



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



Vejledning til Fysik B, htx

Juli 2024

Vejledning til Fysik B, htx

Juli 2024

2024

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

Design: Center for Kommunikation og Presse

Denne publikation kan ikke bestilles.

Der henvises til webudgaven.

Publikationen kan hentes på:

<https://www.uvm.dk/>

Børne- og Undervisningsministeriet

Departementet

Frederiksholms Kanal 21

1220 København K

Indhold

Indledning.....	5
1 Identitet og formål	6
1.1 Identitet.....	6
1.2 Formål.....	7
2 Faglige mål og fagligt indhold	8
2.1 Faglige mål	8
2.2 Kernestof	9
2.3 Supplerende stof.....	12
2.4 Omfang	12
3 Tilrettelæggelse	14
3.1 Didaktiske principper.....	14
3.1.1 Elevforudsætninger	14
3.1.2 Planlægning og progression	14
3.1.3 Det eksperimentelle arbejde	15
3.1.4 Perspektivering	15
3.1.5 Koordinering med matematik.....	16
3.2 Arbejdsformer	16
3.2.1 Eksperimentelt arbejde.....	16
3.2.2 Elevernes selvstændige projekt.....	18
3.2.3 Det løbende arbejde med fysikopgaverne	18
3.2.4 Skriftligt arbejde	20
3.2.5 Mundtlig fremstilling	20
3.2.6 Karrierelæring.....	21
3.3 It.....	21
3.4 Samspil med andre fag.....	22
4 Evaluering.....	24
4.1 Løbende evaluering	24
4.1.1 Formativ evaluering	24

4.1.2	Summativ evaluering	24
4.2	Prøveform	24
4.2.1	Undervisningsbeskrivelse.....	27
4.3	Bedømmelseskriterier.....	28
4.3.1	Oversigt over karakterskalaen	29
4.3.2	Eksempel på karakterbeskrivelser for mundtlig prøve i fysik B, htx	29
5	Appendix - Nyttige links	31
5.1	Regelgrundlag.....	31
5.2	Prøver og evaluering af prøver.....	31
5.3	EMU.....	31
5.4	Sikkerhed og arbejdsmiljø.....	31

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 juli 2024:

- Generel vejledning om brug af generativ AI i undervisningen.
- Læreplansteksten er opdateret omkring gruppedannelse ved den eksperimentelle delprøve.

1 Identitet og formål

1.1 Identitet

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

”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.” [LPA 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 gymnasiet ind i en bredere almindelig ramme, som åbner faget mod livet uden for skolen, såvel som mod skolens andre fag og aktiviteter.

Denne tilgang betyder, at arbejdsmetoder og tankegange fra videnskabsfaget ikke umiddelbart kan overføres til undervisningen. Undervisningen i begreber og teorier må formidles i en sammenhæng, som eleverne oplever som relevant, og som 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 de 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 sansning ved at være småt og usynligt eller ufatteligt stort. Faget rører ved såvel grundlæggende erkendelsesmæssige problemstillinger som de udfordringer, den teknologiske udvikling stiller teknikere og samfundet over for. Det historiske indgår på linje med det aktuelle og det fremtidige. Alle disse forhold giver gode muligheder for at udfordre elevernes nysgerrighed og for at fremme deres interesse, kreativitet og engagement. Hertil kommer, at man gennem arbejdet med faget også kan 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 studieforbereende og det almindeligdannede indgår på lige fod. Uddannelsen skal medvirke til, at eleverne udvikler selvstændighed og evne til at ræsonnere, analysere, generalisere og abstrahere. Endvidere skal elevernes innovative og kreative evner styrkes. Eleverne skal møde en progression i arbejdsformer, så de udvikler sig fra elever til studerende.

For Fysik B og Fysik A er der (på nær niveauangivelsen) enslydende formål:

“Faget fysik på B-niveau giver eleverne fortrolighed med at anvende naturvidenskabelige begreber og metoder til løsning af praktiske og teoretiske problemstillinger og åbner dermed for en naturvidenskabelig tolkning af verden. Dette bidrager til elevernes almindeligdannede, giver eleverne studiekompetence inden for det naturvidenskabelige, teknologiske og tekniske område og kvalificerer deres studievalg.

Gennem undervisningen i fysik får eleverne viden og kundskaber inden for fysik og en baggrund for at arbejde med naturvidenskabelige metoder, eksperimentelle og teoretiske emner samt modeller og praktiske problemstillinger i værksteder og laboratorier. Faget sætter eleverne i stand til at kombinere teori og eksperimenter og anvende modelbeskrivelser inden for det naturvidenskabelige, teknologiske og tekniske område.

Faget bidrager til elevernes forståelse af naturvidenskabeligt baserede spørgsmål af almen menneskelig, teknologisk og samfundsmæssig karakter, herunder bæredygtighed.” [LPA 1.2]

Sigtet med undervisningen er altså dels, at eleverne bliver i stand til at forstå og bruge den viden, de metoder og de tænkemåder, der er karakteristiske for den teknisk-naturvidenskabelige tilgang til verden, således at de bliver i stand til at fungere og handle som vidende borgere i dagens og fremtidens globale samfund; dels at give eleverne et oplyst grundlag for deres studievalg og forberede dem til studier, hvor matematisk-naturvidenskabelige metoder finder anvendelse.

Eleverne skal ifølge gymnasieloven gennem undervisningen opnå indsigt i globale problemstillinger. Arbejdet med elevernes globale kompetencer i fysik kan bidrage til, at de kan forstå og forholde sig til globale problemstillinger som eksempelvis klimaforandringer, udnyttelsen af moderne energiteknologier til både produktion og oplagring af energi, samt handle på baggrund af denne viden for at sikre en bæredygtig udvikling.

Fysik indeholder således 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). Formuleringen af FN's 17 verdensmål fra 2015 viser tydeligt, hvor mange udfordringer, vi som samfund står overfor i forhold til at lykkes med en bæredygtig udvikling. Man kan i Verdensmålene således finde god inspiration til emner samt lokale og globale problemstillinger, som kan inddrages i fysikundervisningen.

Samspelet mellem eksperimenter, teoretiske modeller og tekniske anvendelser er karakteristisk for fysik. Det er derfor en væsentlig del af formålet, at eleverne selv udfører eksperimentelt arbejde samt projektarbejde og arbejder med udvikling og anvendelse af modeller for fysiske systemer og fænomener samt løsninger på fysiske problemer i et teknisk perspektiv. Problemløsning og formidling af resultater og undersøgelser indgår som et betydningsfuldt led i arbejdet med at tilegne sig faget.

2 Faglige mål og fagligt indhold

Læreplanen udgør en ramme, inden for hvilken lærer og elever kan følge deres interesser og tilpasse undervisningens indhold og tilgange til eleverne og deres studieretning. De faglige mål beskriver centrale studieforberevende og almindendannende kompetencer for fysik og udgør grundlaget for den afsluttende evaluering. De er derfor pejlemærker for de enkelte undervisningsforløb, som sammen med den nødvendige faglige og pædagogiske progression skal sætte eleverne i stand til at nå disse slutmål.

2.1 Faglige mål

“Eleverne skal:

- *kunne anvende fysiske begreber og modeller i virkelighedsnære problemstillinger, herunder perspektivere fysikken til anvendelser i teknologien eller elevens hverdag*
- *kende til og kunne foretage simple beregninger med fysiske størrelser og enheder” [LPA 2.1]*

Fysikkens beskrivelse af verden sker ved udstrakt brug af modeller. Eleverne får indsigt i og kan anvende fysiske modeller på virkelighedsnære problemstillinger. De får indsigt i, at disse modeller er menneskeskabte, og kan forholde sig til og diskutere disses forudsætninger, begrænsninger og rækkevidde.

- *“ud fra en problemstilling kunne tilrettelægge, beskrive og udføre fysiske eksperimenter med givet udstyr og formidle resultaterne*
- *kunne udføre et større eksperimentelt arbejde, hvor analyse af problemstillingen, opstilling af løsningsmodeller, målinger, resultatbehandling og vurdering indgår*
- *kunne behandle eksperimentelle data med anvendelse af it-værktøjer og digitale ressourcer med henblik på at afdække og diskutere matematiske sammenhænge mellem fysiske størrelser” [LPA 2.1]*

Arbejdet med de eksperimentelle kompetencer indebærer bl.a. at eleverne får indsigt i god laboratoriskik og behersker en palette af grundlæggende måleteknikker. De lærer og forstår betydningen af variabelkontrol og reproducerbarhed af målinger og kan vurdere måleusikkerhed samt identificere og vurdere betydningen af relevante fejlkilder. Behandlingen af de eksperimentelle data indbefatter bl.a. hensigtsmæssig grafisk repræsentation og udledning af matematiske sammenhænge mellem fysiske størrelser fx ved brug af regression. Undervisningen planlægges, så eleverne gradvist bliver i stand til – med udgangspunkt i en analyse af en problemstilling – at kunne planlægge og udføre et større eksperimentelt arbejde.

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

- *“kunne redegøre for grundlæggende fysiske begreber og fænomener samt demonstrere kendskab til fysikken i et globalt og teknologisk perspektiv*
- *kunne anvende fagets sprog og terminologi mundtligt og skriftligt til dokumentation og formidling til en valgt målgruppe.*
- *kunne demonstrere viden om fagets identitet og metoder” [LPA 2.1]*

Eleverne bliver fortrolige med fagets terminologi og lærer at anvende denne korrekt og med præcision i en faglig sammenhæng, såvel mundtligt som skriftligt. I undervisningen tydeliggøres det, hvor fagsproget adskiller sig fra det daglige sprog, så eleverne bliver bevidste om forskellene og bliver i stand til at veksle mellem fag- og dagligsprog. Fx har ordet ‘tryk’ en helt specifik betydning i en faglig kontekst, som adskiller sig fra en dagligdags betydning af ordet.

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.

Det anbefales at lade fagets identitet og metoder indgå som en integreret del af de enkeltfaglige og flerfaglige forløb, men det er ikke tanken, at der skal tilrettelægges længere generelle forløb om fysiks videnskabsteori.

- *”undersøge problemstillinger og udvikle og vurdere løsninger, herunder innovative løsninger, hvor fagets viden og metoder anvendes*
- *kunne behandle problemstillinger i samspil med andre fag.”* [LPA 2.1]

Fysikfaget står ikke alene i sin beskrivelse af verden, og via arbejdet med problemstillinger, der ligger uden for selve faget, vises det at fagets begreber og metoder kan anvendes på løsning af flerfaglige problemstillinger. Fx kan man i kortere eller længere forløb samarbejde med teknologifaget om løsning af større eller mindre problemstillinger. Her kan det også være oplagt at forlægge dele af den eksperimentelle undervisning fra fysiklaboratoriet til skolens øvrige værksteder, ligesom besøg på eller af lokale virksomheder kan give frugtbart input til fagets rolle i innovative processer.

2.2 Kernestof

Læreplanens beskrivelse af kernestoffet giver den enkelte lærer en vis frihed til at udvælge og vægte kernestoffet, således at de faglige mål i faget opnås ved arbejdet med kernestoffet.

”Gennem kernestoffet skal eleverne opnå faglig fordybelse, viden og kundskaber. Kernestoffet er:

- *Den tekniske fysiks grundlag*
- *SI-enhedsystemet, fysiske størrelser og enheder”* [LPA 2.2]

Dette område danner grundlaget for, at eleverne kan beskæftige sig med sig med fysiske begreber og størrelser samt foretage beregninger på fysiske størrelser. Eleverne lærer at forstå og håndtere forskellen på en fysisk størrelse, dens symbol og den tilhørende enhed. Det forventes, at eleverne opnår fortrolighed med anvendelse af enheder og præfiks i beregninger, og som middel til at kontrollere formler, udledninger og beregninger.

”Energi

- *beskrivelse af energi og energiomsætning, herunder effekt og nyttevirkning*
- *indre energi og energiforhold ved temperatur- og faseændringer*
- *termisk ligevægt og kalorimetri”* [LPA 2.2]

Energibegrebet står meget centralt i fysikken. Forskellige energiformer og omsætning mellem disse, energibevarelse samt nyttevirkning er vigtige begreber. Betydningen af disse kan belyses ved inddragelse af tekniske og praktiske forhold i hverdagen. F.eks. kan nyttevirkningen ved opvarmning af vand med forskellige metoder undersøges, eller man kan arbejde med energiforholdene ved opvarmning af boliger.

Eleven opnår fortrolighed med temperaturbegrebet, herunder kelvin- og celsiuskalaerne, dets sammenhæng med bevægelser på mikroskopisk niveau og kan skelne mellem begreberne varme og temperatur. I forbindelse med arbejdet med kalorimetri vil det være tilstrækkeligt, at eleverne kan opstille og anvende kalorimeterligningen for et isoleret system bestående af to materialer, og med anvendelse af begreberne varmekapacitet, specifik varmekapacitet, smelte- og fordampningsvarme.

”Elektriske kredsløb

- *simple jævnstrømskredsløb*
- *beregninger på jævnstrømskredsløb med maksimalt to forbrugende komponenter*

- *modeller for spændingskilder*
- *ledningsmodstand og elforsyningsnettet, herunder kendskab til vekselstrøm* [LPA 2.2]

Eleven opnår en forståelse af centrale begreber som elektrisk ladning, spændingsforskel, strømstyrke, resistans og resistivitet samt deres indbyrdes sammenhænge. Det er fx således naturligt, at eleverne bliver fortrolige bl.a. med Ohms lov og Joules lov. Kravet om arbejde med kredsløb med maksimalt to forbrugende komponenter skal ikke opfattes som en begrænsning, men som et minimumskrav, der sikrer, at eleverne arbejder med parallel- og serieforbindelser af fx ohmske modstande.

Ud over forståelsen af en spændingskilde som en ideel spændingskilde serieforbundet med en indre modstand, kan man med fordel arbejde med forskellige typer af spændingskilder. Det kan fx ske ved at forskellige batteritypers fordele og ulemper i konkrete anvendelser undersøges eksperimentelt ved at bestemme samlet energiindhold, polspænding, kortslutningsstrøm og afladningskurve.

Eleven skal have en forståelse for betydningen af ledningsmodstanden og transmissionstab i elforsyningsnettet, herunder fordelene ved anvendelse af vekselspænding, og at det muliggør op- og nedtransformation. Det vil være tilstrækkeligt, at eleverne får en kvalitativ forståelse for trefaset vekselspænding og kender og kan anvende begreberne momentan-, maksimum- og effektivværdier af strøm og spænding. Derved kan simple vekselstrømskredsløb med rent ohmske belastninger behandles på samme måde som jævnstrømskredsløb. Det er ikke hensigten, at eleven skal forstå begreber som induktion og impedans.

"Bølger

- *grundlæggende egenskaber ved bølger: bølgelængde, frekvens, udbredelsesfart og interferens*
- *lys som bølger, herunder det optiske gitter og brydningsfænomener*
- *det elektromagnetiske spektrum*" [LPA 2.2]

Kernestoffets krav begrænser sig til grundlæggende begreber om og egenskaber ved bølger, samt til disses anvendelser til forståelse af lys og beskrivelse af optiske fænomener. Der er således ikke et krav om gennemgang af fx lydølger og mekaniske bølger, men disse kan med fordel anvendes som analogier, der er lettere tilgængelige for måling og sansning end elektromagnetiske bølger. Under behandlingen af det elektromagnetiske spektrum er det en god idé, at eleverne får et overblik over de forskellige frekvens- og bølgelængdeområder samt de dertil hørende typiske strålingskilder. Det er fx interessant, at mikrobølgestråling både kan stamme fra mikrobølgeovne, trådløs kommunikation og fra universets baggrundsstråling.

Der arbejdes med lysets brydning, og eleverne bliver fortrolige med begrebet brydningsindeks og med Snells lov, refleksionsloven samt totalrefleksion. Det forventes ikke, at eleverne arbejder systematisk med afbildende optiske systemer. Lysets bølgenatur kan ikke iagttages under normale forhold, men kan belyses og undersøges både kvalitativt og kvantitativt ved eksperimentelle undersøgelser, fx ved brug af optiske gitter og dobbeltspalter.

"Atomfysik

- *atomers og atomkerners opbygning*
- *fotoners energi, atomare systemers emission og absorption af stråling*
- *spektre, herunder hydrogenatomets spektrum*" [LPA 2.2]

Eleverne skal have indsigt i, at atomer og atomkerner er sammensat af elementarpartiklerne protoner, neutroner og elektroner, men der kræves ikke en systematisk behandling af emnet. Atomers opbygning og atomers emission og absorption af stråling kan belyses i form af Bohrs atommodel for hydrogenatomet med henblik på en forståelse af betydningen af de kvantiserede energiniveauer, herunder sammenhæng mellem energi og frekvens og bølgelængde for fotoner. Det vil her være naturligt, at eleverne får kendskab til historien bag Rydbergs formel med henblik på at styrke elevens viden om fagets identitet og metoder.

Det er god praksis, at eleverne får en forståelse af betydningen af forskellige typer spektre. Det kan fx ske ved at sammenligne emissionsspektret fra forskellige lyskilder som glødelamper, lasere, LED-pærer, spektrallamper etc. Dette kan ske kvalitativt og visuelt ved at betragte lyskilder igennem optiske gitre, eller det kan gøres til genstand for systematiske eksperimentelle undersøgelser. Der er her oplagte muligheder for samarbejde med fx kemifaget om anvendelsen af forskellige former for spektroskopi i forskning og tekniske sammenhænge.

”Mekanik

- *kinematisk beskrivelse af bevægelser i én dimension samt det skrå kast eller jævn cirkelbevægelse*
- *kraftbegrebet, herunder tyngdekraft, normalkraft, tryk, opdrift, snorkraft, gnidningskraft, luftmodstand samt fjederkraft*
- *Newtons love anvendt på bevægelser i én dimension, herunder kraftanalyse på skråplan*
- *en krafts arbejde, kinetisk energi, potentiel energi i tyngdefeltet nær Jorden samt systemer med energibevarelse” [LPA 2.2]*

Meknikken og bevægelses-, kraft- og energibegreberne udgør fundamentet for vor forståelse af store dele af fysikken. Det er derfor særligt vigtigt, at eleverne opnår fortrolighed med disse begreber. Fx er forståelse af hastighedsbegrebet en forudsætning for forståelse af bølgebegreberne, og forståelse af kraft og arbejde kan danne en baggrund for at forstå energibegrebet som udgangspunkt for arbejdet med varmelæren. Man kan derfor vælge, at grundlæggende elementer og begreber af mekanikken og kinematikken introduceres i forløb tidligt i undervisningen, der så senere følges op af forløb, der udbygger og vedligeholder elevernes forståelse af disse elementer og begreber. Samtidig tilbyder mekanikken et konkret, intuitivt og fundamentalt udgangspunkt for elevernes selvstændige eksperimentelle arbejde og danner således sammen med det øvrige kernestof et godt fundament for elevernes selvstændige projekter.

Den kinematiske beskrivelse af bevægelser i én dimension indbefatter bevægelse med konstant hastighed og konstant acceleration som vigtige og centrale begreber, mens bevægelse med ikke-konstant acceleration ikke er en del af kernestoffet. Newtons love anvendes på endimensionelle bevægelser, der også omfatter bevægelse på skråplan.

Afhængigt af fx holdets interesser og samarbejde med andre fag kan man vælge at arbejde med det skrå kast eller med jævn cirkelbevægelse. Ved den kinematiske beskrivelse kan man naturligt anvende vektoriel repræsentation af position, hastighed og acceleration. Derved banes vejen for en vektoriel beskrivelse af kræfter, der finder anvendelse ved kraftanalyse for bevægelser på skråplan.

”Termodynamik

- *idealgasloven og gassers densitet.” [LPA 2.2]*

Eleverne bliver fortrolige med idealgasloven og med de indgående størrelser. Det kræver en særlig opmærksomhed, at idealgasloven er en sammenhæng mellem fire fysiske størrelser, og således udfordrer og udvider elevernes forståelse af proportionalitet. Man kan derfor med fordel vælge enten at behandle Boyle-Mariottes lov og Gay-Lussacs lov som specialtilfælde af idealgasloven eller som selvstændige eksperimentelle erfaringer og lovmæssigheder, der kan generaliseres i idealgasligningen. Det vigtige perspektiv er her ikke den korrekte videnskabshistoriske sammenhæng, men elevernes forståelse og begrebsdannelse.

Der er righoldige muligheder for at emnet kan perspektiveres ved og anvendes på maskiners og motorers virkemåde, men det forventes på B-niveauet ikke, at eleverne stifter bekendtskab med gassers arbejde.

Gassers densitet kan fx behandles ved at inddrage opdrift på balloner, og dennes afhængighed af tryk og temperatur.

2.3 Supplerende stof

“Eleverne vil ikke kunne opfylde de faglige mål alene ved hjælp af kernestoffet. Det supplerende stof, der udfylder ca. 20 pct. af undervisningstiden, vælges, så det tilgodeser de faglige mål.

En del af det supplerende stof udgøres af to forløb à 10-20 timer. Et af forløbene udgøres af et selvstændigt projekt, jf. pkt. 4.2., og ét forløb udgøres af et valgemne.

Det supplerende stof skal inddrage aktuelle faglige, teknologiske, samfundsrelevante eller globale problemstillinger, herunder en belysning af fysiske aspekter af bæredygtig udvikling.

Forløb i kernestof eller supplerende stof kan indgå i forløb i studieområdet, hvor fysik i samspil med andre fag blandt andet bidrager til at opøve elevens innovative kompetencer.

Der skal indgå læsning af tekster på engelsk samt, når det er muligt, på andre fremmedsprog. Det supplerende stof vælges i samarbejde med eleverne.” [LPA 2.3]

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. De to forløb à 10-20 timer kræver særlig opmærksomhed. Det ene udgøres af et selvstændigt valgemne, der er klart afgrænset fra de øvrige forløb. Her er der mulighed for at arbejde med et emne, der har elevernes særlige interesse, fx på baggrund af deres studieretning. Det kan fx være medico-fysik i en studieretning med bioteknologi eller biologi. Det andet forløb udgøres af elevernes selvstændige projekt, der er en del af udgangspunkt for den individuelle mundtlige prøve i faget. For elever, der vælger at løfte faget til A-niveau, udgør disse to forløb tilsammen to af de fire forløb på A-niveauet.

Der vil ofte være mulighed for at inddrage aktuelle begivenheder og nyheder, fx markante naturfænomener eller forskningsresultater omtalt i medierne, i undervisningen. Da det kan tjene til at motivere og demonstrere fagets teknologiske og samfundsmæssige relevans, kan man gøre det i det omfang, det er muligt. Undervisningen i Fysik B skal give eleverne indblik i fysiske aspekter af bæredygtig udvikling. Det kan fx ske i temaer eller forløb om energi og klima. Forløbene kan være enkeltfaglige, men der er også her muligheder for samspil med de øvrige fag, fx i et SO-regi.

Der skal 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 200-350 sider.” [LPA 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 Tilrettelæggelse

3.1 Didaktiske principper

3.1.1 Elevforudsætninger

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

Undervisningen skal tage udgangspunkt i elevernes faglige niveau. Hvis Fysik B-forløbet starter allerede i 1.semester, er det således niveaueet 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. Man kan fx finde inspiration til forskellige læringsaktiviteter, som kan understøtte overgangen fra grundskolen hos [“Mønsterbrydende Science”](#).

I grundskolen undervises eleverne i 7.-9. klasse i faget fysik-kemi, og optagelse i det tekniske 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 *Fælles Mål for faget for faget fysik/kemi* fra 2019, der er tilgængelig på emu.dk (link til [fysik/kemi](#)), og som man med fordel kan orientere sig i.

Slutmålene efter 9. klassesettrin 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 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 mål, der nås af alle elever. Selv om formuleringer af disse kompetencemål kan ligne formuleringerne i læreplanen for fysik B, er der i sagens natur en niveauforskel, man som lærer skal være meget opmærksom på, ligesom man skal være opmærksom på, at elevernes i folkeskolen har arbejdet kvalitativt og tematisk med fysiske fænomener og begreber, og kun med lille vægt på kvantitative målinger og skriftlig efterbehandling. Numeriske problemer og fagets formelle side indgår kun i meget begrænset omfang i undervisningen i folkeskolen. Man kan derfor ikke forvente at eleverne på forhånd kender til de skriftlige genre der benyttes i fysikundervisningen i gymnasiet.

3.1.2 Planlægning og progression

“Forløbene tilrettelægges med udgangspunkt i elevens erfaringsverden og med inddragelse af emner fra hverdagens teknologi. Undervisningen gennemføres i en vekslen mellem systematisk undervisning, tematiske forløb og projektarbejde, samtidig med, at der sikres progression i kravene til elevernes selvstændighed og i den faglige perspektivering. Undervisningen skal vise sammenhængen mellem teori og praktiske og teknologiske spørgsmål, så elevens undersøgende holdning understøttes, og eleven sætter sin viden ind i en større sammenhæng.” [LPA 3.1]

Der er mange veje frem til forståelse og udvikling af kompetencer i faget. Enkelte elever foretrækker og fungerer godt med systematisk, teoretisk undervisning og tilhørende opgaveregning og lukkede eksperimenter. Denne type undervisning kan dog ikke stå alene.

For at opnå de faglige mål i faget er det nødvendigt at eleverne også arbejder tematiske og projektorienteret. Det tematiske arbejde kan forstås som et arbejde eller forløb, der tager sit udgangspunkt uden for faget. Altså med udgangspunkt i fx en teknisk eller teknologisk problemstilling i stedet for en afgrænset delmængde af kernestoffet. Fx kan arbejdet med optiske brydningsfænomener ske ud fra det mål at foretage en måling af sukkerindholdet i en ukendt væske ved hjælp af lys. Dette arbejde vil ud over kernestoffet automatisk inddrage en række af de faglige mål i faget, herunder de mål, der knytter sig til det eksperimentelle arbejde og modeller og teknologiske problemstillinger. Det er vigtigt, at der er en progression i brugen af den tematiske arbejdsform, så eleverne opnår fortrolighed med den. Dermed bliver de, efterhåndens som deres forståelse for faget og dets metoder udvikles, gradvist også i stand til at anvende projektarbejdsformen, hvor området der undersøges og problemformuleringen udvælges af eleverne selv. Det projektorienterede arbejde peger frem mod elevernes selvstændige projekt.

3.1.3 Det eksperimentelle arbejde

“Det eksperimentelle arbejdes centrale betydning for udviklingen af teknisk og naturvidenskabelig erkendelse betones.” [LPA 3.1]

Det eksperimentelle arbejde har sine egne faglige mål og udvikler elevernes eksperimentelle kompetencer. Eksperimenter kan desuden fx have disse roller:

- De kan give en baggrund for at introducere et begreb eller en lovmæssighed
- De kan illustrere eller eftervise en teori eller en hypotese
- De kan relevant inddrage teorien i behandlingen af resultaterne
- De kan give et grundlag for modellering
- De kan støtte perspektivering, fx gennem undersøgelse af et naturfænomen eller hverdags-teknologi.

Eksperimentets rolle i udviklingen af faget kan kun vanskeligt overdrives. Det er god praksis, jævnligt at understrege for eleverne, at fysiske teorier ikke er ren spekulation, men bygger på et solidt eksperimentelt grundlag, og kan udfordres af nye eksperimentelle resultater.

Eksperimentet er derfor videngenererende og ikke blot reproducerende. Det kan være gavnligt at betone, at eksperimenter i fysik ikke blot tjener til at bestemme værdien af en bestemt størrelse (som fx tyngdeaccelerationen), men kan tjene til at karakterisere fænomener og observationer. Herved kan faget via sin eksperimentelle tilgang også bidrage til løsning af tekniske og teknologiske problemstillinger, hvor der ikke nødvendigvis findes en færdig brugbar eller tilgængelig teoridannelse. Et eksempel på dette kunne være måling af afladningskurver for forskellige typer af elektriske batterier. Selv om der ikke foreligger en teoretisk forudsigelse eller forklaring af kurvens forløb, kræver målingen og tolkningen af den, at eleven behersker fagets begreber, terminologi og metoder.

3.1.4 Perspektivering

“Eleven får mulighed for at perspektivere stof i en samfundsmæssig eller global sammenhæng og forholde sig til den tekniske og teknologiske anvendelse af fysikkens teorier, begreber og metoder.” [LPA 3.1]

Når fysikundervisningen perspektiverer til forhold uden for skolen, det kunne være nogle samfundsrelevante problemstillinger, hvor fysik spiller en rolle og til andre fag i skolen, kan man øge elevernes interesse for faget, samtidigt med at man tilgodeser det almendannende formål for undervisningen i Fysik B. På emu.dk kan man finde en række redskaber og inspiration til, hvordan man i undervisningen kan arbejde med inddragelsen af samfundsrelevante problemstillinger.

Studiebesøg, ekskursioner og praktisk arbejde uden for skolen er en naturlig del af fysikundervisningen og vil også være med til at perspektivere faget.

Her kan hele kernestoffet bringes i spil i mange anvendelser. El-læren er fx essentiel i forbindelse med automatisering og styring, energibegrebet og mekanikken er begge centrale i forhold til maskiner og

motorer. Men faget tilbyder via sine metoder og modeller erkendelser og beskrivelser, der rækker ud over faget. Fx spiller målinger og fysisk modellering en stor rolle i forbindelse med klimadebatten omkring global opvarmning.

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. For at bilaget kan være perspektiverende for opgaven, skal det tage udgangspunkt i emnet for opgaven og derigennem give eleven mulighed for at sætte opgavens faglige emne ind i en teknisk/teknologisk eller samfundsmæssig kontekst. Hermed får eleven mulighed for at skabe forbindelser og kombinere det faglige indhold til virkeligheden. Det kunne fx være i relation til bæredygtighed.

Ved perspektiveringen forventes, at eleverne kan koble bilaget til emnet gennem anvendelsen af relevante fagbegreber, sammenhænge, formler og eksperimenter. Her skal således ikke fremlægges nye teorier eller påstande (perspektivering til en større faglig kontekst), der kræver en selvstændigt argumentation løsrevet fra opgaven.

3.1.5 Koordinering med matematik

“Matematik anvendes i studiet af fysiske systemer, herunder med inddragelse af it-baserede matematiske værktøjer, digitale ressourcer mv.” [LPA 3.1]

Arbejdet med Fysik B indebærer naturligt en udstrakt anvendelse af matematik, og der er et særskilt krav om samarbejde med matematikfaget. Man skal dog som lærer være opmærksom på, at fysik ikke er et matematikfag, men at faget i udstrakt grad betjener sig af matematiske beskrivelser. Eleverne kan derfor have god støtte i brug af CAS-værktøjer til at foretage nødvendige beregninger og omskrivninger samt til løsning af ligninger, ligesom det er naturligt at arbejde med regneark til behandling af eksperimentelle måldata, fx ved tegning af grafer og bestemmelse af modeller og parametre ved brug af regression.

Det er naturligt, fysikundervisningen bidrager til matematikundervisningen med konkrete eksempler, data og lignende, som kan inddrages i behandlingen af de forskellige emner. Det gælder fx statistiske data til brug i forbindelse med statistik og sandsynlighedsregning eller data og modeller i forbindelse med modellering.

3.2 Arbejdsformer

“Undervisningen skal tilrettelægges, så der er variation og progression 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 til at indgå i samarbejde med andre i en faglig sammenhæng.” [LPA 3.2]

Undervisningen på htx er ofte præget af projekt- og gruppearbejde, og disse arbejdsformer vil også naturligt indgå i fysikundervisningen. Der må tilbydes variation i arbejdsformerne, så der veksles mellem fx individuelt arbejde og par- eller gruppearbejde, ligesom problemstillinger kan veksle mellem lukkede lærerformulerede problemer og projektarbejde, hvor problemstillingen formuleres af eleverne. Denne vekslen og progression i brugen af arbejdsformer er vigtig for at forberede eleverne på arbejdet med det selvstændige projekt.

3.2.1 Eksperimentelt arbejde

“I faget lægges vægt på elevens selvstændige eksperimentelle arbejde, der indgår som en integreret del af undervisningen. Arbejdet sikrer elevens fortrolighed med eksperimentelle metoder og brugen af eksperimentelt udstyr, herunder it-baseret udstyr til dataopsamling, databehandling, samt digitale ressourcer.” [LPA 3.2]

Det er nødvendigt med en bevidst progression i elevernes selvstændige eksperimentelle arbejde. De vil selvfølgelig ikke fra første dag kunne opfylde alle de eksperimentelle faglige mål, men de kan allerede

fra første dag arbejde med åbne problemstillinger uden en entydig løsning. Fx kan man bede eleverne om at estimere antallet af sandkorn i en deciliter strandsand. Det kan give anledning til mange diskussioner om eksperimentelle metoder og usikkerheder.

Sideløbende med de åbne problemstillinger kan eleverne arbejde med mere lukkede eksperimentelle problemstillinger efter vejledning, der fx træner specifikke laboratorie- og tekniske færdigheder. På samme måde er det vigtigt løbende at være opmærksom på, at eleverne via det eksperimentelle arbejde bibringes et arsenal af eksperimentelle erfaringer og metoder, der kan sættes i spil ved den eksperimentelle delprøve i faget.

“Eleven støttes fra starten således, at der efterhånden opnås stigende selvstændighed i formulering, undersøgelse og formidling af fysiske problemstillinger. Undervisningen tilrettelægges med inddragelse af forskellige modeller, beskrivelser og arbejdsformer, der er egnede til løsning af forskellige typer problemstillinger, bl.a. således at elevens innovative kompetencer udvikles.” [LPA 3.2]

Arbejdet med forskellige emneområder og problemstillinger vil naturligt inddrage forskellige typer af matematiske modeller og lægge op til forskellige typer af eksperimentelle undersøgelser. Det er dog vigtigt at have øje for progressionen i graden af kompleksitet af de problemstillinger eleverne præsenteres for. I de tidlige forløb vil det være naturligt kun at sætte få forklaringsmekanismer og modeller i spil, mens man så senere i forløbet med fordel kan øge kompleksiteten, de tekniske krav og graden af selvstændighed.

I forbindelse med det selvstændige eksperimentelle arbejde kan der være både mulighed og behov for differentiering af kravene til forskellige elever og grupper af elever, så kravene matcher elevernes udviklingsmuligheder. Det kræver en særlig opmærksomhed fra læreren i planlægningen af forløbene og i vejledningen af eleverne samt i feedback på processen og dokumentationen.

“Det praktiske arbejde i laboratorier og værksteder udgør mindst 20 pct. af fagets undervisningstid.” [LPA 3.2]

Det praktiske arbejde fortolkes som den tid, eleverne tilbringer med praktisk arbejde i laboratorier og værksteder, herunder eksperimentelt arbejde under det selvstændige projekt, men inkluderer ikke demonstrationsforsøg og tid til planlægning og rapportering.

Man kan med fordel indlægge kortere eleveksperimenter som del af enkeltlektioner, og resultaterne af disse kan så bruges som udgangspunkt for diskussion eller yderligere eksperimentelle undersøgelser. 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, Elevers 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, jf. netstedet.

3.2.2 Elevernes selvstændige projekt

"I løbet af undervisningen, dog tidligst i løbet af sidste del af andet år, udfører eleverne et selvstændigt projekt, der indgår i eksaminationsgrundlaget for den mundtlige prøve, jf. pkt. 4.2. og tager udgangspunkt i en fysisk, teknisk eller teknologisk problemstilling. Projektet har en varighed af 10-20 timer og udføres i grupper af maksimalt fire elever. Problemstillingen vælges af eleverne selv og belyses gennem eksperimentelt arbejde og tilhørende teori. Det selvstændige projekt formidles gennem en skriftlig projektrapport." [LPA 3.2]

Elevernes selvstændige projekter gennemføres i grupper af op til fire elever, under hensyntagen til at de enkelte elever har mulighed for reel indflydelse på indholdet og forløbet. Problemstillingen vælges af eleverne, der under vejledning fra læreren udarbejder en problemformulering. Problemstillingen belyses gennem relevant teori og gennem eksperimenter, der vælges, tilrettelægges og gennemføres af eleverne. For nogle elever kan det være nødvendigt, at læreren deltager aktivt med inspiration og vejledning til valg af emne og eksperimenter. Da er det vigtigt, at læreren ikke overtager eller dikterer projektet og dets indhold. Eleverne skal gerne have og bevare ejerskabet til og ansvaret for projektet. Arbejdet med projektet og rapporten inddrages i den løbende evaluering. Projektrapporten er en del af eksaminationsgrundlaget og skal dermed være afleveret, for at eleven kan indstilles til prøve, jf. eksamensbekendtgørelsen; men rapporten er ikke en del af bedømmelsesgrundlaget ved den mundtlige prøve.

3.2.3 Det løbende arbejde med fysikopgaverne

"Eleven arbejder løbende, og specielt i den sidste del af forløbet, med et antal simple fysikopgaver, der tager afsæt i konkrete, anvendelsesorienterede fysiske situationer. Fysikopgaverne skal understøtte elevens begrebsdannelse og repræsentationskompetence og give mulighed for perspektivering. Blandt disse udvælges de fysikopgaver, der indgår som eksaminationsgrundlag for den mundtlige prøve, jf. pkt. 4.2. De udvalgte fysikopgaver skal tilsammen dække kernestoffet og det supplerende stof bredt." [LPA 3.2]

Opgaveregning i fysikundervisningen er ikke et nyt element og har i almindelighed været en naturlig del af elevernes arbejde med stoffet og begrebstilegnelsen. Det er imidlertid nyt, at det introduceres som et selvstændigt element i forbindelse med den afsluttende prøve i faget, og det kræver nogle selvstændige overvejelser. Formålet med brugen af opgaven er ikke at kaste eleverne ud i vanskelige og uoverskuelige beregninger, men derimod at tilbyde et kendt og trygt udgangspunkt for en faglig samtale med udgangspunkt i en konkret situation.

Fysikopgaverne vælges og udarbejdes, så der sikres en progression i den enkelte opgave, så både dygtige og svage elever ydes de bedste muligheder for at demonstrere deres beherskelse af fagets begreber, terminologi og metoder. Et eksempel på en mulig opgaveudformning er vist i boksen nedenfor. De opgaver, der benyttes ved den afsluttende prøve, kan godt være udvalgte og lidt omredigerede dele af fx en større opgave, eleverne har arbejdet med undervejs, fx i lyset af, hvordan arbejdet faldt ud. Men arbejdet med opgaven skal være indgået i undervisningstiden og/eller fordybelsestiden, og eleverne skal gøres bekendte med opgaverne i deres endelige udgave i rimelig tid inden prøven, jf. pkt. 4.2.

I det følgende ses et eksempel på en opgave. Men: der er *ikke* noget fast format for, hvordan opgaverne skal se ud. Det er læreren, der udarbejder opgaverne, som skal afspejle arbejdet i timerne og de faktiske forhold på holdet. Det er vigtigt, at opgaven indeholder både noget, der er forholdsvis let, og

noget, der er mere udfordrende, således at opgaven ved prøven kan være udgangspunkt for faglig samtale for alle elever uanset fagligt niveau.

Eksempel på fysikopgave: Bremses

Billedet viser en bil, der holder på en bakke. Bakken hælder 4 grader i forhold til vandret, og bilen vejer 1100 kg.



- Beregn tyngdekraften på bilen
- Lav en skitse, der viser hvilke kræfter der virker på bilen, og forklar hvilke typer kræfter, der er tale om.
- Bilens håndbremse er trukket og bremser bilens baghjul. Forhjulene er ikke bremset.
- Hvor stor skal gnidningskoefficienten mellem dæk og vej mindst være, for at bilen kan blive holdende?

Her er tre spørgsmål med en progression i kompleksitet. Først stilles en opgave, der kan besvares ved at identificeret den korrekte formel og indsætte de tilhørende størrelser.

Næste spørgsmål kræver en analyse af situationen, men der stilles ikke krav om egentlige beregninger. Den svage elev vil her kunne redegøre for kontakt- og gnidningskræfternes retning, mens den stærkere elev måske ud fra egne antagelser vil være i stand til at udtale sig om forskellen i størrelsen på kræfterne ved for- og baghjulene. Opgaven kan således besvares på flere niveauer. I det sidste spørgsmål kræves derimod en konkret beregning, der kan baseres på elevens analyse i det foregående spørgsmål.

Læreplanen foreskriver ikke nogen bestemt måde at arbejde med fysikopgaverne på. Det kan således ske både fx individuelt, i grupper eller på klassen. Der er heller ikke noget krav til hvordan opgaverne skal besvares, og der er ikke noget krav om, at det fx skal ske som afleveringsopgaver. Det kan være hensigtsmæssigt løbende at sikre sig, at alle elever har arbejdet med og er i besiddelse af en besvarelse af alle opgaver. Opgaverne er en del af eksaminationsgrundlaget, men elevernes besvarelse er ikke.

Ud over at være en del af undervisningen i og den afsluttende prøve på fysik B peger arbejdet med fysikopgaver også frem mod den skriftlige prøve i faget på A-niveau for de elever, der vælger at løfte faget. Dette løft kan være krævende, og ved løbende at arbejde med fysikopgaver i undervisningen på fysik B, vil eleven udvikle og styrke sin problemløsningskompetence, hvorved overgangen til A-niveauet lettes. Man skal være opmærksom på de specifikke krav i forhold til opgaverne på A-niveauet. Opgaverne her stilles ud fra den forudsætning, at eleverne har adgang til et it-værktøj (grafisk lommeregner,

pc med passende programmer) og en databog, svarende til Databog fysik kemi (F&K Forlaget), 11. udgave (2007) eller senere. Det kan derfor være en fordel for eleverne at arbejdet med en sådan databog og brug af it-værktøjer begynder allerede i forbindelse med undervisningen i fysik på B-niveau. Eksempler på tidligere eksamenssæt, vejledende opgavesæt samt lærerens hæfte til opgaver på den nye ordning i fysik A, samt Råd og Vink til de tidligere eksamenssæt kan downloades via prøvebanken.dk. Der henvises desuden til de supplerende vejledninger om "[Tegninger på bilag og i besvarelser ved den skriftlige fysik A-prøve](#)" og om "[Ordlister med typeord i fysik A htx](#)" på emu.dk

Ved prøven tilføjes et ukendt, perspektiverende bilag. Det kan eksempelvis være som kan være et ekstra delspørgsmål, en figur, graf eller lignende. I eksemplet ovenfor kan bilaget fx være et billede af en bil, der er kørt i grøften i snevej, og spørgsmålet lyder: "Diskutér, hvad gnidningskoefficienten betyder for kørsel i vintervej". Eller i en opgave om heliumballoner kan bilaget vise en varmluftballon, og ved samtalen diskuteres forskelle og ligheder mellem kræfter på heliumballoner og varmluftballoner. Det er vigtigt, at der tages hensyn til forberedelsestidens længde i fastsættelsen af bilagsmaterialets omfang og tekstmængde. Det er af samme grund ikke hensigten, at bilagsmaterialet skal lægge op til egentlig opgaveregning. Se i øvrigt afsnit 4.2.

3.2.4 Skriftligt arbejde

"Det skriftlige arbejde skal medvirke til at sikre elevernes fordybelse i faget og omfatter:

- *journaler og rapporter over gennemført eksperimentelt arbejde*
- *skriftlig løsning af simple fysikopgaver*
- *skriftlig formidling som f.eks. præsentationer, posters og projektrapporter.*

Det skriftlige arbejde planlægges med variation i formen, og så der er progression og sammenhæng med skriftligt arbejde i de øvrige fag. Progressionen omfatter såvel fordybelsesgraden som kravene til elevernes selvstændige indsats og skal i samarbejde med de øvrige fag sikre udviklingen af elevernes skriftlige kompetencer." [LPA 3.2]

Ved at arbejde med fagets skriftlige dimension udvikler eleverne både deres generelle skrivekompetencer og deres behandling af fagets begreber, sprog og særlige notation. Den skriftlige dimension omfatter såvel faglig formidling, som et videns- og forståelses genererende element. Der kan således løbende arbejdes med mange typer af skriftlig dokumentation, både hvad angår medie og genre. Eleverne kan ikke forventes at håndtere skriftligheden i faget fra første færd. Ved en omhyggelig planlægning af progressionen i kravene til og typen af elevernes skriftlige produkter, kan man bidrage væsentligt til udviklingen af elevernes skriftlige kompetencer. Tidligt i undervisningen kan man fx vælge at betone dokumentation af eksperimentelle resultater og notering af beregninger med korrekt anvendelse af symboler og enheder. Ved tidligt at fokusere på disse delelementer, kan de senere bruges som elementer i præsentationer og egentlige projektrapporter.

3.2.5 Mundtlig fremstilling

"Eleverne skal arbejde med mundtlig fremstilling, hvor de inddrager såvel faglig argumentation som beskrivelse af fysiske fænomener." [LPA 3.2]

Ligesom den skriftlige dimension er den mundtlige dimension af faget vigtig, og må løbende udvikles og understøttes. Der kræves af eleverne en omhyggelighed og præcision i omgangen med fagets sprog og terminologi, og det kan understøttes ved at der i undervisningen arbejdes med forskellige former for mundtlighed. Det kan fx være diskussion af fysikopgaver i par, besvarelse af spørgsmål fra læreren i timen, fremlæggelser af faglige emner enkeltvist eller i grupper eller mini-symposier, hvor eleverne præsenterer deres selvstændige projekter. Uanset hvilken form mundtligheden tager, er det afgørende, at eleverne løbende sikres formativ feedback og hjælp til præcis og korrekt brug af fagets sprog.

3.2.6 Karrierelæring

“Inddragelse af private eller offentlige virksomheder og institutioner skal bidrage til at tydeliggøre studie- og karrieremuligheder for eleverne og belyse relevante fysiske problemstillinger.” [LPA 3.2]

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-/karriereperspektiv og et personligt perspektiv. På EMU er det muligt at læse mere om, hvordan man kan arbejde systematisk med karrierelæring i gymnasiet – se venligst: [Karrierelæring i gymnasiet - rapport, idekatalog og videoer](#).

I fysik B kan denne opgave løses ved, at eleverne præsenteres for eksempler på, hvorledes fysikfaglige kompetencer kan anvendes i andre sammenhænge og på uddannelser og i 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 karriereperspektiver og mulige uddannelsesvalg.

Inddragelsen af virksomheder og institutioner kan desuden tage mange former. På det enkle plan kan eleverne undersøge forskellige virksomheders eller institutioners hjemmesider og den teknologi, der anvendes eller præsenteres, eller man kan besøge lokale virksomheder og samarbejdspartnere. Det er selvfølgelig også muligt at indgå i større samarbejder, hvor fx repræsentanter for en virksomhed deltager aktivt i et forløb eller i evalueringen af dette.

Via denne inddragelse præsenteres eleverne for relevante studie- og erhvervsmuligheder, og deres indsigt i egne kompetencer og interesser styrkes.

3.3 It

“Eleverne skal opnå digitale kompetencer. Formålet er, at eleverne skal kunne reflektere over og anvende digitale kompetencer i egne læreprocesser til at understøtte deres faglige og personlige udvikling, herunder til- og fravalg af digitale redskaber i forskellige sammenhænge” jf. [Vejledning til de tværgående kompetenceområder på de gymnasiale uddannelser](#).

“It og digitale ressourcer skal indgå i alle aspekter af undervisningen og understøtte elevernes læringsproces gennem f.eks. informationsøgning, modellering, simulering, styring og visualisering. Eleverne skal kunne anvende it-værktøjer og digitale ressourcer til eksperimentelt arbejde og databehandling, også med større datamængder.” [LPA 3.3]

I undervisningen tilstræbes en tilpas vekselvirkning mellem det analoge og det digitale. It og digitale medier og værktøjer, herunder kunstig intelligens, benyttes hvor det skønnes hensigtsmæssigt ift. elevernes læringsproces og digitale dannelse. I anvendelsen af it styrkes elevernes evne til at søge, udvælge og formidle relevant fagligt materiale samt til at forholde sig kritisk til de muligheder og begrænsninger, som digitale værktøjer, og produkter frembragt ved hjælp heraf, giver.

It indgår automatisk som et værktøj i den daglige undervisning i forbindelse med matematiske beregninger, fx ved brug af elevernes CAS-værktøj. På samme måde skal eleverne kunne anvende it til præsentation af data i form af grafer og tabeller som en del af dokumentationen af det eksperimentelle arbejde. Herunder hører også brugen af regression til bestemmelse af fysiske parametre. De kunne fx være bestemmelse af accelerationen i et frit fald ud fra en videooptagelse af en faldende bold. Brugen af it-værktøjer til behandling af større datamængder indgår desuden i den skriftlige eksamen på A-niveauet.

En anden væsentlig anvendelse af it er forklaring og anskueliggørelse af fysiske fænomener og sammenhænge ved hjælp af fx apps, applets, physlets eller interaktive simuleringer på nettet. Anvendelse af sådanne simuleringer kan dels hjælpe eleven til opnå en forståelse af fysiske sammenhænge, før de kan formuleres matematisk, og dels kan de bruges som en demonstration og udfoldning af en matematisk model. I begge tilfælde må man tydeliggøre for eleverne, at disse værktøjer har karakter af læringsmidler, og ikke kan træde i stedet for et eksperiment.

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.

Der skal lægges vægt på samarbejdet med de teknisk/teknologiske fag, de naturvidenskabelige fag og matematik, så undervisningen i fysik er tilpasset elevernes naturvidenskabelige og matematiske kompetencer.” [LPA 3.4]

Eleverne skal gennem fysikundervisningen behandle problemstillinger i samarbejde med andre fag (jf. de faglige mål, pkt. 2.1. i læreplanen). Fysik B kan indgå i samarbejde med alle gymnasiets fag. Sådanne samarbejder styrker perspektiveringen og fagets almindelige sider og viser, hvordan fysik bidrager til løsning på problemer med udgangspunkt i andre fag.

Som eksempler på områder, hvor Fysik B kan bidrage væsentligt i et samspil med andre fag, kan nævnes:

- Energiforsyning og bæredygtig udvikling (med samfundsfag eller naturgeografi), se fx <https://www.verdensmaalene.dk/undervisningsmaterialer-fysik>
- Lyd (musikinstrumenter i musik, ultralydsdiagnosticering i bioteknologi, arbejdsmiljø og støj i samfundsfag)
- Science fiction (rumrejser og liv uden for Jorden, med engelsk eller dansk)
- Den naturvidenskabelige revolution (med idéhistorie)
- Samarbejde med udgangspunkt i www.bighistory.com (et forsøg på at lave lange linjer i samspillet mellem naturvidenskaberne og idéhistorie)

I det faglige samspil og ved tilrettelæggelsen af flerfaglige forløb er det en god idé, at de enkelte fags bidrag tydeligt fremgår. Det kræver både, at målene og metoderne i de indgående fag er relevante for samarbejdet, og at de ekspliciteres. For at eleverne kan forstå, at samspillet sker på et fagligt grundlag, skal de kunne se og redegøre for såvel det fysikfaglige indhold i en given problemstilling eller fagligt samspil, som for fagets bidrag til løsningen eller forståelsen.

“Undervisningen tilrettelægges, så sammenhængen mellem matematik og fysik fremstår tydeligt, og så elevens begrebsdannelse i begge fag understøttes.” [LPA 3.4]

Det er et særkende ved fysik, at fagets lovmæssigheder formuleres matematisk. Da langt de fleste af lovmæssighederne er lineære sammenhænge, støtter faget automatisk op omkring matematik, og især omkring de lineære sammenhænge; særligt i løbet af grundforløbet. Erfaringen viser, at mange elever, der har eller får vanskeligheder med matematik, netop har problemer med at forstå proportionalitet og forholdsregning bredt forstået. Udover matematisk beskrivelse af sammenhænge anvender fysik en lang række matematiske metoder og værktøjer, som fx graftegning, regression, symbolske omskrivninger af algebraiske udtryk og ligningsløsning. Fysikfaget kan derfor via sin beskrivelse af en lang række fænomener tilbyde en fysisk manifestation af de abstrakte matematiske begreber, og kan således støtte eleverne ved at give eksempler på og mulighed for genkendelighed i anvendelsen af matematikken. Emner, der understøtter elevernes forståelse af linearitet og kan behandles på grundforløbet kunne fx

være bevægelse med konstant hastighed eller opvarmning af vand i en elkedel med konstant effekt. Omvendt kan matematik tilbyde en systematik i omgangen med de matematiske symboler, der repræsenterer de fysiske størrelser. Det er nødvendigt at være opmærksom på elevernes matematiske forudsætninger.

Samspillet mellem matematik og fysik kan antage mange former. Der kan være tale om egentlige flerfaglige forløb, men også blot en fælles bevidsthed og viden om begreber, sprogbrug og metoder, og hvad der arbejdes med i de to fag på et givet tidspunkt. Det er naturligt løbende at koordinere undervisningen i de to fag både i grundforløbet og studieretningsforløbet.

4 Evaluering

4.1 Løbende evaluering

“Elevernes udbytte af undervisningen skal evalueres jævnlige, særligt mht. arbejdet med teori, eksperimentelt arbejde inkl. databehandling samt simpel problemløsning i fysik. Herved tilvejebringes et grundlag for en fremadrettet vejledning af den enkelte elev i arbejdet med at nå de faglige mål og for justering af undervisningen.” [LPA 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. Processen involverer også elevernes egne refleksioner over deres læring. Det kan også være en hjælp at udarbejde evalueringsskemaer fx opbygget efter SOLO-taksonomien. Man kan finde inspiration til formulering af trinmål efter SOLO-taksonomien på EMU, se supplerende vejledninger: [Formativ evaluering i forhold til faglige mål](#).

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 de afsluttende standpunktskarakterer (mundtligt og skriftligt). 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 Prøveform

“Der afholdes en mundtlig prøve. Prøven er todelt. Opgaverne, der indgår som grundlag for prøven, skal tilsammen i al væsentlighed dække de faglige mål, kernestof og det supplerende stof.” [LPA 4.2]

De overordnede rammer for prøverne fremgår af *Bekendtgørelse om prøver og eksamen i de almene og studieforberedende 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.

Læs her for uddybning af [Regler om prøver og eksamen](#).

Eleverne 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 de ukendte bilag til de fysikopgaver, der indgår som en del af den mundtlige prøve. Det kan eksempelvis ske ved, at eleverne får lejlighed til at arbejde med tænkte opgaveformuleringer inkl. tilhørende bilag. Det kan være en god træning at gennemføre et eller flere prøveforløb. Eleverne skal desuden orienteres om bedømmelseskriterierne.

Den første, eksperimentelle del af prøven kan forberedes ved eksemplarisk at gennemføre eksperimentelt arbejde under prøvelignende forhold. Brug af hjælpemidler og mål for eksperimentelt arbejde drøftes. Eleverne skal se eksempler på eksperimentelle problemstillinger, som kunne tages op ved den eksperimentelle del af prøven.

"Første del af prøven er eksperimentel, hvor op til 10 eksaminander arbejder i laboratoriet i ca. 90 minutter, normalt i grupper på to og højst tre med en eksperimentel problemstilling. En eksaminand kan undtagelsesvist og i helt særlige tilfælde arbejde alene i laboratoriet. Eksaminanderne må ikke genbruge data fra tidligere udførte eksperimenter. Eksaminator og censor taler med den enkelte eksaminand om det konkrete eksperiment, den tilhørende teori og den efterfølgende databehandling. Den enkelte eksperimentelle delopgave må anvendes højst tre gange på samme hold. De eksperimentelle delopgaver må ikke være kendt af eksaminanden inden prøven." [LPA 4.2]

Når prøveplanen og dermed listen over eksaminander i den enkelte klasse er kendt, kan man danne de grupper, som skal udføre eksperimentelt arbejde sammen. Der er normalt maksimalt to elever i hver gruppe, men fx sygdom kan gøre, at en gruppe må udvides med en person til tre. Eksaminanderne har ikke krav på selv at vælge grupper, men kan omvendt ikke tvinges til at være i en bestemt gruppe. Trækningen kan praktisk ske ved, at en gruppe trækker en kuvert, der indeholder en eksperimentel problemstilling til første delprøve og så mange teoretiske delopgaver til anden delprøve, at der er nok til alle eksaminander, der arbejder med den enkelte, eksperimentelle problemstilling. Det anbefales, at der lægges tre opgaver i hver kuvert, således at der er taget højde for den situation, hvor sygdom gør, at en gruppe må udvides fra to til tre. Eksaminanderne trækker hver især senere deres fysikopgave med bilag fra denne kuvert.

Hver eksperimentel problemstilling må gå igen op til 3 gange. Det samme gælder hver fysikopgave. Som det fremgår af eksamensbekendtgørelsens § 12. stk. 4, lægges samtlige trækningsmuligheder frem ved prøvens start. Hvis en eksperimentel delopgave i undtagelsestilfælde af uafviselige, rent praktiske grunde kun kan løses af én gruppe ad gangen, fx pga. dyrt apparatur eller praktiske forhold i eksamenslokalet, må eventuelle gentagelser af den pågældende eksamensopgave fjernes, til apparatet el. lign. igen er ledigt, fx prøvedagen efter. Antallet af trækningsmuligheder skal stadig overstige antallet af eksaminander/grupper med mindst 3 for alle eksaminander/grupper.

Opgaverne til den eksperimentelle delprøve er *ikke* kendt af eleverne inden prøven. Men det er hensigtsmæssigt, at eleverne som en del af holdets undervisningsbeskrivelse får en oversigt over elevernes

selvstændige eksperimentelle arbejde. De eksperimentelle problemstillinger ligger inden for de områder, eksaminanderne har arbejdet med i undervisningen, og benytter kendt eksperimentelt udstyr. Eksperimenterne kan være varianter af kendte problemstillinger, eksempelvis gennem bestemmelse af fysiske egenskaber ved andre materialer end i undervisningen. Det er nødvendigt at tage hensyn til den begrænsede tid til eksperimenter ved udformning af problemstillingerne. Det nødvendige eksperimentelle udstyr skal være umiddelbart tilgængeligt ved prøvens begyndelse.

Under prøven forventes eksaminanderne at gøre notater om eksperimentets udførelse og den foretagne databehandling, herunder fremstille relevante grafiske afbildninger af indsamlede data. Eksaminanderne må under prøven blandt andet benytte egne læremidler, herunder skriftlige produkter, men ikke genbruge tidligere indsamlede data. Det betyder, at eleverne må medbringe bøger, afleveringer, noter og ikke mindst deres egne rapporter eller journaler til prøven. De må også godt kigge i rapporten undervejs, også i afsnittet omhandlende databehandlingen.

I den eksperimentelle delprøve udfolder eksaminanderne først og fremmest deres eksperimentelle kompetencer og kompetence i behandling af forsøgsdata. Undervisningens innovative elementer dokumenteres derimod gennem det afsluttende selvstændige projekt.

Eleverne kan vælge at udføre flere eksperimenter, fx et kvalitativt eller et kvantitativt, men det er først og fremmest meningen, at de forskellige elementer af eksperimentelt arbejde, herunder databehandling, indgår. Det er vigtigt, at der tages hensyn til prøvetidens længde i fastsættelsen af de eksperimentelle delopgaver.

Eksempel på eksperimentel delopgave

Et hold har i undervisningen arbejdet med termodynamik bl.a. bestemt en dyppekogers effekt samt vands specifikke varmekapacitet, fordampningsvarme eller smeltevarme. De har undersøgt nyttevirkningen af opvarmning af vand til thé over bål, med spritbrænder eller elkedel. Endelig har de undersøgt, hvordan solstrålingen opvarmer en ophængt, sort plastsæk med vand. Den eksperimentelle delopgave kan fx lyde:

- Opvarmning og afkøling af stof Undersøg herunder særligt køling af sodavand med granitterninger.

Eksaminanderne vælger at bestemme den specifikke varmekapacitet af granit og måler på afkøling af et glas sodavand vha. sten.

En anden delopgave i samme område kan lyde:

- Opvarmning og afkøling på en strand

Eksaminanderne vælger at bestemme vands fordampningsvarme eller undersøger nyttevirkning ved opvarmningen af en bleg plastpose med vand under lyset fra en arbejdslampe. Det er hensigtsmæssigt, at formuleringen af den eksperimentelle delopgave er så åben, at der overlades en vis valgfrihed til gruppen - også for at håndtere den situation, at eleverne ikke alle har udført præcis de samme eksperimenter.

”Anden del af prøven er individuel og mundtlig. Eksaminationens grundlag er elevens selvstændige projekt, jf. pkt. 2.3 og 3.2. samt en af fysikopgaverne, jf. pkt. 3.2, suppleret med et ukendt bilag. Fysikopgaven

tildeles ved lodtrækning. Bilaget, der er ukendt indtil opgaven trækkes, skal give mulighed for perspektivering.

Hver af fysikopgaverne må anvendes op til tre gange på samme hold. Bilag må genbruges i forskellige opgaver efter eksaminators valg. Fysikopgaverne uden bilag skal være kendt af eksaminanden inden prøven.

Den eksperimentelle delopgave og fysikopgaven skal være kombineret, så de angår forskellige emner.”

De fysikopgaver, der benyttes ved den anden del af prøven (den teoretiske delprøve), kan godt være udvalgte og lidt omredigerede dele af fx en større opgave, eleverne har arbejdet med undervejs, fx i lyset af, hvordan arbejdet faldt ud. Fysikopgaverne skal sammen med de eksperimentelle opgaver i al væsentlighed dække de faglige mål samt kernestoffet og det supplerende stof. De fleste emner vil afhængig af tilgangen i undervisningen kunne benyttes som udgangspunkt for både eksperimentelle og mere teoretiske fysikopgaver. Der kan være områder eller emner som bedst egner sig til en eksperimentel delopgave og andre emner, som bedst egner sig til en teoretisk fysikopgave, se eksempel på en teoretisk fysikopgave i afsnit 3.2.3. Et emne, der indgår i en eksperimentel delopgave må gerne også bruges som en teoretisk fysikopgave, når de blot er kombineret, så de angår forskellige emner.

”Eksaminationstiden er ca. 30 minutter. Der gives ca. 30 minutters forberedelsestid. Eksaminationen former sig som dels eksaminandens fremlæggelse af sit selvstændige projekt efterfulgt af en faglig samtale, dels en faglig samtale om fysikopgaven med bilag. [LPA 4.2]

Den teoretiske delprøve (anden del af prøven) afholdes normalt i umiddelbar forlængelse af den eksperimentelle delprøve. Det kan være hensigtsmæssigt, at der er indlagt en mindre pause, som gør det muligt for censor og eksaminator at have en kort samtale om deres observationer i forbindelse med den eksperimentelle del af prøven, med henblik på en foreløbig vurdering af den enkelte eksaminands eksperimentelle kompetencer.

Umiddelbart inden forberedelsen tildes eksaminanden ved lodtrækning en kendt teoretisk fysikopgave inklusive ukendt perspektiverende bilag. Herefter har eksaminanden ca. 30 min til at forberede sig på fysikopgaven og det udleverede bilag.

Eksaminator skal efter eksaminandens fremlæggelse af det selvstændige projekt, sørge for, at eksaminanden et stykke inde i prøven inddrages i en faglig samtale, som også inddrager bilaget i perspektiveringen af emnet for prøven.

Opgaverne med bilag og en fortegnelse over elevernes selvstændige projekter sendes til censor forud for prøvens afholdelse.” [LPA 4.2]

Det er en god praksis, at eksaminator kontakter censor allerede ved prøveplanens offentliggørelse for at aftale nærmere om udveksling af opgaver m.v. De eksperimentelle delopgaver, de teoretiske fysikopgaver med bilag samt parringen mellem teoretiske fysikopgaver og eksperimentelle opgaver 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. Rapporterne fra eksaminandernes selvstændige projekter indgår i eksaminationsgrundlaget og skal dermed være afleveret, for at eleven kan indstilles til eksamen, jf. eksamensbekendtgørelsen. Rapporterne har indgået i elevernes sædvanlige skriftlige arbejde, der har været evalueret af læreren; men de indgår ikke i bedømmelsesgrundlaget, og censor læser dem ikke.

4.2.1 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 evt. 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 eventuel perspektivering af temaer og indhold. 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](#).

4.3 Bedømmelseskriterier

"Bedømmelsen er en vurdering af, i hvilken grad eksaminandens præstation opfylder de faglige mål, som de er angivet i pkt. 2.1." [LPA 4.3]

De to dele af den afsluttende mundtlige prøve har hver deres supplerende bedømmelseskriterier i læreplanen.

"Mundtlig prøve

Ved den eksperimentelle del lægges der vægt på, at eksaminanden kan

- *udføre eksperimentelt arbejde og behandle de indsamlede data*
- *reflektere over samspillet mellem teori og eksperiment."* [LPA 4.3]

I vurderingen indgår således eksaminandens evne til at inddrage relevant teori i behandlingen og analysen af de eksperimentelle data, men det er ikke hensigten, at eksaminanden skal lave en udledning af den anvendte fysikteori, da denne del bedømmes særskilt i forbindelse med den individuelle mundtlige delprøve.

"Ved den mundtlige del lægges der vægt på, at eksaminanden har et selvstændigt initiativ og kan

- *anvende fagets begreber, modeller og metoder sikkert som grundlag for en faglig analyse ved diskussionen af fysikopgaven og bilaget*
- *redegøre præcist for de anvendte eksperimentelle metoder i projektet samt reflektere over samspillet mellem teori og eksperiment*
- *perspektivere faglig indsigt."* [LPA 4.3]

Ved bedømmelsen af den mundtlige præstation har helhedsvurderingen 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.

"Hver eksaminand gives én individuel karakter ud fra en helhedsvurdering af prøvens eksperimentelle og mundtlige del." [LPA 4.3]

Karakteren for præstationen ved den mundtlige prøve er *ikke* et gennemsnit af delkarakterer for de to delprøver. Ved bedømmelse af eksaminandens samlede præstation må de enkelte kompetencer afvejes i overensstemmelse med bedømmelseskriterierne for at nå frem til helhedsvurderingen.

”Prøve, hvor faget indgår i fagligt samspil

Ved en prøve, hvor faget indgår i fagligt samspil med andre fag, lægges der vægt på, at eksaminanden kan

- demonstrere viden om fagets identitet og metoder
- behandle problemstillinger i samspil med andre fag.” [LPA 4.3]

Fysik B kan fx indgå i fagligt samspil i studieområdeprojektet, hvor ovenstående bedømmelseskriterier finder anvendelse ud over de bedømmelseskriterier, der gælder for studieområdeprojektet.

4.3.1 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.

4.3.2 Eksempel på karakterbeskrivelser for mundtlig prøve i fysik B, htx

Karakter	Betegnelse	Mundtlig prøve
12	Fremragende	Eksaminanden kan tilrettelægge og udføre eksperimenter til en stort set dækkende undersøgelse af en problemstilling, herunder behandle, analysere og diskutere de indsamlede data med kun uvæsentlige mangler. Eksaminandens fremstilling af såvel projekt som fysikopgave er velstruktureret og med kun uvæsentlige mangler. Eksaminanden har i den mundtlige samtale et selvstændigt initiativ og viser et sikkert og omfattende kendskab til fagets begreber, modeller og metoder, der bruges som grundlag for en faglig analyse af fysikopgaven og forklaring af den faglige argumentation, så stort set alle væsentlige aspekter inddrages. Eksaminanden kan selvstændigt perspektivere faglig indsigt.

Karakter	Betegnelse	Mundtlig prøve
7	God	<p>Eksaminanden kan udføre eksperimenter til belysning af en kendt problemstilling, herunder behandle og analysere de indsamlede data med inddragelse af de væsentligste forhold.</p> <p>Eksaminandens fremstilling af projekt såvel som fysikopgave indeholder væsentlige aspekter af emner, men er noget ustruktureret og med visse væsentlige faglige mangler. Eksaminanden viser i den mundtlige samtale et godt kendskab til fagets begreber, modeller og metoder, men de inddrages i den faglige analyse af fysikopgaven og i den faglige argumentation på en noget upræcis måde.</p> <p>Eksaminanden kan forbinde teori og eksperiment og gengive perspektiver på de faglige problemstillinger.</p>
02	Tilstrækkelig	<p>Eksaminanden kan udføre simple eksperimenter, herunder behandle de indsamlede data med inddragelse af nogle væsentlige forhold.</p> <p>Eksaminandens fremlægning af projekt såvel som fysikopgave er en noget usammenhængende fremstilling af enkeltheder med faglige misforståelser. Eksaminanden bidrager i begrænset omfang til den faglige samtale om fysikopgaven, men viser et grundlæggende kendskab til fagets elementære begreber, modeller og metoder.</p> <p>Det faglige perspektiveres kun i begrænset omfang.</p>

5 Appendix - Nyttige links

5.1 Regelgrundlag

- [Børne- og Undervisningsministeriets hjemmeside \(link\)](#)

Læreplaner på [uvm.dk](#)

Lov om de gymnasiale uddannelser (LBK nr 957 af 22/06/2022) 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](#)

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 Prøver og evaluering af prøver

[Prøvebanken, tidligere skriftlige opgaver i fysik \(link\)](#)

Evalueringer af de skriftlige prøver i fysik. Find evalueringen af fysik under hvert enkelt år på [Børne- og Undervisningsministeriets hjemmeside \(link\)](#)

5.3 EMU

[EMU sider](#). For fysik se under hf, htx eller stx. Derefter f.eks. under fagkonsulentens side.

5.4 Sikkerhed og arbejdsmiljø

"Elevs praktiske øvelser på de gymnasiale uddannelser" [Arbejdstilsynets hjemmeside \(link\)](#)

"Når klokken ringer" (Branchearbejdsmiljørådet, vejledning til grundskolen og det almene gymnasium) på [Arbejdsmiljøwebs hjemmeside \(link\)](#)

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

"Love og regler om el" på [Sikkerhedsstyrelsens hjemmeside \(link\)](#)

Pjece om Arbejdsmiljølovens udvidede område (marts 2017), ungdomsuddannelser på [Dansk Center for Undervisningsmiljø's hjemmeside \(link\)](#)

STYRELSEN FOR



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

STYRELSEN FOR