



Fysik C, stx

Vejledning

Undervisningsministeriet
Styrelsen for Undervisning og Kvalitet
Gymnasiekontoret, marts 2018

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

Citater fra læreplanen er anført i kursiv.

Indholdsfortegnelse

1. Identitet og formål	3
1.1. Identitet	3
1.2. Formål	4
2. Faglige mål og fagligt indhold	5
2.1. Faglige mål	5
2.1.1. Eksperimenter	7
2.1.2. Teorier	8
2.2. Kernestof	8
2.3. Supplerende stof	9
2.4. Omfang	10
3. Undervisningens tilrettelæggelse	10
3.1. Didaktiske principper	10
3.1.1. Elevforudsætninger	11
3.1.2. Planlægning og progression	11
3.1.3. Undervisningsforløbene	12
3.1.4. Perspektivering	13
3.2. Arbejdsformer	13
3.2.1. Eksperimentelt arbejde	13
3.2.2. Mundtlig formidling	16
3.2.3. Skriftlig formidling	17
3.2.4. Karrierelæring	18
3.3. It	18
3.4. Samspil med andre fag	19

3.4.1. Samspil med klassens øvrige naturvidenskabelige fag og matematik	20
3.5 Fra naturvidenskabeligt grundforløb til fysik	20
4. Evaluering.....	21
4.1. Den løbende evaluering.....	21
4.1.1. Formativ evaluering	21
4.1.2. Summativ evaluering.....	21
4.2. Den afsluttende prøve.....	22
4.3. Bedømmelseskriterier.....	23
Appx Nyttige links	25
Appx Synoptisk oversigt.....	26

1. Identitet og formål

1.1. Identitet

Fagets identitet er beskrevet ens i læreplanerne for fysik i stx:

”Det naturvidenskabelige fag fysik omhandler menneskers forsøg på at udvikle generelle beskrivelser, tolkninger, forklaringer og modeller af fænomener og processer i natur og teknik. Gennem et samspil mellem eksperimenter og teorier udvikles en teoretisk begrundet, naturvidenskabelig indsigt, som stimulerer nysgerrighed og kreativitet. Samtidigt giver den baggrund for at forstå og diskutere naturvidenskabeligt og teknologisk baserede argumenter vedrørende spørgsmål af faglig, almen menneskelig eller samfundsmæssig interesse.” [LPC 1.1]

Undervisningsfaget fysik er nært forbundet med videnskabsfaget fysik. Sidstnævnte bidrager gennem både grundforskning og anvendt forskning til et verdensbillede, der udnytter naturvidenskabelige tankegange og metoder. Dertil kommer, at der ofte er en direkte eller indirekte sammenhæng mellem videnskabsfaget fysik og udviklingen af ny teknologi. Mange af disse træk genfindes i undervisningsfaget, men sigtet med faget fysik i gymnasiet er et andet end sigtet med videnskabsfaget. Den naturvidenskabelige viden sættes i det almene gymnasium ind i en bredere almindende ramme, som åbner faget mod såvel livet uden for skolen, som mod skolens andre fag og aktiviteter.

Det anderledes sigte betyder, at arbejdsmetoder og tankegange fra videnskabsfaget ikke umiddelbart kan overføres til undervisningen. De skal samtidigt kombineres med pædagogiske mål, der giver eleverne gode muligheder for at tilegne sig fagstof og arbejdsmetoder. Undervisningen i begreber og teorier kan ikke stå alene, men må formidles i en sammenhæng, som eleverne oplever som relevant. Det giver dem mulighed for at reflektere over den opnåede viden og erkendelse, og samtidig får de mulighed for at se, hvordan fysikken er opstået, udviklet og kan anvendes.

Fysik giver mulighed for at opnå relevante svar på en række forskellige spørgsmål gennem anvendelse af mange forskellige metoder til at undersøge og løse problemer. Det kontrollerede, naturvidenskabelige eksperiment spiller i den forbindelse en særlig rolle. Planlægning og gennemførelse af eksperimenter, kendskab til dannelse af hypoteser, opstilling af modeller, og kendskab til, hvordan de kan styrkes, modificeres eller forkastes gennem blandt andet eksperimentel afprøvning, er et vigtigt grundlag for fagets tankegange og arbejdsmetoder. Også andre metoder som fx logisk deduktion eller tankeeksperimenter kan medvirke til at udvikle et fagligt begrebsapparat og en fysisk teori.

I fysik kan få, veldefinerede begreber og principper ofte beskrive komplekse problemstillinger. Det kan ske i form af fysiske love, der etablerer matematiske sammenhænge mellem fundamentale målbare størrelser, og ved udformning af modeller. Love og modeller vil ofte indgå i teorier, som både giver en forståelsesramme og en forestilling om dele af naturen. Det skal af undervisningen fremgå, at teorier, modeller og love er tankekonstruktioner, der kan medvirke til en systematisering og erkendelse af større vidensområder, men også at der er idealiseringer og forenklinger af virkeligheden. Kendskab til fysikkens formler er derfor ikke et mål i sig selv, men skal ses som et middel til at få en øget forståelse af omverdenen.

I fysik beskæftiger man sig med såvel det nære og dagligdags som det, der er fjernt fra umiddelbar oplevelse ved at være småt og usynligt eller ufattelig stort. Det giver gode muligheder for at udfordre elevernes nysgerrighed og fremme deres interesse, kreativitet og engagement. Hertil kommer, at der gennem arbejdet med faget også er mulighed for at vise

eleverne, hvilke muligheder der er for en fremtidig beskæftigelse inden for naturvidenskab, teknik og sundhed og de tilhørende uddannelser.

1.2. Formål

Formelt set er fagets formål, som det er for alle fag, at bidrage til at løse den uddannelsesmæssige opgave, der fremgår af gymnasielovens formål med uddannelsen (kapitel 1). Dette formål har i sit udgangspunkt et dobbelt fokus, idet det studieforberevende og det almindelige indgår på lige fod, og det skal opnås gennem en kombination af faglig bredde og dybde og gennem samspillet mellem fagene. Uddannelsen skal medvirke til, at eleverne udvikler selvstændighed og lærer at forholde sig reflekterende og ansvarligt til deres omverden. Endvidere skal elevernes innovative og kreative evner styrkes. Eleverne skal møde en progression i arbejdsformer, så de udvikler sig fra elever til studerende.

Sammen med Naturvidenskabeligt grundforløb er fysik det eneste naturvidenskabelige fag, som er obligatorisk i det almene gymnasium. Det betyder, at faget skal rumme et relevant tilbud til alle elever, uanset om de har valgt det som studieretningsfag, valgfag eller følger det som obligatorisk fag på C-niveau. Faget skal bidrage såvel til studieforberevelse som til almindelig dannelse, men vægten er lagt på fagets mere almindelige sider.

I henhold til læreplanen er fagets formål:

”Faget fysik giver på C-niveau eleverne grundlæggende viden og kundskaber inden for fysik og derigennem indsigt i naturvidenskabelige arbejdsmetoder og tænkemåder med vægt på almindelig dannelse og som en del af grundlaget for deres studievalg. Eleverne ser gennem undervisningen, hvordan fysiske modeller kan fungere som middel til at give kvalitative og kvantitative forklaringer af fænomener, så de derigennem får kendskab til eksempler på naturvidenskabelige tolkninger af verden omkring os. Det eksperimentelle arbejde giver eleverne fortrolighed med samspillet mellem teori og eksperiment, så de kender betydningen af naturvidenskabs eksperimentelle grundlag.

De faglige problemstillinger åbner for, at eleverne møder perspektivering af faget, herunder fysiske og teknologiske aspekter af bæredygtighed.” [LPC 1.2]

Dette formål afspejler, at hovedsigtet er at kvalificere eleverne til at forstå de metoder og tænkemåder, der er baggrunden for den teknisk-naturvidenskabelige tilgang til verden. Herved lægges vægten på, at den grundlæggende fysikundervisning bidrager væsentligt til, at eleverne bliver i stand til at fungere som borgere i dagens og fremtidens samfund. Samtidig hermed vil elevernes kendskab til fagets genstandsfelt og metoder bidrage til, at eleverne får et oplyst grundlag for deres studievalg.

For at opnå grundlæggende viden og kundskaber kræves, at eleverne har konkrete erfaringer med naturvidenskabelige problemer og deres behandling. Undervisningen skal derfor inddrage såvel fagets eksperimentelle side som den teoretiske brug af modeller. Oplevelsen af fagets relevans skal fremmes gennem perspektiveringen af de faglige indsigter i aktuelle, hverdagsorienterede, samfundsrelevante eller globale problemstillinger samt i samspillet med andre fag.

Læreplanen indeholder i det overordnede formål og i det supplerende stof også en særlig forpligtelse til at inddrage bæredygtig udvikling i fysikundervisningen. Selve begrebet bæredygtig udvikling er udtryk for en politisk sammentænkning af miljø- og udviklingssynsvinkler. Det blev i den såkaldte Brundtland-rapport formuleret som: *En bæredygtig udvikling er en udvikling, som opfylder nuværende generationers behov uden at bringe fremtidige*

generationers mulighed for at opfylde deres behov i fare. (Brundtland-kommissionen: *Vor fælles fremtid*, UN 1987).

2. Faglige mål og fagligt indhold

Faget fysik er obligatorisk på mindst C-niveau i det almene gymnasium. Læreplanen for Fysik C er derfor udformet, så det gennem mål, indhold og tilrettelæggelse sikres, at faget har et klart almindelig sigte. Det sker blandt andet ved, at undervisningen på elementær vis præsenterer væsentlige sider af det naturvidenskabelige verdensbillede og samtidigt kan spille sammen med det naturvidenskabelige grundforløb, de øvrige naturfag samt de humanistiske, samfundsfaglige og kunstneriske fag. Læreplanen fastlægger rammer, som gør det muligt at tilpasse undervisningen til det aktuelle holds elever, studieretning og øvrige fag.

2.1. Faglige mål

De faglige mål beskriver nogle grundlæggende naturvidenskabelige kompetencer inden for fysik med vægt på, at eleverne skal kunne se faget i en større sammenhæng. Disse mål udgør grundlaget for den afsluttende evaluering og karakteriserer tilsammen en præstation på det højeste niveau i karakterskalaen. Målene er pejlemærker for de enkelte undervisningsforløb, som sammen med den nødvendige faglige og pædagogiske progression skal sætte eleven i stand til at nå disse (slut-)mål. I dette afsnit tolkes og uddybes de enkelte mål, mens konkrete anvisninger på arbejdet hen mod målene findes i næste kapitel om undervisningens tilrettelæggelse.

”Eleverne skal kende og kunne anvende enkle modeller, som kvalitativt eller kvantitativt kan forklare forskellige fysiske fænomener eller kan føre til løsninger af problemstillinger, hvor faglige begreber og metoder anvendes” [LPC 2.1]

Fysik er et middel til at forstå verden gennem begreber og modeller. Fysikkens teoretiske grundlag i form af lovmæssigheder og lignende sammenhænge bringes i undervisningen i spil gennem anvendelsen af modeller som et middel til at beskrive, tolke og forklare fysiske fænomener og processer. Modellerne kan være såvel kvalitative som kvantitative.

Eleverne skal gennem undervisningen gradvis udvikle et kendskab til en række modeller, som kan danne grundlag for deres brug af fysik til at løse forskellige problemstillinger, hvad der bl.a. bidrager til opbygning af elevernes innovative kompetencer. I kernestoffet indgår grundlæggende fysiske love og sammenhænge, men nye kan også inddrages gennem det supplerende stof.

De kvalitative modeller kan bruges til at beskrive og forstå sammenhænge for derigennem at udbygge elevernes mulighed for at forstå og anvende naturvidenskabelig argumentation.

Brugen af kvantitative modeller omfatter såvel simple beregninger med indsættelse af tal og enhed i en formel som belysning og anvendelse af sammenhænge mellem fysiske størrelser. De kvantitative modeller må derfor bygge på elevernes matematiske forudsætninger. Hovedvægten ligger på lineære modeller, så eleverne opnår fortrolighed med anvendelse og tolkning af såvel proportionaliteter som lineære sammenhænge. Vægten kan lægges på anvendelsen af modellerne som et middel til at sammenfatte information og som basis for at give forudsigelser. Løsning af simple numeriske opgaver indgår naturligt som et led i arbejdet med at opnå fortrolighed med modellerne.

Indsigt i anvendelsen af fysiske modeller indebærer, at der i undervisningen indgår eksempler på modeller, hvor det er muligt for eleverne at gennemskue og diskutere forudsætninger, begrænsninger og rækkevidde.

I forbindelse med anvendelsen af modeller indgår et bevidst arbejde med forskellige repræsentationsformer for fysiske data og begreber. Hovedvægten vil i Fysik C naturligt ligge på brugen af tabeller, grafer og formler. Omsætning mellem de forskellige repræsentationsformer er et led i dette arbejde, og ikke mindst sproglige formuleringer bør benyttes til at mindske kravene til abstraktion.

”Eleverne skal kunne beskrive og udføre enkle kvalitative og kvantitative fysiske eksperimenter, herunder opstille og teste enkle hypoteser” [LPC 2.1]

Eksperimenter er en integreret del af fysikundervisningen. I Fysik C lægges vægten på, at eleverne skal kunne udføre og beskrive eksperimenter, men der er ikke et krav om, at eleverne selvstændigt skal kunne tilrettelægge en eksperimentel undersøgelse. Enkle eksperimenter betyder i denne sammenhæng simple og overskuelige eksperimentelle opstillinger, hvor der i reglen kun optræder én uafhængig variabel.

Fremhævelsen af eksperimenter, der specielt egner sig til at opstille og teste hypoteser, er tæt forbundet med kravet til elevernes eksperimentelle kompetence i det naturvidenskabelige grundforløb.

Elevernes arbejde i laboratoriet forudsætter, at eleverne har et grundlæggende kendskab til sikkerhedsforhold og risikomomenter ved eksperimentelt arbejde og i øvrigt udviser god laboratoriepraksis.

”Eleverne skal kunne præsentere eksperimentelle data hensigtsmæssigt og ved hjælp af blandt andet it-værktøjer behandle data med henblik på at afdække enkle matematiske sammenhænge mellem fysiske størrelser” [LPC 2.1]

Eksperimentelle data kan typisk præsenteres i form af tabeller. De kan derefter behandles ved hjælp af grafer og matematiske formler. Eleverne skal arbejde med de forskellige repræsentationsformer og kunne skifte mellem dem. I databehandlingen indgår naturligt brug af it-hjælpeprogrammer som regneark og CAS-programmer til bestemmelse af fx bedste rette linje som tilpasning til eksperimentelle data.

Ved behandlingen af data og belysningen af en sammenhæng indgår naturligt en diskussion af resultaternes pålidelighed. Det kan i konkrete situationer være naturligt at inddrage de mest betydningsfulde fejlkilder, men der er ikke noget krav om en systematisk behandling af usikkerhed ved målinger og resultater.

Gennem fremhævelsen af ”matematiske sammenhænge” som en del af kompetencen peges der på forbindelsen til modellering, så der kan skabes et meningsfuldt arbejde, hvor elevernes egne data kan indgå i arbejdet med modeller. Derigennem bliver der mulighed for på elementær vis at belyse samspillet mellem eksperiment og teori.

”Eleverne skal gennem eksempler kunne perspektivere fysikkens bidrag til såvel forståelse af naturfænomener som teknologi- og samfundsudvikling” [LPC 2.1]

Dette mål er centralt i forbindelse med Fysik C som et overvejende alment dannende fag, fordi det kræver, at eleverne kan se naturfagene og specielt fysik i en bredere sammenhæng. Perspektivering i denne forstand indebærer derfor, at der i undervisningen inddra-

ges forhold uden for fysikkens egen verden. Det kan være erfaringer, viden og meninger fra andre fag eller fra fx samfundsdebatten. Det kan ske internt i fysikundervisningen eller i samspil med andre fag.

”Eleverne skal kunne formidle et emne med et elementært fysikfagligt indhold til en valgt målgruppe.” [LPC 2.1]

Formidling af faglig indsigt er et væsentligt aspekt af undervisningen i fysik. I denne forbindelse omfatter formidlingen såvel mundtlig som skriftlig fremstilling med brug af forskellige typer hjælpemidler. Dette arbejde skal styrke elevernes faglige udtryksfærdighed og evne til at kommunikere forståeligt om emner med et fysikfagligt indhold.

I Fysik C-undervisningen skal der overvejende arbejdes med elementære problemstillinger, og fokuseringen på en valgt målgruppe understreger det væsentlige i, at formidlingen skal ske på modtagernes præmisser.

”Eleverne skal kunne demonstrere viden om fagets identitet og metoder” [LPC 2.1]

Fagets identitet er beskrevet i pkt. 1.1. Eleverne kan demonstrere deres viden om fysiks identitet og metoder ved, at de med afsæt i konkrete problemstillinger forklarer, hvordan fysik i samspillet mellem teorier og eksperimenter dels giver svar på væsentlige generelle naturvidenskabelige spørgsmål, dels bidrager til løsning af konkrete problemer med naturvidenskabeligt indhold. Der skal være progression i arbejdet med fagets identitet og metoder, og det anbefales at lade fagets identitet og metoder indgå som en integreret del af de enkeltfaglige og flerfaglige forløb, suppleret med korte indslag af mere generel karakter til frembringelse af en forståelsesramme for arbejdet med fagets metoder. Det er ikke tanken, at der skal tilrettelægges længere generelle forløb om fysiks videnskabsteori.

Eleverne skal kunne bringe deres forståelse af fysikfagets identitet og metoder i spil i forbindelse med studieretningsprojektet og skal her kunne se forskelle fra og ligheder med andre fag.

Fysiks metoder består i et snævert og varieret samspil mellem teorier eller modeller og eksperimenter. Elevernes viden om fagets metoder omfatter en forståelse for dette samspil eksemplificeret i det følgende.

2.1.1. Eksperimenter

Eksperimentets rolle i fysik kan forstås med udgangspunkt i elevernes egne eksperimenter, men kan også behandles ved inddragelse af nutidige og historiske eksperimenter fra forskningsverdenen.

Gennem undervisningen vil eleverne stifte bekendtskab med eksperimentets varierende rolle i fysik og dets karakteristiske træk. Det kan være:

- Måling af sammenhængen mellem masse og rumfang for en væske for induktivt at undersøge, om der er tale om en proportionalitet
- Test af hypotesen, at en genstand falder som beskrevet i Galileis faldlov
- Observation, der typisk ses i astronomien som hos Tycho Brahe, der med simpelt udstyr registrerede stjerners positioner på himlen
- Reproducerbarhed som en historisk set væsentlig side af eksperimenter i fysik, mens dette krav er vanskeligt at fastholde i studiet af astronomiske begivenheder
- Variabelkontrol som en metode til at undersøge hvorledes en uafhængig variabel påvirker et fysisk system

- Mange gentagelser af et eksperiment som middel til at øge pålidelighed og præcision.

2.1.2. Teorier

I arbejdet med fysiske teorier skal eleverne forstå, at teorier er tankekonstruktioner bestående af modeller af virkeligheden, der kan begrundes induktivt eller deduktivt, og som generelt tillægges en høj grad af objektivitet. Modeller i fysik består ofte i matematiske relationer mellem fundamentale målbare størrelser.

Teorier og modeller i fysik kan have forskellige karakteristiske træk:

- Modellen, at der for vand er proportionalitet mellem temperaturstigningen og den tilførte energi, kan efterprøves eksperimentelt – er falsificerbar
Modellen kan generaliseres til andre stoffer end vand og er endvidere karakteriseret ved at have et klart gyldighedsområde
- Teorien om energiens bevarelse er omvendt en teori med en høj generalisationsgrad
- Deduktivt begrundede resultater kan demonstreres på basis af simple eksempler.

Nogle problemstillinger kan ikke løses af fysik alene, men kræver et samspil mellem flere fag. Der skal tilrettelægges forløb, hvor fysik sammen med et eller flere andre fag er sammen om at belyse faglige problemstillinger. Gennem sådanne samspil ser eleverne hvilke muligheder og begrænsninger fysikfaget har. Samtidig bidrager samspillet til elevernes almindelige, og de får mulighed for at se fagets relevans og bredde.

2.2. Kernestof

”Fysikkens bidrag til det naturvidenskabelige verdensbillede

- *grundtræk af den nuværende fysiske beskrivelse af Universet og dets udviklingshistorie, herunder Universets udvidelse*
- *Jorden som planet i Solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener*
- *atomer som grundlag for forklaring af makroskopiske egenskaber ved stof.”* [LPC 2.2]

Sigtet med dette område er at give eleverne et bredt, kvalitativt og nutidigt grundlag for at forstå verden omkring sig. Kendskab til det nuværende naturvidenskabelige verdensbillede er et nødvendigt udgangspunkt for meningsfyldt at beskæftige sig med såvel historiske som ikke-naturvidenskabelige verdensopfattelser.

Beskrivelsen af Universet kan bygge på en oversigt i form af et kosmisk zoom over de vigtigste strukturer, så eleverne får et overblik over typiske afstande. Hovedtrækkene i Universets udviklingshistorie kan behandles ved en række kommenterede illustrationer med nedslag på karakteristiske tidspunkter. Afgrænsede epoker eller udvalgte fænomener kan gøres til genstand for en nærmere faglig omtale. Der er ikke krav om en egentlig behandling af de observationsmæssige argumenter for Universets udvidelse, men eksistensen af disse naturvidenskabelige argumenter bør understreges.

Med udgangspunkt i den heliocentriske model for solsystemet behandles et udvalg af hverdagsfænomener som dag/nat, årstiderne, Månens faser, sol- og måneformørkelser.

Stoffets opbygning ud fra atomer og molekyler benyttes som udgangspunkt for forklaring af simple egenskaber ved stof. Atommodellens anvendelighed til kvalitativt at forklare makroskopiske egenskaber kan illustreres ved simple hverdagsituationer (temperatur, tryk, varmetransport, fordampning).

”Energi

- *beskrivelse af energi og energiomsætning, herunder effekt og nyttevirkning*
- *eksempler på energiformer og en kvantitativ behandling af omsætningen mellem mindst to energiformer.*” [LPC 2.2]

I behandlingen af energibegrebet indgår som et væsentligt led, at det repræsenterer et menneskeskabt, abstrakt begreb, som baserer sig på en idé om en bevaret størrelse, der kan omdannes fra en form til en anden.

Med udgangspunkt i et kvalitativt kendskab til energiformer som kinetisk, potentiel, termisk, elektrisk og kemisk energi kan man beskrive og diskutere arten af energiomsætningerne i kendte situationer. Mindst to udvalgte energiformer og omsætningen mellem dem skal gøres til genstand for en kvantitativ behandling, som kan være understøttet af eksperimentelt arbejde.

”Lyd og lys

- *grundlæggende egenskaber: bølgelængde, frekvens og udbredelsesfart*
- *det elektromagnetiske spektrum, fotoner og atomers absorption og emission af stråling.*
- *fysiske egenskaber ved lyd og lys.* [LPC 2.2]

Udgangspunktet for den kvantitative beskrivelse af bølger er grundbegreberne bølgelængde, frekvens og udbredelsesfart samt sammenhængen mellem dem.

Til behandlingen af det elektromagnetiske spektrum hører, at eleverne får et overblik over de forskellige bølgelængdeområder og de tilsvarende typiske strålingskilder.

Atomers emission og absorption kan behandles med udgangspunkt i Bohrs model for hydrogen-atomet og fotonens energi. Eleverne skal kende tolkningen af simple atomare emissionsspektre.

I behandlingen af fysiske egenskaber ved lyd og lys kan der i de valgte temaer fx indgå faglige begreber som interferens, diffraktion, brydning, intensitet, stående bølger eller lydstyrke.

2.3. Supplerende stof

”Eleverne vil ikke kunne opfylde de faglige mål alene ved hjælp af kernestoffet. Det supplerende stof, der udfylder ca. 25 pct. af undervisningstiden, skal uddybe og perspektivere kernestofet og kan også omfatte nye områder og metoder.

Det supplerende stof skal inddrage fagligt aktuelle, hverdagsorienterede, samfundsrelevante eller globale problemstillinger, herunder aspekter af bæredygtig udvikling.

Der kan indgå læsning af tekster på engelsk samt, når det er muligt, på andre fremmedsprog.

Det supplerende stof vælges i samarbejde med eleverne.” [LPC 2.3]

Det supplerende stof vælges af lærer og elever i fællesskab med sigte på at bidrage til, at eleverne kan nå de faglige mål. Arbejdet med det supplerende stof udgør en væsentlig del af fagets samlede uddannelsestid, og der er derfor mulighed for såvel at uddybe kernestof som at inddrage helt nye faglige emner.

Aktuelle begivenheder, eksempelvis i form af markante naturfænomener eller forskningsresultater omtalt i medierne, kan ofte med fordel inddrages i undervisningen, også selv om

det kræver fravigelse af den lagte plan. Historiske begivenheder eller enkeltpersoners indsats kan give et nyt perspektiv på mere traditionelle undervisningsemner.

Ved valget af supplerende stof kan der tages særligt hensyn til mulighederne for fagligt samspil med såvel de andre naturvidenskabelige fag og matematik som med skolens øvrige fag i et flerfagligt samarbejde.

Undervisningen i Fysik C skal give eleverne indblik i fysiske og teknologiske aspekter af bæredygtig udvikling. Sådanne aspekter kan findes i temaer inden for området energi, men emner som klima og vand er også oplagte i denne sammenhæng. Undervisningsforløbene kan være enkeltfaglige, men der er også gode muligheder for samspil med klassens øvrige fag.

Der kan inddrages undervisningsmaterialer på engelsk. Det kan fx være i form af læsning af engelsksprogede artikler, websider eller videoer. Fremmedsproget materiale, som har indgået i fysikundervisningen, kan også benyttes til den mundtlige prøve.

2.4. Omfang

”Det forventede omfang af fagligt stof er normalt svarende til 100-200 sider.” [LPC 2.4]

Undervisningen i fysik bygger på en bred vifte af faglige materialer, fx traditionelle lærebøger, i-bøger, artikler fra tidsskrifter og websider, vejledninger til eksperimentelt arbejde, instruktion i behandling af empiribaseret materiale, videoer med eksperimenter eller visualiseringer. Listen er ikke udtømmende, men er kun udtryk for nogle af de mere oplagte eksempler på undervisningsmateriale. Omfanget opgøres efter et rimelighedsskøn i forbindelse med de enkelte materialer.

Omfanget af fagligt stof anføres i beskrivelsen af den gennemførte undervisning (undervisningsbeskrivelsen), der færdigredigeres ved afslutningen af undervisningen i det enkelte fag. Omfanget angives normalt med en sådan detaljeringsgrad, så det af undervisningsbeskrivelsen fremgår, hvorledes det faglige stof har været vægtet i undervisningsforløbet. Dette kan fx ske ved at angive et skønsmæssigt sidetal eller en procentvis fordeling af stoffet.

3. Undervisningens tilrettelæggelse

Da fysik er et obligatorisk fag i det almene gymnasium, skal undervisningen i fysik i almindelighed og Fysik C i særdeleshed kunne appellere til alle elever.

3.1. Didaktiske principper

De overordnede principper for tilrettelæggelsen af undervisningen fremgår af læreplanens afsnit 3.1. I overensstemmelse med formålet lægges der særlig vægt på Fysik C-undervisningens mere alment dannende sider:

”Undervisningen tilrettelægges, så formålet med undervisningen er tydeligt for eleverne, og så eleverne motiveres til at arbejde med faget samtidig med, at deres nysgerrighed og kreativitet stimuleres. Som hovedregel opbygges undervisningen af forløb, der hver for sig er styret af et perspektiverende tema, som inddrager forhold uden for fysikken. Hovedvægten lægges på brug af fysik som et middel til at skabe naturvidenskabelig indsigt og på at vise fysik som et kvantitativt naturvidenskabeligt fag. Det eksperimentelle arbejdes centrale betydning for udviklingen af naturvidenskabelig erkendelse betones.” [LPC 3.1]

Den enkelte klasse har i kraft af det begrænsede omfang af kernestoffet gode muligheder for at vælge temaer og synsvinkler, som kan tilgodese elevernes interesser og fremme deres motivation og engagement i det faglige arbejde. Hertil kommer, at faget ikke mindst gennem de mange muligheder for konstruktivt samspil med elevernes andre fag, har gode muligheder for at give eleverne indsigt i naturfagernes arbejds- og tænke måder.

3.1.1. Elevforudsætninger

”Undervisningen tager udgangspunkt i et fagligt niveau svarende til elevernes niveau fra grundskolen.” [LPC 3.1]

Undervisningen skal tage udgangspunkt i elevernes faglige niveau. Hvis Fysik C-forløbet starter allerede i 1.semester, er det således niveauet fra grundskolens 9. klasse, man må tage udgangspunkt i. Starter forløbet senere, må viden og kompetencer fra det naturvidenskabelige grundforløb, øvrige naturvidenskabelige fag og evt. tidligere fysikundervisning indgå i valget af udgangspunkt.

I grundskolen undervises eleverne i 7.-9. klasse i faget fysik-kemi, og optagelse i det almene gymnasium er betinget af, at eleven har aflagt folkeskolens mundtlige fællesprøve i fysik/kemi, biologi og geografi. Kravene til undervisningen er beskrevet i UVMs publikation *Fagformål for faget fysik/kemi* fra 2016, der er tilgængelig på ministeriets netsted.

Slutmålene efter 9. klassetrin er beskrevet gennem en række kompetencer, der blandt andet omfatter, at eleven

- kan designe, gennemføre og evaluere undersøgelser i fysik/kemi
- kan anvende og vurdere modeller i fysik/kemi
- kan perspektivere fysik/kemi til omverdenen og relatere indholdet i faget til udvikling af naturvidenskabelig erkendelse
- kan kommunikere om naturfaglige forhold med fysik/kemi [citater: [Fagformål for faget fysik/kemi](#)]

samt har en generel eksperimentel kompetence, der omfatter planlægning, gennemførelse og vurdering af eksperimenter. Man skal i den forbindelse være opmærksom på, at slutmålene er formuleret som pejlemærker og ikke ubetinget er et mål, som hver enkelt elev skal nå.

Eleverne har fra grundskolens 9. klasse en forholdsvis bred erfaringsbasis med kendskab til en lang række fysiske fænomener, som overvejende er behandlet kvalitativt og tematisk. De har erfaring med et undersøgende, eksperimentelt arbejde med lille vægt på kvantitative målinger og skriftlig efterbehandling. Numeriske problemer og fagets formelle side indgår kun i meget begrænset omfang i undervisningen.

3.1.2. Planlægning og progression

Undervisningen planlægges af læreren og eleverne i fællesskab under hensyntagen til den overordnede studieplan for undervisningen i den pågældende klasse. I planen afsættes tid til de forskellige forløb, herunder eksperimentelt og skriftligt arbejde, ekskursioner, samarbejdet med andre fag, evaluering af undervisningen m.m. Planen bør ikke laves for stram, så der er mulighed for løbende justering og inddragelse af aktuelle begivenheder og ændrede prioriteringer undervejs.

Den overordnede plan kan med fordel udformes, så den medvirker til at sikre, at delmålene for de enkelte forløb vælges, så der er en klar progression hen mod de faglige mål for un-

dervisningen. Progression er både et udtryk for, at den faglige sværhedsgrad stiger gennem forløbet, og at eleverne undervejs tilegner sig flere og flere metoder, der gør dem i stand til at behandle mere komplekse problemstillinger. Gennem forløb med differentieret undervisning, er det muligt at tilgodese elevens forskellige forudsætninger og evner, så alle får lejlighed til at udbygge deres viden og indsigt.

”Undervisningen skal indeholde eksempler på, hvordan matematik indgår i fysik, men det er ikke hensigten, at eleverne skal kunne lave egentlige matematiske udledninger af fysiske sammenhænge.” [LPC 3.1]

Undervisningen i Fysik C skal give eleverne en grundlæggende forståelse af de vigtigste fysiske størrelser og simple relationer imellem disse. Eleverne skal opleve at denne forståelse bidrager til at kvalificere deres forståelse af dem selv og deres omverden. For mange elever vil en abstrakt anvendelse af matematik ikke bidrage til denne forståelse, og den mere formelle brug af matematisk formalisme ved udledninger og lignende bør derfor nedtones. En sproglig udfoldelse kan støtte begrebsdannelsen og øge følelsen af fortrolighed med stoffet. Nye begreber kan ofte med fordel introduceres kvalitativt. Generelt set har mange elever et større udbytte af en verbal formulering af relationer mellem fysiske størrelser end matematiske formler. I samarbejde med faget matematik kan et bevidst arbejde med begreberne proportionalitet og lineær sammenhæng give eleverne eksempler på, hvordan abstrakte matematiske begreber kan give overblik over sammenhængen mellem to størrelser.

3.1.3. Undervisningsforløbene

Undervisningsforløbene tilrettelægges i samarbejde med eleverne, så de hvor det er muligt har indflydelse på valg af arbejdsformer og tema såvel som supplerende stof og perspektivering. I forbindelse med det enkelte undervisningsforløb gøres eleverne opmærksom på, hvilke faglige mål der er i fokus, samt hvordan disse mål tænkes nået. Der opstilles tydelige læringsmål, som tilsammen bidrager til elevernes opfyldelse af de faglige mål. Læringsmålene hører med i lærerens beskrivelse af undervisningsforløbet på linje med tidsforbruget, det faglige indhold, undervisningsmateriale, eksperimentelt arbejde og de valgte arbejdsformer.

Ved udvælgelsen af målene for det enkelte forløb, er det vigtigt at huske på, at målene i læreplanens afsnit 2.1 er de slutmål, som gælder ved afslutningen af det samlede Fysik C-forløb. I de enkelte undervisningsforløb må man fokusere på et mindre antal mål, der i indhold og ambitionsniveau peger frem mod slutmålene.

Af hensyn til overskueligheden bør de enkelte undervisningsforløb ikke være for lange. I fysik er der store variationsmuligheder ved tilrettelæggelsen af de enkelte undervisningsforløb. De mange muligheder bør udnyttes til at skabe variation i undervisningen og til at give eleverne indflydelse på planlægningen, så deres studieretning, interesser og behov tilgodeses.

I tilrettelæggelsen af det enkelte forløb bør foregå under hensyntagen til, hvor Fysik C-undervisningen er placeret i elevernes samlede uddannelsesforløb. Ligger Fysik C i 1g har eleverne ikke de samme erfaringer med at arbejde med naturvidenskabelige problemstillinger, som hvis Fysik C-forløbet ligger i 2g eller 3g, hvor eleverne gennem andre naturvidenskabelige fag har stiftet bekendtskab med naturvidenskabelige arbejdsmetoder og arbejdsformer. I perspektiveringen af fysik vil eleverne i 2g og 3g også have et bredere kendskab og større erfaringsgrundlag.

De enkelte undervisningsforløb skal som hovedregel være styret af et perspektiverende tema for derigennem at sikre, at eleverne oplever faget og undervisningen som spændende, relevant og vedkommende. Det perspektiverende tema vælges, så fysikken kan forbindes med forhold uden for faget. Det kan inden for fagets rammer ske gennem inddragelse af fx teknologiske problemstillinger, hverdagsforestillinger eller samfundsforhold. En anden mulighed er at inddrage andre fag i fagligt samspil eller inddrage fysikfaget i et karriereperspektiv.

Det er ikke et krav, at det enkelte forløb skal holde sig inden for et enkelt af de faglige områder, som indgår i kernestoffet.

3.1.4. Perspektivering

Perspektiveringen i fysikundervisningen skal medvirke til, at eleverne motiveres til at arbejde med faget samtidig med, at deres nysgerrighed og kreativitet stimuleres. Dette opnås blandt andet ved at sætte faget i forbindelse med andre fag og med forhold uden for skolen. Eleverne bør have væsentlig indflydelse på valget af emner. En perspektivering af fysikken kan ske både i forbindelse med teoretisk og eksperimentelt stof. I arbejdet med at perspektivere kan man også inddrage supplerende stof. Studiebesøg, ekskursioner og praktisk arbejde uden for skolen er en naturlig del af fysikundervisningen og vil også være med til at perspektivere faget.

Til den mundtlige prøve skal eleverne kunne perspektivere fysikken ud fra et bilag. Det anbefales derfor, at eleverne i undervisningen løbende ser eksempler på sådanne bilag og undervises i, hvordan bilaget kan bringes til at bidrage til en perspektivering af det givne emne. Ved perspektiveringen forventes, at eleverne kan koble bilaget til emnet gennem anvendelsen af relevante fagbegreber, sammenhænge, formler og eksperimenter.

3.2. Arbejdsformer

”Undervisningen skal tilrettelægges, så der er variation i de benyttede arbejdsformer under hensyntagen til de mål, der ønskes nået med det enkelte forløb. Valget af arbejdsformer skal give eleverne mulighed for at udvikle og realisere egne ideer inden for faget og at indgå i samarbejde med andre i en faglig sammenhæng.” [LPC 3.2]

Valget af arbejdsformer skal koordineres med klassens øvrige undervisning, jf. den overordnede studieplan for klassen. En vigtig ledetråd er, at arbejdsformerne skal give eleverne mulighed for at udvikle og realisere egne ideer og til at indgå i samarbejde med andre. Der skal derfor også i fysik lægges stor vægt på at vælge arbejdsformer, der giver plads til såvel elevernes individuelle arbejde som samarbejde i mindre grupper.

Der skal være en tydelig progression i valgene af arbejdsformer, så de medvirker til udviklingen fra elev til studerende. Dette gælder såvel omfanget af det selvstændige arbejde som graden af selvstændighed. Ved starten af undervisningen kan man ikke forvente, at eleverne kan håndtere store stofmængder på en gang, og man må derfor give dem tid til at arbejde selvstændigt med nye begreber og problemstillinger. Mange elever kan i starten være usikre på deres faglige niveau i fysik, og valget af arbejdsformer kan bidrage til, at der skabes en tryk atmosfære omkring undervisningen. Her gennem forløbet må der ske en forskydning i arbejdsformerne, så eleverne får et øget medansvar for arbejdet med faget.

3.2.1. Eksperimentelt arbejde

”Elevernes eksperimentelle arbejde udgør ca. 20 pct. af undervisningstiden. Det eksperimentelle arbejde indgår som en integreret del af undervisningen og skal sikre dem fortrolighed med

eksperimentelle metoder og brugen af eksperimentelt udstyr, herunder it-baseret udstyr til dataopsamling og databehandling. Arbejdet med eksperimenter tilrettelægges, så de har et konkret læringsmål, der også styrer valget af dokumentationsform. Det eksperimentelle arbejde skal rumme eksempler på både kvalitative og kvantitative eksperimenter, og eleverne skal have mulighed for at arbejde undersøgelsesbaseret såvel som med opstilling og test af enkle hypoteser.” [LPC 3.2]

Eksperimenter er ofte et godt hjælpemiddel til at behandle fagets begreber og sammenhænge. Nye emner kan introduceres gennem eksperimenter og medvirke til, at eleverne får et fælles grundlag. Det eksperimentelle arbejde stiller ikke blot krav om reproduktion, men udfordrer også elevernes selvstændighed og kreativitet, lige som en undren over et hændelsesforløb kan være et godt motivationsmiddel. Eksperimenter kan give eleverne et førstehåndskendskab til fysiske fænomener og dermed erfaringer, de ellers kun vanskeligt får fra observationer i hverdagen.

Det eksperimentelle arbejde kan bidrage væsentligt til at nå undervisningens mål. Den eksperimentelle kompetence, herunder evnen til at iagttage systematisk og udføre eksperimenter systematisk og planlagt, trænes naturligt gennem det eksperimentelle arbejde. Det lægger også op til at præsentere og analysere data og formidle iagttagelser og resultater. Hertil kommer, at det eksperimentelle arbejde kan støtte udviklingen af andre kompetencer gennem at

- give erfaringsbaggrund for et begreb eller en lovmæssighed
- illustrere/eftervise en teori eller inddrage teorien i behandlingen af resultaterne
- give et grundlag for modellering ved at underbygge dannelsen af kvalitative modeller eller producere talmæssige resultater til videre databehandling
- støtte perspektivering, fx gennem undersøgelse af et naturfænomen eller hverdagsteknologi.

IT-udstyr til dataopsamling indgår naturligt i det eksperimentelle arbejde, fx til temperaturmålinger, analyse af lyden fra et musikinstrument eller lysintensitetsmålinger og lignende.

Eksperimenternes kvantitative natur skal fremhæves, hvilket kan ske i de eksperimenter, eleverne selv udfører og efterbehandler. De første elev eksperimenter skal dog være simple i kravene til databehandlingen med begrænset brug af matematisk formalisme. Senere i forløbet kan eleverne håndtere større datamængder og præsentere data på en hensigtsmæssig måde. Data kan præsenteres i tabeller eller grafer, og eleverne skal ud fra grafen kunne genkende en lineær matematisk model og beregne de karakteristiske størrelser i modellen.

Tiden til elevernes eksperimentelle arbejde omfatter laboratoriearbejde, længerevarende eksperimentelle forløb og de små eksperimenter, eleverne udfører som led i den daglige undervisning. For bedst muligt at integrere det eksperimentelle arbejde i den øvrige undervisning bør eksperimenterne være lige-front eller parallelt forløbende variationer inden for samme tema. Blandt andet af hensyn til den nødvendige aktivitet i timerne og variation i arbejdsformerne kan det anbefales at indlægge korte elevforsøg i de enkelte timer. Den nødvendige efterbehandling kan foregå direkte i timen og/eller indgå som hjemmearbejde.

I undervisningen indgår mange forskellige typer af eksperimenter: kvalitative og kvantitative eksperimenter, fælles eksperimenter samt eksperimentelle undersøgelser og projekter.

Et fælleseksperiment giver gode muligheder for at skærpe elevernes iagttagelsesevne. De kan provokeres til at undre sig og til at ræsonnere, når resultaterne sammenholdes med forventningerne. Et fælleseksperiment bliver derved i mindre grad et traditionelt demonstrationseksperiment.

Ved at arbejde med undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning (UBNU eller på engelsk IBSE) fremmes elevernes undren og kreativitet inden for faget. Eleverne forstår, hvad de lærer og motiveres til at undersøge og indsamle viden samt foretage eksperimentelle undersøgelser. Eleverne kan fx selv formulere den problemstilling, der arbejdes med inden for et overordnet tema, og derigennem realisere egne ideer indenfor faget.

I fysik C kan der fint være plads til at udvikle elevernes innovative evner. Udgangspunktet kan fx være at anvende den såkaldte ”dobbeltdiamantmodel”, som kan strukturere de forskellige faser i en innovationsproces. Det kan godt være, at hele innovationsforløb for nogle klasser vil være for tidskrævende, men så kan delelementer af innovationsprocessen trænes. Det kan fx være, at problemet er defineret, og eleverne så skal udvikle og vurdere et eller flere løsningsforslag.

For at understrege, at fysik beskæftiger sig med verden uden for skolen, kan det i mange situationer være en god idé at henlægge undervisningen til andre steder end fysiklokalet. Egentlige ekskursioner kan fint indgå i mange forløb, og bedst når der indgår aktiviteter, der kræver elevernes aktive medvirken.

Til elev eksperimenter hører oftest et oplæg, der afhængigt af eksperimentets karakter enten kan være skriftligt eller mundtligt, og hvis formål blandt andet er at fremme elevernes refleksion over arbejdet. Oplæg i form af skriftlige vejledninger kan indeholde spørgsmål, der skal tages stilling til, eller udpegning af valg, der skal træffes af eleverne undervejs i arbejdet. Et virtuelt eksperiment kan også være en del af oplægget til et eksperiment, men det kan ikke i sig selv regnes for en del af det egentlige eksperimentelle arbejde.

Af hensyn til fagets almendannende sigte og den motiverende effekt kan det anbefales at udføre eksperimenter med ting fra elevernes hverdag. Af samme grund kan de undersøgte fænomener med fordel også vælges fra den umiddelbare natur, såsom solnedgange, regnbuen, haloen omkring Solen og Månen, stjernernes tindren, stjernernes farver, strandens varme sand, mosekonens bryg og lignende.

Efterbehandlingen kan have mange former, og det valgte læringsmål for det eksperimentelle arbejde styrer valget af dokumentationsform. Hvis formålet med det eksperimentelle arbejde er, at eleverne skal opstille og teste enkle hypoteser, kan elevernes dokumentationsform være anderledes i forhold til eksperimentet, der har til formål at illustrere en kvantitativ matematisk modellering. Det er sjældent, at en fuldstændig fysikrapport vil være nødvendig eller overhovedet den rette dokumentationsform. Ved fælleseksperimenter kan målingerne foretages og registreres af holdet, og resultaterne efterbehandles umiddelbart i timen eller som en del af elevernes hjemmearbejde til næste time. For kvalitative eksperimenter kan man bede eleverne om at nedskrive deres iagttagelser og give forklaringer. Som en del af konklusionen kan iagttagelsen sammenholdes med forventninger og teori.

Eleverne skal opnå gode laboratorievaner og kunne færdes med omtanke og sikkerhedsmæssigt forsvarligt under det eksperimentelle arbejde. Uanset om et eksperiment primært udføres af eleverne eller læreren, skal relevante risiko- og sikkerhedsforhold inddrages i

undervisningen. Dette gælder også forsøg, der udføres i samarbejde med personalet på en virksomhed eller en uddannelsesinstitution. Læreren vil altid have ansvaret for, at sikkerhedsforholdene er i orden og skal have afprøvet eksperimentelt udstyr og laboratorierutiner på forhånd. I forbindelse med eksperimenter med lys og lyd er det naturligt at inddrage sikkerhedsforhold for øjne og ører og omtale de oplagte farer i forbindelse med fx høj lydintensitet.

Ved eksperimentelt arbejde er eleverne omfattet af arbejdsmiljølovens såkaldt udvidede anvendelsesområde, og de nærmere regler er fastlagt af Arbejdstilsynet i *At-meddelelse nr. 4.01.9, [Elevs praktiske øvelser på de gymnasiale uddannelser](#)*. Her fastslås det: ”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 indgår det i fastlæggelsen af de nødvendige sikkerhedsforanstaltninger at sikre, at eleverne har opnået den fornødne rutine i god laboratoriepraksis, og at arbejdet foregår under tilstrækkelig instruktion.

Der henvises i øvrigt til sikkerheds- og sundhedsforskrifter fra Arbejdstilsynet, Sikkerhedsstyrelsen, Miljøstyrelsen og Sundhedsstyrelsen (Statens Institut for Strålehygiejne). Branchearbejdsmiljørådet – Undervisning og forskning har udarbejdet en publikation ”[Når klokken ringer - branchevejledning om fysisk arbejdsmiljø i grundskolen og i det almene gymnasium](#)” med de vigtigste sikkerhedsforskrifter m.m. Ansvar for, at reglerne overholdes, er fordelt på arbejdsgiveren, den lokale sikkerhedsgruppe og på de enkelte lærere, som det fremgår af det nævnte netsted.

3.2.2. Mundtlig formidling

”Mundtlig fremstilling og skriftlighed indgår som væsentlige dele af arbejdet med faget.” [LPC 3.2]

I fysikundervisningen indgår arbejdet med at fremme elevernes mundtlige og skriftlige udtryksfærdighed i relation til såvel behandlingen af det faglige stof som ved perspektivering af emnerne. Mundtlig formidling kan indgå på mange måder. Ofte sker det i fysikundervisningen i form af: samtale, diskussion, elevoplæg, videoproduktion, forklaring af fagligt emne, referat m.m.

Samtalen kan omfatte lærer-elev-, lærer-klasse- og elev-elev-samtale. Ved klassesamtalen kan det være en fordel at lade eleverne stille spørgsmål og formulere forståelsesproblemer til dagens emne. Sådanne spørgsmål vil typisk være formuleret i hverdagsprog. Denne kendsgerning sammen med elevernes faglige udfordringer kan ofte være et relevant udgangspunkt for en drøftelse i klassen.

Det indgår i fysikundervisningen, at eleverne skal arbejde med at udvikle deres mundtlige udtryksfærdighed. Fysik betjener sig af et særligt fagsprog, hvor begreber med udgangspunkt i hverdagsagtige begreber tillægges en særlig og mere præcis faglig betydning. Det er i Fysik C vigtigere, at eleverne forstår de faglige begreber og kan anvende dem i opbygningen af en forståelse af fysiske fænomener, end at de bliver fastlåst i en stiv beherskelse af bestemte sproglige formuleringer og formler.

Af hensyn til den mundtlige prøve skal eleverne som led i undervisningen arbejde med at indgå i en faglig samtale. Det anbefales, at det sker løbende. Specielt kan eleverne i par eller i mindre grupper, som afslutning på et undervisningsforløb, opsummere hovedpunkter eller eksperimenter fra forløb. For at støtte elevernes læring kan der foretages forskellige

benspænd, der sikrer en vis grad af faglighed, når eleverne øver sig. Det kan fx være, at de skal inddrage en række fagbegreber, sammenhænge mellem fysiske størrelser, figurer eller perspektiverende billeder i deres samtale.

3.2.3. Skriftlig formidling

”Den skriftlige dimension skal medvirke til at sikre elevernes fordybelse i faget og omfatter:

- *efterbehandling og dokumentation af eksperimentelt arbejde*
- *simple numeriske problemer med vægt på træning af de behandlede begreber og faglige metoder.*
- *formidling af naturvidenskabelig indsigt i form af tekster, præsentationer, posters og lignende.*

Hvis faget har fået tillagt fordybelsestid, skal det skriftlige arbejde planlægges, så der er progression og sammenhæng med det skriftlige arbejde i de øvrige fag. Progressionen omfatter såvel fordybelsesgraden som kravene til elevernes selvstændige indsats.” [LPC 3.2]

Den skriftlige dimension i fysik C skal bidrage til at styrke elevernes studieforberevende skrivekompetencer. Faglig argumentation, ledsaget af korrekte og relevante illustrationer, er væsentlige elementer i besvarelsen af skriftlige opgaver og efterbehandling af eksperimentelt arbejde. Disse skriftlige genrer giver sammen med formidling af faglig indsigt mulighed for at arbejde med enhver af de studieforberevende skrivekompetencer, herunder sproglig korrekthed. Det anbefales, at der i den enkelte besvarelse fokuseres på få af de studieforberevende skrivekompetencer.

Hvis holdet har fået tildelt fordybelsestid, skal læreren læse elevernes besvarelser og planlægge og gennemføre, hvorledes eleverne kan modtage fremadrettet feedback, for at forbedre deres forståelse af stoffet og kvaliteten af senere besvarelser. Ved kommenteringen er det væsentligt, at positive sider af besvarelsen også fremhæves, så elevernes selvtillid og interesse styrkes. Væsentlige fejl og mangler bør bemærkes og kommenteres konstruktivt, mens det sjældent er relevant at rette enhver forekommende fejl eller mangel.

Efterbehandlingen af elevernes eksperimentelle arbejde kan ske gennem journaler, mindre eller delelementer af rapporter, skriftlige præsentationer evt. supplere med mundtlig oplæg eller som grundlag for en video, artikler, posters m.m. Der kan skrives individuelt eller i grupper. Det kan være, at der ved nogle eksperimenter i efterbehandlingen er fokus på analysen af de eksperimentelle data, mens der i andre er fokus på en diskussion af de indsamlede data og de konklusioner, som kan drages ud fra dem. Derfor vil elevernes efterbehandling af eksperimentelt arbejde variere. Kravene til udformningen af efterbehandlingen skal afstemmes med de øvrige naturfag og udformes med vægt på progressionen i det skriftlige arbejde, så kravene til elevernes selvstændighed øges.

Simple numeriske opgaver spiller en vigtig rolle ved elevernes arbejde med stoffet, idet de i reglen vil understøtte forståelsen, samtidigt med at de træner brugen af formler og enheder. Eleverne skal vænnes til, at udregninger kræver forklaringer og begrundelser. De bør kunne vurdere, om et resultat har en rimelig størrelsesorden og angive et resultat med en fornuftig nøjagtighed, eksempelvis ud fra antallet af betydende cifre i de opgivne data.

Skriftlige opgaver behøver ikke at være ”talopgaver”, men kan også være opgaver, hvor eleverne med deres egne ord skal forklare/beskrive et fænomen, som kræver brug af fysisk tankegang. Det kan fx være, at eleverne skriftligt øver sig i at afkode bilag. I det skriftlige arbejde kan også indgå formidlingsopgaver, som kan bidrage til en øget forståelse af stoffet

og lægge op til en mere personlig tilgang til et fagligt område. Eleverne kan fx udarbejde en avis-, fagblad-, brevkasse- eller leksikonartikel, eller de kan lave elektroniske præsentationer, plakater, pjecer eller hjemmesider, som kan vises på skolen ved forskellige arrangementer.

3.2.4. Karrierelæring

Eleverne skal ifølge gymnasieloven gennem undervisningen opnå viden om og erfaringer med fagenes anvendelse, der modner deres evne til at reflektere over egne muligheder og at træffe valg om egen fremtid i et studie-/karrierespørgsmål og et personligt perspektiv.

I fysik C kan denne udfordring løses ved, at eleverne præsenteres for eksempler på, hvorledes fysikfaglige kompetencer kan anvendes i andre sammenhænge og på uddannelser og professioner, hvor fysik er en nødvendighed eller en støtte. I det faglige samspil med andre fag får eleverne kendskab til, hvilke typer af spørgsmål fysikfaget kan svare på, og en naturlig forlængelse heraf er at tale med eleverne om hvilke erhverv, der bl.a. beskæftiger sig med sådanne spørgsmål. Gennem mødet med fagets muligheder samt elevens egne refleksioner herover får eleverne en forståelse for egne karrierespørgsmål og mulige uddannelsesvalg.

Elevernes karrierelæring kan yderligere styrkes ved, at eleverne i deres fysik C-forløb møder færdiguddannede, er på virksomhedsbesøg, hører eksterne oplægsholdere m.m. hvor fysikfagets genstandsfelt eller kompetencer er centrale.

3.3. It

"It og digitale ressourcer skal indgå i alle aspekter af undervisningen og understøtte elevernes læringsproces gennem f.eks. informationssøgning, modellering og visualisering. Eleverne skal kunne anvende it-værktøjer og digitale ressourcer til eksperimentelt arbejde og databehandling." [LPC 3.3]

Faget fysik skal i lighed med de øvrige fag bidrage til at udvikle elevernes it-kompetencer i overensstemmelse med studieplanen for den enkelte klasse.

I matematikundervisningen indgår brug af lommeregner og/eller it som hjælpemidler til at udføre beregninger, foretage matematisk modellering (fx regression), håndtere statistisk datamateriale og til tegning af grafer. Dette bygges der videre på i fysikundervisningen, såvel i forbindelse med opgaveregning som i arbejdet med eksperimentelle data. Eleverne skal kunne anvende programmer til præsentation af data i form af grafer og tabeller, som kan indgå i dokumentationen af det eksperimentelle arbejde, lige som brug af regression til bestemmelse af sammenhænge mellem variable indgår.

Meget fysikudstyr har mulighed for tilkobling af en pc med et tilhørende program til dataopsamling, som løbende viser visuelle repræsentationer af de indsamlede data i form af grafer. Dette indgår som en naturlig del af undervisningen, hvor det er muligt.

Eleverne kan gennem arbejde med it-baserede simuleringer få en forståelse af væsentlige dynamiske sammenhænge, selv om de ikke er i stand til at arbejde direkte med de bagved liggende matematiske modeller. Men det er vigtigt, at disse it-værktøjer præsenteres for eleverne som et "interaktivt læremiddel" og ikke som et egentligt eksperiment.

Informationssøgning på nettet indgår naturligt i undervisningen i forbindelse med perspektivering af faget og i samspil med andre fag, lige som den kan være et led i arbejdet med formidlingsopgaver. Kvaliteten af materialet på forskellige netsteder kan være meget svin-

gende, og det bør være en fast rutine i arbejdet med internettet, at der arbejdes bevidst med en kritisk stillingtagen til materialet baseret på blandt andet kendskab til kilden.

Internettet kan også bruges til indsamling af online data fra fx satellitter, meteorologiske målestationer og vindmøller. Sådanne data kan danne basis for opgaver og perspektiverende oplæg i klassen.

3.4. Samspil med andre fag

”Dele af kernestoffet og det supplerende stof vælges og behandles, så det kan bidrage til styrkelse af det faglige samspil mellem fagene og i studieretningen. I tilrettelæggelsen af undervisningen inddrages desuden elevernes viden og kompetencer fra andre fag, som eleverne hver især har, så de bidrager til perspektivering af emnerne og belysning af fagets almindelige sider.” [LPC 3.4]

Eleverne skal gennem fysikundervisningen behandle problemstillinger i samarbejde med andre fag (jf. de faglige mål, pkt. 2.1. i læreplanen). Fysik C kan indgå i samarbejde med alle gymnasierækkens fag, og der skal etableres samarbejder, hvor eleverne ser hvilke mulige og begrænsninger fysikfaget har. Ofte vil disse samarbejder medvirke til at styrke perspektivering og de almindelige sider af faget. De faglige problemstillinger kan behandle dele af kernestoffet eller være udelukkende supplerende stof. Det faglige indhold i sådanne samarbejder vælges, så det styrker det faglige samspil. Som i alle forløb i fysik, er det også i tværfaglige samarbejder vigtigt at opstille klare læringsmål og at bringe fysikfagets metoder i spil samt at medtænke progression i forhold til tværfaglige krav.

Da fysik C kan indgå i elevernes studieretningsprojekt, skal de se eksempler på typer af tværfaglige problemstillinger faget kan bidrage til at løse. Det kan fx være en problemstilling omkring fremtidens energiforsyning (med samfundsfag A) hvor fysik C bidrager med fysikfaglig viden om energikilder, energiomsætning og bæredygtig udvikling, lige som fysikfaglig viden kan kvalificere en læsning af en science fiction tekst om liv uden for Jorden (med engelsk A). I studieretningsprojekter med matematik A er der en række muligheder for at arbejde med fx matematisk modellering af fysiske systemer, hvor fysik bidrager med eksperimentelt arbejde.

I planlægningen af undervisningen vil kendskab til arbejdet i klassens studieretningsfag gøre det muligt at tone undervisningen efter studieretningen. Det betyder fx, at et tema som omhandler lyd vil behandle forskellige problemstillinger og dermed arbejde med forskellige modeller og eksperimenter afhængig af elevernes studieretning. Har eleverne musik, kan lyd oplagt behandles under et tema om instrumenter, mens det i studieretninger med bioteknologi kunne være diagnosticering vha. ultralyd. I samfundsfaglige studieretninger kunne temaet være arbejdsmiljø og grænseværdier for støj. Ofte vil toningen let kunne udvides, så det bliver et egentligt tværfagligt samarbejde med et andet fag.

I den daglige undervisning kan der inddrages eksempler fra elevernes andre fag for at vise fysikkens almindelige og brede side samt bidrage til, at eleverne ser en sammenhæng mellem fagene. Det kan ske, når eleverne regner opgaver, eller når de faglige områder skal perspektiveres. Det kan fx være, at der i et af de humanistiske fag læses tekster omkring science fiction, mens eleverne i fysik ser på, hvad der er fysisk muligt. Det kan også foregå ved, at der støttes op omkring elevernes studietur, som foregår med andre fag, ved fx enten at tone undervisningen i forhold til det emne studieturen har eller til selve rejsemålet. For at kunne tone sin undervisning er det en fordel at holde sig orienteret om indholdet i de

andre fag. Det kan ske gennem klassens studieplan og i samarbejde med klassen øvrige lærere.

3.4.1. Samspil med klassens øvrige naturvidenskabelige fag og matematik

”Der skal lægges særlig vægt på en faglig koordinering med klassens øvrige naturvidenskabelige fag og med matematik, så undervisningen i fysik er tilpasset elevernes naturvidenskabelige og matematiske kompetencer.” [LPC 3.4]

Tilrettelæggelsen, valget af arbejdsformer og progressionen i undervisningen af Fysik C skal ske under hensyntagen til og i koordinering med klassens øvrige naturvidenskabelige fag. Det er vigtigt, at eleverne oplever overensstemmelse fagene imellem i brugen af fagsprog, den overordnede tilgang til eksperimenter og i kravene til skriftlig og mundtlig formidling i øvrigt.

Hvis fysik C ligger placeret i grundforløbet, skal der koordineres med naturvidenskabeligt grundforløb.

Samarbejdet med faget matematik er en støtte for eleverne i begge fag. Der skal ske en koordinering mellem de to fag, så metoder og begreber så vidt muligt håndteres på samme vis og gerne samtidigt. Dette kan gælde arbejdet med håndtering af forskellige repræsentationsformer, matematisk modellering m.v. Også brugen af it-værktøjer kan med stor fordel koordineres med faget matematik. Det vil være naturligt, at der tilrettelægges fælles forløb i de to fag, hvor eleverne både oplever fordelene ved brugen af matematik i faget fysik og samtidig ser, hvordan den matematiske forståelse understøttes af en anvendelse i fysik.

3.5 Fra naturvidenskabeligt grundforløb til fysik

Undervisningen i fysik efter naturvidenskabeligt grundforløb må så vidt muligt udnytte de faglige kompetencer, eleverne tager med sig fra naturvidenskabeligt grundforløb. Det er muligt, fordi der er overlap mellem de faglige mål i naturvidenskabeligt grundforløb og i fysik.

Den fokuserede undervisning i naturvidenskabeligt grundforløb med sigte på en formel, afsluttende prøve giver eleverne nogle første, fysikfagligt relevante kompetencer, som de kan videreudvikle i den efterfølgende undervisning og som letter denne.

Eleverne får i naturvidenskabeligt grundforløb fx

- kendskab til en lineær model som beskrivelse af et konkret fænomen i omverden og mundtlig formidling af denne model - en langt mere kompleks kompetence end blot at kende og forstå en lineær sammenhæng af typen $y = 2x + 3$.
- erfaring med at bruge skolens apparatur til datafangst til simple, konkrete forsøg
- nogen fortrolighed med et program til at plote data eller tegne grafer. En viden om, at der forventes betegnelser og enheder på akser etc.
- en vis, konkret funderet indsigt i fagets metoder: at der er en forventning om systematisk, kvantitativ, struktureret tilgang til naturvidenskab
- erfaring med elementær databehandling fra forsøg
- erfaring med mundtlig formidling af et naturvidenskabeligt stofområde

Eleverne er selvfølgelig langt fra eksperter, men de har en basal viden om, hvilken type spørgsmål, naturvidenskaben kan besvare - og hvilke forventninger der er til, hvordan vi arbejder med at besvare dem.

Fra undervisning og forberedelse til den medtællende prøve i naturvidenskabeligt grundforløb har eleverne en forholdsvis høj grad af bevidsthed om, hvori de særligt naturvidenskabsfaglige kompetencer består, og i undervisningen i fysik siden må man bygge på denne forholdsvis klart formulerede viden.

4. Evaluering

4.1. Den løbende evaluering

”Elevernes udbytte af undervisningen skal evalueres jævnligt, særligt mht. deres forståelse af teori og eksperiment. Herved tilvejebringes grundlag for en fremadrettet vejledning af den enkelte elev i arbejdet med at nå de faglige mål og for justering af undervisningen.” [LPC 4.1]

Evaluering er en proces med sigte på såvel den enkelte elev som undervisningen som helhed. I den løbende evaluering af elevens læring er der en række elementer, der skal evalueres med henblik på rådgivningen om det fortsatte arbejde: elevernes opfyldelse af målene, deres præstationer både mundtligt og skriftligt, det faglige standpunkt i almindelighed og arbejdsindsatsen. Evaluering af undervisningen har til formål at give elever og lærer grundlag for justering af undervisningen med henblik på at give eleverne et godt udbytte. Denne evaluering kan laves såvel mundtligt som skriftligt med en efterfølgende opsamling med holdet.

4.1.1. Formativ evaluering

Det er nødvendigt, at både læreren og eleverne selv løbende vurderer elevernes læring, så der kan tilrettelægges passende aktiviteter med henblik på at leve op til undervisningens mål. Denne proces kan ske ved, at man som lærer starter med, ud fra de faglige mål, at opstille tydelige læringsmål for eleverne. Herefter indsamles viden om elevernes kunnen, begrebsopfattelse og holdninger set i relation til læringsmålene. Dette kan fx ske ved at lytte til elevernes samtaler og argumentationer, når de arbejder, eller ved at eleverne løser små konkrete opgaver, hvor bestemte færdigheder og faglige begreber anvendes. Herefter sikrer læreren, at den enkelte elev gives tilbagemelding om fremskridt samt strategier for det videre arbejde. Det er vigtigt, at processen involverer elevernes egne refleksioner over deres læring. Det kan også være en hjælp at udarbejde evalueringsskemaer fx opbygget efter SOLO-taksonomien.

4.1.2. Summativ evaluering

Den summative evaluering har som formål at give en endelig vurdering af elevernes kompetencer. Denne evaluering finder sted ved afslutningen af et forløb eller et emne og sidst ved en afsluttende prøve. En sådan evaluering kan fx baseres på tests, prøver, essays, mundtlige oplæg m.m. og har som resultat typisk en karakter.

En del af den summative evaluering er fastlæggelsen af den afsluttende standpunktskarakter. Den er en vurdering af elevens standpunkt ved undervisningens afslutning og skal som sådan inddrage de faglige mål, der er anført i læreplanens afsnit 2.1. Det tilrådes, at eleverne i god tid inden karaktergivningen orienteres om det grundlag, den afsluttende karakter gives på. Elevernes mundtlige fremlæggelser og skriftlige produkter indgår på naturlig vis heri sammen med aktiviteten i undervisningen i almindelighed.

4.2. Den afsluttende prøve

De overordnede rammer for prøverne fremgår af *Bekendtgørelse om prøver og eksamen i de almene og studieforbereende ungdoms- og voksenuddannelser (Eksamensbekendtgørelsen)*, og på basis heraf er prøveformen fastlagt i læreplanen.

Regler vedrørende eksaminandernes brug af internettet for at tilgå tilladte hjælpemidler ved prøverne fremgår af § 6 i ”Bekendtgørelse om visse regler om prøver og eksamen i de gymnasiale uddannelser”.

I [vejledningen](#) til denne bekendtgørelse er der givet eksempler på, hvilke hjælpemidler der må, og hvilke der ikke må tilgås via internettet.

Eksaminanderne skal i god tid før undervisningens afslutning orienteres om forløbet af den mundtlige prøve. I orienteringen indgår såvel en beskrivelse af prøvens forløb og forventningerne til eksaminandens egen indsats som en diskussion af, hvordan forberedelses- og eksaminationstiden bedst disponeres og udnyttes. Elevernes skal have kendskab til principperne for udformningen af opgaverne. Det kan eksempelvis ske ved, at eleverne får lejlighed til at arbejde med tænkte opgaveformuleringer med tilhørende bilag. Det kan være en god træning at gennemføre et eller flere prøveforløb. Eleverne skal desuden orienteres om bedømmelseskriterierne.

”Der afholdes en mundtlig prøve på grundlag af en bredt formuleret opgave inden for de områder, holdet har arbejdet med. Opgaven skal indeholde et ukendt bilag, der kan være grundlag for perspektivering af opgavens emne. Opgaverne, der indgår som grundlag for prøven, skal tilsammen i al væsentlighed dække de faglige mål, kernestoffet og det supplerende stof. Den enkelte opgave må anvendes højst tre gange på samme hold. Bilag må genbruges i forskellige opgaver efter eksaminators valg. Opgaverne uden bilag skal være kendt af eksaminanderne inden prøven.” [LPC 4.2]

Det er en god praksis, at eksaminator kontakter censor allerede ved prøveplanens offentliggørelse for at aftale nærmere om udveksling af opgaver, bilag, undervisningsbeskrivelser m.v. Opgaverne med bilag sendes til censor mindst 5 hverdage før prøvens afholdelse, med mindre særlige forhold er til hinder herfor. Det kan betyde, at udsendelsen må foretages, før eksamensplanen er offentliggjort. Udsendelsen af opgaver mm må da kun ske i et omfang, der ikke medfører, at andre dele af eksamensplanen kan udledes. Opgaverne til prøven skal være bredt formulerede og tilsammen dække de relevante faglige mål samt kernestoffet og det supplerende stof. Der er ikke nogen bestemt skabelon for udformningen af opgaverne til prøven. Det er god praksis, at opgaven indeholder en overskrift, der fastlægger emnet for den faglige samtale, samt en undertekst, evt. i stikordsform. En sådan undertekst eller stikord er vejledende for eksaminanden og begrænser ikke eksaminators mulighed for at inddrage andre faglige forhold, der er relevante for emnet. Opgaverne skal så vidt muligt indeholde henvisninger til de udførte eksperimenter, så fagets eksperimentelle dimension kan inddrages i prøven.

Bilaget kan eksempelvis være en mosaik bestående af to til fire elementer, fx billeder, en lille tabel eller en simpel graf. Det er vigtigt, at bilaget ikke har været anvendt i undervisningen, og at det er muligt at perspektivere det faglige område ud fra bilaget.

Der skal udarbejdes så mange opgaver, at den sidste eksaminand har fire forskellige at vælge mellem. Det kan betyde, at der bliver mange ensartede overskrifter for opgaverne, men den fornødne variation kan opnås gennem variation i stikord og ikke mindst gennem brug af forskellige bilag. Den enkelte opgave må højst anvendes tre gange på samme hold.

Opgaverne uden bilag skal være kendte af eksaminanderne i rimelig tid før prøven, normalt ikke senere end 5 hverdage før prøven.

”Eksaminationstiden er ca. 24 minutter pr. eksaminand. Der gives ca. 24 minutters forberedelsestid. Benyttet apparatur, som er relevant for opgaven, skal være til rådighed i forberedelses- og eksaminationslokalet.

Eksaminationen former sig som en faglig samtale mellem eksaminand og eksaminator, hvor det perspektiverende bilag inddrages. Som hovedregel inddrages både teoretiske og eksperimentelle elementer i eksaminationen.” [LPC 4.2]

Umiddelbart inden forberedelsen tildeles eksaminanden ved lodtrækning en kendt opgave samt det ukendte perspektiverende bilag. Herefter har eksaminanden ca. 24 min til at forberede sig på opgaven og det udleverede bilag.

Selve eksaminationen forløber som hovedregel ved, at eksaminanden starter. Det er god praksis, at eksaminanden i de første minutter af eksaminationen ikke afbrydes for ofte, men støttes, for at skabe tryghed - også selvom det, der bliver sagt, måske ikke er helt korrekt. Herefter former eksamen sig som en faglig samtale, hvis formål er at finde ud af hvilke styrker og svagheder eksaminanden har inden for det faglige område, som opgaven omfatter. Spørgsmålene i den faglige samtale skal, så vidt muligt, stilles på en sådan måde, at flertallet af faglige mål kan bringes i spil. Det kan være relevant at inddrage simple, numeriske beregninger i den faglige samtale. Tyngden i eksaminationen er inden for det emne som overskriftens emne fastlægger, men der er ikke noget til hinder for, at samtalen inddrager andre relevante områder af det behandlede stof.

Der er ikke noget krav om, at det eksperimentelle udstyr skal inddrages i eksaminationen, men det skal være stillet frem i både forberedelses og eksaminationslokalet, så eksaminanden kan henvise til konkret udstyr, hvis det ønskes. Eksperimenterne og den tilhørende databehandling kan inddrages i den faglige samtale fx på baggrund af eksaminandens skriftlige dokumentation.

Hvis eleven ikke selv tager initiativ til det, er det eksaminators rolle at sikre, at bilaget inddrages i samtalen, så perspektivering får betydning.

4.3. Bedømmelseskriterier

Bedømmelsen sker med sigte på de faglige (slut-)mål, som fremgår af læreplanens afsnit 2.1. I den forbindelse er det ikke et krav, at hver opgave inddrager alle mål ligeligt. Det fremgår endvidere af læreplanen, at:

”Ved den mundtlige prøve lægges der vægt på, at eksaminanden i den faglige samtale:

- kan inddrage relevante og væsentlige fysiske elementer*
- viser fortrolighed med faglige begreber, modeller og metoder som redskaber til at følge en faglig argumentation*
- kan redegøre for og analysere resultater fra eksperimentelt arbejde*
- kan perspektivere faglig indsigt.” [LPC 4.3]*

Ved bedømmelsen af den mundtlige præstation har helheden større vægt end detaljen. Det er vigtigt at skelne mellem en overfladisk og en mere dybtgående besvarelse af opgaven og skelne mellem sjuskefejl og egentlige forståelsesfejl. Man må altså hæfte sig ved det positive og ikke udelukkende basere bedømmelsen på antallet af fejl.

Oversigt over karakterskalaen

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

Eksempel på karakterbeskrivelser for mundtlig prøve i fysik C

12	Fremragende	<p>Den faglige samtale er en sikker fremstilling, hvor de væsentligste aspekter af opgavens indhold inddrages og kobles til hinanden med ingen eller kun uvæsentlige mangler</p> <p>Eksaminanden viser fortrolighed med faglige begreber, modeller og metoder som redskab til at følge og gennemføre en faglig argumentation med ingen eller kun uvæsentlige mangler</p> <p>Eksaminanden kan redegøre for opstilling af hypoteser og analysere resultater fra eksperimentelt arbejde samt reflektere over forholdet mellem teori og eksperiment med få eller uvæsentlige mangler</p> <p>Eksaminanden kan perspektivere faglig indsigt ved at skabe forbindelser og kombinere det faglige indhold til virkeligheden .</p>
7	God	<p>Den faglige samtale omfatter en række væsentlige aspekter af opgavens indhold, hvor nogle af disse kobles med hinanden med visse væsentlige mangler</p> <p>Eksaminanden har et godt kendskab til fagets begreber, modeller og metoder, der med støtte inddrages i den faglige argumentation med vekslende præcision.</p> <p>Eksaminanden kan med støtte redegøre for hypoteser og analysere resultater fra eksperimentel arbejde samt med visse væsentlige mangler koble relevant teori og eksperiment.</p> <p>Eksaminanden kan med støtte foretage faglige perspektiveringer ved i nogen grad at koble det faglige indhold til virkeligheden.</p>
02	Tilstrækkelig	<p>Den faglige samtale består af usammenhængende enkeltheder, med faglige misforståelser og med en del væsentlige mangler</p> <p>Eksaminanden bidrager i begrænset omfang til den mundtlige samtale, men viser et grundlæggende kendskab til fagets elementære begreber, og kan identificere enkle modeller og metoder.</p> <p>Eksaminanden kan redegøre for udførelsen af et eksperiment og usammenhængende redegøre for analyse af eksperimentelle data. Eksaminanden har kendskab til relevant teori, men formår ikke at koble det til eksperimentet.</p> <p>Eksaminanden kan identificere faglige perspektiveringer, men har meget svært ved at koble det faglige indhold med virkeligheden</p>

Appx Nyttige links

Regelgrundlag

Undervisningsministeriets hjemmeside: www.uvm.dk

Lov om de gymnasiale uddannelser:

<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=186027>

Bekendtgørelse om de gymnasiale uddannelser:

<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=191190>

Læreplaner: <http://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner>

Eksamensbekendtgørelsen: <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=179722>

Karakterbekendtgørelsen: <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=25308>

Prøver og evaluering af prøver

Materialeplatformen, tidligere skriftlige opgaver i fysik:

<http://materialeplatform.emu.dk/eksamensopgaver/gym/index.html>

Evalueringer af de skriftlige prøver i fysik. Find evalueringen af fysik under hvert enkelt år:

<http://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/proever-og-eksamen>

EMU

EMU-sider: <http://www.emu.dk/>. For fysik se under hf, htx eller stx. Derefter f.eks. under fagkonsulentens side.

Sikkerhed og arbejdsmiljø

"Elevs praktiske øvelser på de gymnasiale uddannelser" (Arbejdstilsynet):

<https://arbejdstilsynet.dk/da/regler/at-vejledninger/e/4-01-9-elevs-prak-ovels-er-gymnasie>

"Når klokken ringer" (Branchearbejdsmiljørådet, vejledning til grundskolen og det almene gymnasium): <http://www.arbejdsmiljoweb.dk/media/4452591/naar-klokken-ringer-print-.pdf>

"Sikkerhed i laboratoriet" (Center for Undervisningsmidler 2014, Maj-Britt Berndtsson):

https://ucc.dk/sites/default/files/sikkerhed_i_laboratoriet_2014_0_0_0.pdf

"Love og regler om el" (Sikkerhedsstyrelsen): <https://www.sik.dk/Virksomhed/El-for-fagfolk/Love-og-regler-om-el>

Pjece om Arbejdsmiljølovens udvidede område (december 2016), ungdomsuddannelser (Dansk Center for Undervisningsmiljø): <http://dcum.dk/ungdomsuddannelse/love-regler-og-anvisninger/sikkerhed/dcum-vejledning-arbejdsmiljoelovens-udvidede-omraade-ungdomsuddannelser>

Appx Synoptisk oversigt

Fysik stx		
C	B	A
<p>2.1. Faglige mål Eleverne skal:</p> <ul style="list-style-type: none"> –kende og kunne anvende enkle modeller, som kvalitativt eller kvantitativt kan forklare forskellige fysiske fænomener eller kan føre til løsninger af problemstillinger, hvor faglige begreber og metoder anvendes 	<p>2.1. Faglige mål Eleverne skal:</p> <ul style="list-style-type: none"> –kende og kunne opstille og anvende modeller til en kvalitativ eller kvantitativ forklaring af fysiske fænomener og sammenhænge 	<p>2.1. Faglige mål Eleverne skal:</p> <ul style="list-style-type: none"> –kende, kunne opstille og kunne anvende et bredt udvalg af modeller til en kvalitativ eller kvantitativ forklaring af fysiske fænomener og sammenhænge samt kunne diskutere modelers gyldighedsområde
<ul style="list-style-type: none"> –kunne beskrive og udføre enkle kvalitative og kvantitative fysiske eksperimenter, herunder opstille og teste enkle hypoteser 	<ul style="list-style-type: none"> –ud fra grundlæggende begreber og modeller kunne foretage beregninger af fysiske størrelser 	<ul style="list-style-type: none"> –kunne analysere et fysikfagligt problem ud fra forskellige repræsentationer af data og formulere en løsning af det gennem brug af en relevant model
	<ul style="list-style-type: none"> –ud fra en given problemstilling kunne tilrettelægge, beskrive og udføre fysiske eksperimenter med givet udstyr og præsentere resultaterne hensigtsmæssigt 	<ul style="list-style-type: none"> –kunne tilrettelægge, beskrive og udføre fysiske eksperimenter til undersøgelse af en åben problemstilling og præsentere resultaterne hensigtsmæssigt
<ul style="list-style-type: none"> –kunne præsentere eksperimentelle data hensigtsmæssigt og ved hjælp af blandt andet it-værktøjer behandle data med henblik på at afdække enkle matematiske sammenhænge mellem fysiske størrelser 	<ul style="list-style-type: none"> –kunne behandle eksperimentelle data ved hjælp af blandt andet it-værktøjer med henblik på at afdække og diskutere matematiske sammenhænge mellem fysiske størrelser 	<ul style="list-style-type: none"> –kunne behandle eksperimentelle data ved hjælp af blandt andet it-værktøjer med henblik på at afdække og diskutere matematiske sammenhænge mellem fysiske størrelser
	<ul style="list-style-type: none"> –kende til simple eksempler på simulering eller styring af fysiske systemers opførsel ved hjælp af it-værktøjer 	<ul style="list-style-type: none"> –i simple tilfælde kunne simulere eller styre fysiske systemers opførsel ved hjælp af it-værktøjer
<ul style="list-style-type: none"> –gennem eksempler kunne perspektivere fysikkens bidrag til såvel forståelse af naturfænomener som teknologi- og samfundsudvikling 	<ul style="list-style-type: none"> –gennem eksempler kunne perspektivere fysikkens bidrag til såvel forståelse af naturfænomener som teknologi- og samfundsudvikling 	<ul style="list-style-type: none"> –gennem eksempler kunne perspektivere fysikkens bidrag til såvel forståelse af naturfænomener som teknologi- og samfundsudvikling
<ul style="list-style-type: none"> –kunne formidle et emne med et elementært fysikfagligt indhold til en valgt målgruppe 	<ul style="list-style-type: none"> –kunne formidle et emne med et fysikfagligt indhold til en valgt målgruppe 	<ul style="list-style-type: none"> –kunne formidle et emne med et fysikfagligt indhold til en valgt målgruppe
<ul style="list-style-type: none"> –kunne demonstrere viden om fagets identitet og metoder 	<ul style="list-style-type: none"> –kunne demonstrere viden om fagets identitet og metoder 	<ul style="list-style-type: none"> –kunne demonstrere viden om fagets identitet og metoder
	<ul style="list-style-type: none"> –kunne undersøge problemstillinger og udvikle og vurdere løsninger, hvor fagets viden og metoder anvendes 	<ul style="list-style-type: none"> –kunne undersøge problemstillinger og udvikle og vurdere løsninger, hvor fagets viden og metoder anvendes
<ul style="list-style-type: none"> –kunne behandle problemstillinger i samspil med andre fag. 	<ul style="list-style-type: none"> –kunne behandle problemstillinger i samspil med andre fag. 	<ul style="list-style-type: none"> –kunne behandle problemstillinger i samspil med andre fag.

<p>2.2. Kernestof</p> <p><i>Fysikkens bidrag til det naturvidenskabelige verdensbillede</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – grundtræk af den nuværende fysiske beskrivelse af Universet og dets udviklingshistorie, herunder Universets udvidelse – Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener – atomer som grundlag for forklaring af makroskopiske egenskaber ved stof 	<p>2.2. Kernestof</p> <p><i>Fysikkens bidrag til det naturvidenskabelige verdensbillede</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – grundtræk af den nuværende fysiske beskrivelse af Universet og dets udviklingshistorie, herunder Universets udvidelse og spektrallinjers rødforskydning – Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener – naturens mindste byggesten, herunder atomer som grundlag for forklaring af makroskopiske egenskaber ved stof og grundstoffernes dannelseshistorie 	<p>2.2. Kernestof</p> <p><i>Fysikkens bidrag til det naturvidenskabelige verdensbillede</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – grundtræk af den nuværende fysiske beskrivelse af Universet og dets udviklingshistorie, herunder Universets udvidelse og spektrallinjers rødforskydning – Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener – naturens mindste byggesten, herunder atomer som grundlag for forklaring af makroskopiske egenskaber ved stof og grundstoffernes dannelseshistorie
<p><i>Energi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – beskrivelse af energi og energiomsætning, herunder effekt og nyttevirkning – eksempler på energiformer og en kvantitativ behandling af omsætningen mellem mindst to energiformer 	<p><i>Energi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – beskrivelse af energi og energiomsætning, herunder effekt og nyttevirkning – kinetisk og potentiel energi i tyngdefeltet nær Jorden – indre energi og energiforhold ved temperatur- og faseændringer – ækvivalensen mellem masse og energi, herunder Q-værdi ved kernereaktioner 	<p><i>Energi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – arbejde, energi og energiomsætning samt effekt og nyttevirkning – indre energi og energiforhold ved temperatur- og faseændringer – ækvivalensen mellem masse og energi, herunder Q-værdi ved kernereaktioner
	<p><i>Elektriske kredsløb</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – simple elektriske kredsløb med stationære strømme beskrevet ved hjælp af strømstyrke, spændingsfald, resistans og energiomsætning, herunder eksempler på kredsløb med elektriske sensorer 	<p><i>Elektriske kredsløb</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – simple elektriske kredsløb med stationære strømme beskrevet ved hjælp af strømstyrke, spændingsfald, resistans og energiomsætning, herunder eksempler på kredsløb med elektriske sensorer
<p><i>Lyd og lys</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – grundlæggende egenskaber: bølgelængde, frekvens og udbredelsesfart – det elektromagnetiske spektrum, fotoner og atomers absorption og emission af stråling – fysiske egenskaber ved lyd og lys. 	<p><i>Bølger</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – grundlæggende egenskaber: bølgelængde, frekvens, udbredelsesfart og interferens – lyd og lys som eksempler på bølger – det elektromagnetiske spektrum 	<p><i>Bølger</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – grundlæggende egenskaber: bølgelængde, frekvens, udbredelsesfart og interferens – lyd og lys som eksempler på bølger – det elektromagnetiske spektrum
		<p><i>Elektriske og magnetiske felter</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – elektrisk felt og kraften på en elektrisk ladning, herunder feltet omkring en kuglesymmetrisk ladning og homogent elektrisk felt – eksempler på magnetiske felter, herunder homogent magnetisk felt og kraften på en strømførende leder – ladede partiklers bevægelse i homogene elektriske og magnetiske felter – induktion, herunder Faradays induktionslov

	<p><i>Kvantefysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> –atomers og atomkerners opbygning –fotoners energi, atomare systemers emission og absorption af stråling, spektre –radioaktivitet, herunder henfaldstyper, aktivitet og henfaldsloven 	<p><i>Kvantefysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> –atomers og atomkerners opbygning –fotoners energi og bevægelsesmængde, partikel-bølgedualitet, atomare systemers emission og absorption af stråling, spektre –radioaktivitet, herunder henfaldstyper, aktivitet og henfaldsloven
	<p><i>Mekanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> –kinematisk beskrivelse af bevægelse i én dimension –kraftbegrebet, herunder tyngdekraft, tryk og opdrift –Newtons love anvendt på bevægelser i én dimension 	<p><i>Mekanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> –bevægelser i én og to dimensioner, herunder skråt kast og jævn cirkelbevægelse –bevarelsessætningen for bevægelsesmængde, herunder elastiske og uelastiske stød i én dimension –kraftbegrebet og Newtons love, herunder tryk, opdrift, gnidning og luftmodstand –gravitationsloven og bevægelse om et centrallegeme –kraft- og energiforhold ved harmonisk svingning –mekanisk energi i et homogent tyngdefelt og for gravitationsfeltet om et centrallegeme
		<p><i>Fysik i det 21. århundrede</i></p> <ul style="list-style-type: none"> –et emne, der udmeldes hvert år før 3.g-skolestart