)
- Eksamensbekendtgørelsen (BEK nr. 343 af 08/04/2016) på [retsinformation.dk](#)
- Bekendtgørelse om visse regler om prøver og eksamen i de gymnasiale uddannelser (BEK nr. 1276 af 27/11/2017) på [retsinformation.dk](#)
- Bekendtgørelse om adgang til at medbringe og anvende udstyr, herunder digitale hjælpemidler, under prøver i de gymnasiale uddannelser (BEK nr 224 af 19/03/2018) på [retsinformation.dk](#)
- Bekendtgørelser og orientering relevant i forbindelse med prøver og eksamen på [uvm.dk](#)
- Karakterbekendtgørelsen (BEK nr. 262 af 20/03/2007) på [retsinformation.dk](#)

5.2 Skriftlige prøver kemi A

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

5.3 Vejledende materialer til læreplanen m.m.

- [EMU sider](#). For kemi se under hf eller stx.
- [FIP materialer](#)
- [Vejledning til studieplan og undervisningsbeskrivelse – skabelon](#)
- [Censorindberetning](#)

5.4 IUPAC

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

5.5 Arbejds miljø og kemikalier

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



BØRNE- OG
UNDERVISNINGSMINISTERIET