

Fysik B

Undervisningsvejledning

Vejledningen indeholder uddybende og forklarende kommentarer til læreplanens enkelte punkter. Citater fra læreplanen er anført i kursiv.

1. Fagets rolle

Faget fysik omhandler menneskets forsøg på at udvikle generelle beskrivelser og forklaringer af fænomener i natur og teknik, som eleverne møder i deres hverdag. Faget giver samtidig eleverne baggrund for at forstå og diskutere naturvidenskabelige spørgsmål af samfundsmæssig interesse. Gennem samspil mellem eksperimenter og teorier udvikles naturfaglig indsigt, som stimulerer nysgerrighed og kreativitet. Faget har et væsentligt studiekompetencegivende sigte.

Faget fysik beskæftiger sig med fænomener fra det usynlige i atomernes verden over hverdagsfænomener til den store skala i universets strukturer.

Ved hjælp af få veldefinerede begreber kan man i fysik ofte beskrive komplekse problemstillinger i form af fysiske love og modeller. De herved skabte matematiske sammenhænge mellem målelige fysiske størrelser indgår ofte i fysiske teorier og er med til at give en forståelse af dele af naturen. Fysiske love og teorier må nødvendigvis underkastes eksperimenter. Disse kan være med til at styrke teorien, give anledning til en justering eller føre til at en teori forkastes. Det fysiske eksperiment bør således være centralt i fysikundervisningen.

Det fysiske eksperiment er vigtigt i udviklingen af fysikken som videnskab. Logisk deduktion og tankeeksperimenter er også vigtige metoder til udvikling af det faglige begrebsapparat og fysiske teorier. Derfor bør disse sider af fysikken også afspejles i undervisningen.

Fysik som videnskab er ofte knyttet sammen med den teknologiske udvikling i samfundet. Det er derfor oplagt at undervisningen i fysik søger at perspektivere til det omgivende samfund ved at inddrage eksempler på sådanne teknologier. Ved hjælp af det ovenfor nævnte, vil eleverne ikke blot opnå en forståelse og indsigt, men samtidig opdyrke en interesse og nysgerrighed for faget og dets metoder, som er væsentlige parametre i målet med at give eleverne studiekompetencer.

2. Fagets formål

Viden og færdigheder

Eleverne skal have en sådan viden om fysik og indsigt i naturvidenskabelige metoder og tankemåder, at de kan demonstrere viden om fagets rolle og metoder og således at de kan diskutere fysiske modeller og metoder. Eleverne skal kunne opstille og udføre fysiske eksperimenter, og kunne arbejde med variabelkontrol.

Undervisningen i faget skal medvirke til at udvikle elevens faglige nysgerrighed og mod til at gå i gang med anvendelse af faget til beskrivelse af naturfænomener, samt styrke refleksionen over egen læring. Eleverne skal i undervisningen stifte bekendtskab med induktive og deduktive metoder, herunder den hypotetisk-deduktive metode, hvor man deducerer nogle logiske konsekvenser af teorien og afprøver dem eksperimentelt.

Eleverne skal trænes i variabelkontrol i forbindelse med udførsel af eksperimenter, hvilket vil sige, at de skal lære at tilrettelægge eksperimenter så der kun måles på en ting ad gangen. Herved sikres at ingen skjulte faktorer får indflydelse på resultatet.

Lærings- og arbejdskompetencer

Eleverne skal i deres arbejde med faget kunne anvende fysiske modeller til at give kvalitative og kvantitative forklaringer af fænomener og sammenhænge og kunne indsamle og tilegne sig ny viden inden for et begrænset emne. Eleverne skal skriftligt og mundtligt kunne efterbehandle, tolke og forholde sig kritisk til fysiske eksperimenter og resultaterne heraf.

Det er hensigten, at eleverne opnår studiekompetencer der ruste til den selvstændighed og evne til samarbejde der er nødvendig på videregående uddannelse. Dette afspejles i undervisningsformerne. I forbindelse med eksperimentelt arbejde og udarbejdelse af rapporter er det væsentligt at eleverne lærer at identificere fejlkilder og deres betydning for tolkning af resultater. Eleverne skal også opnå arbejdskompetencer i laboratoriet, herunder hvordan man forholder sig til sikkerhed i et laboratorium.

Personlige og sociale kompetencer

Eleverne skal kunne formidle et emne med et fysikfagligt indhold til en udvalgt målgruppe, herunder i almene og sociale sammenhænge.

Eleven vil gennem en progression i arbejdsformer fra den lærerstyrede undervisning til gruppearbejde omkring projekter, samt gennem eksperimentelt arbejde, med efterfølgende formidling af resultater, kunne opbygge personlige såvel som sociale kompetencer. Der skal således arbejdes med faget fysik så det både forstås af fagligt ligesindede, men også så det kan formidles på en måde der er forståelig for personer uden samme faglige baggrund.

Kulturelle og samfundsmæssige kompetencer

Eleverne skal kunne debattere samfundsmæssige spørgsmål med et fysikfagligt indhold og den teknologiske udvikling med baggrund i deres egen kultur.

Gennem arbejdet med fysiske modeller, teorier og disses begrænsninger vil eleven kunne opnå indsigt i fysikkens rolle i samfundet. Arbejdet med perspektivering nævnt i punkt 1 vil sætte eleven i stand til at forholde sig kritisk til den teknologiske udvikling i samfundet.

3. Læringsmål og indhold

3.1 Læringsmål

Læringsmålene er de overordnede retningslinjer for og krav til undervisningen. Det er slutmålene for undervisningen i faget, der er angivet. Alle målene skal nås, og rækkefølgen er ikke udtryk for en prioritering af målene. Hvorvidt eleven har opfyldt fagets slutmål, undersøges ved de afsluttende prøver. Her bedømmes eleven i forhold til bedømmelseskriterierne, som er nævnt i afsnit 5.3. Læringsmålene er derfor styrende for undervisningens indhold.

Eleverne skal kunne:

a) demonstrere viden om fagets rolle og metoder,

Fagets rolle er beskrevet i punkt 1 i læreplanen. Eleverne kan demonstrere deres viden om fysiks metoder, gennem arbejdet med konkrete problemstillinger. Her kan elever se hvordan samspillet mellem teorier og eksperimenter kan være med til at give svar på spørgsmål med et naturvidenskabeligt indhold.

b) være fortrolige med at anvende fysiske størrelser, præfikser og enheder,

Dette bør trænes systematisk gennem løsning af opgaver i klassen eller som afleveringsopgaver. Det forventes at eleverne kan regne med og konvertere mellem enheder.

c) beskrive og diskutere fysiske problemstillinger ud fra matematiske sammenhænge

Et eksempel kunne være forståelse for sammenhængen mellem strømstyrke gennem og spændingsfald over en resistor, hvor Ohms lov er gældende. Her kan matematik inddrages, idet det ud fra Ohms lov matematisk ses at strømstyrke og spænding er proportionale størrelser. Eftersom Ohms lov er en idealisering, kan modellens begrænsninger diskuteres ud fra fysiske betragtninger. Herved tilvejebringes et godt samspil mellem fysik og matematik.

d) diskutere fysiske modeller og metoder,

Hermed menes, at de i fysikken opstillede modeller (eller formler) skal kunne enten verificeres, justeres eller helt forkastes. Dette gøres via eksperimenter og forsøg og efterfølgende behandling af det observerede. Eleverne skal kende et udvalg af modeller fra kernestoffet, herunder kvalitative og kvantitative modeller, ligesom induktive og deduktive metoder behandles.

De kvalitative modeller omfatter verbale beskrivelser, analogier og billeder som kan bruges til at beskrive og belyse sammenhænge for derigennem at udbygge elevernes mulighed for at forstå og anvende naturfaglig argumentation. De kan også fungere som grundlag for at forklare fysiske fænomener og derigennem styrke elevernes faglige intuition. For eksempel kan det være vanskeligt for eleverne at forstå indholdet af Ohms lov. Her kan man så lave en sammenligning med et vandløb, hvor strømstyrke, modstand og spændingsfald kan forklares ud fra vandets

strømningshastighed, faldet på vandløbet samt de forhindringer (sten, forsnævringer o. lign) vandet møder på sin vej.

De kvantitative modeller omfatter både fysikkens grundlæggende lovmæssigheder og empiriske sammenhænge som modeller for konkrete situationer. De konkrete modeller kan udtrykkes gennem regression på det givne datamateriale. Eleverne skal således have kendskab til lineære modeller, eksponentielle modeller og potensmodeller. Dette kan med fordel koordineres med undervisningen i matematik. Herudover kan de kvantitative modeller også udtrykkes gennem it-baserede modeller, der studeres gennem brugen af simuleringsprogrammer og virtuelle eksperimenter.

e) tilrettelægge, beskrive og udføre kvalitative og kvantitative eksperimenter,

I fysik arbejdes der oftest med kvantitative eksperimenter, dvs. eksperimenter hvor der indsamles måledata som efterfølgende behandles i en journal eller en rapport. De kvalitative eksperimenter, som er eksperimenter uden indsamling af data, anvendes til at illustrere nogle fænomener indenfor et givet område af fysikken. Et eksempel på et kvalitativt eksperiment kunne være at belyse en svingende streng med en stroboskoplampe for på den måde at illustrere strengens svingningsmønstre, herunder stående bølger. Dette eksperiment kunne gøres kvantitativt ved at måle frekvensen af den stående bølge samt længden af den svingende streng.

f) udarbejde journaler og rapporter over beskrevne forsøg og

Her er det vigtigt at underviseren gør det klart hvilke krav der stilles til en god journal/rapport, for eksempel ved at lave en rapportskabelon til de første eksperimenter. Eleverne skal opnå en erkendelse af det gavnlige i en hensigtsmæssigt opstillet rapport/journal, således at det skrevne er til gavn både ved eksamen men også når/hvis en anden skal læse det eller gentage forsøget.

g) perspektivere fysikkens bidrag til andre faglige emneområder gennem eksempler.

Med udtrykket *faglige emneområder* kan forstås både andre undervisningsfag og de områder hvor fysikken eksempelvis bruges i samfundet.

Det kunne være en gennemgang af fysikkens anvendelse på det lokale elværk, eller det kunne være en fysisk beskrivelse af strengeinstrumenters virkemåde, i forbindelse med faget musik.

3.2 Kernestof

Rækkefølgen af emnerne er ikke et udtryk for en prioritering, og stoffet kan gennemgås i den rækkefølge der synes at være mest gavnlige for klassen og for eventuel samarbejde med andre fag.

Kernestoffet er:

Solsystemet

a) solsystemet og historiske opfattelser af solsystemets opbygning og

b) Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener.

Solsystemets opbygning fra geocentriske til heliocentriske modeller. Planetbaner, Keplers love og Tycho Brahe skal behandles.

Med *umiddelbart observerbare naturfænomener* menes dag/nat, årstider, sol- og måneformørkelse.

Energi

c) energiformer, energiomsætning og energibevarelse,

I behandlingen af energiformer overordnet set, indgår at det repræsenterer et menneskeskabt og abstrakt begreb, som baserer sig på en idé om en bevaret størrelse, der kan omdannes fra én form til en anden. Se endvidere punkt e) nedenfor.

d) temperatur og tilstandsformer, herunder varmekapacitet, fordampningsvarme og smeltevarme,

Her bør arbejdes med termisk energi og med energiens bevarelse i et isoleret system. Temperaturbegrebets sammenhæng med molekylers bevægelse bør forklares, og kelvinskalaens sammenhæng med celsiusskalaen gennemgås.

e) en kvantitativ behandling af omsætningen mellem mindst to energiformer,

Med energiformer menes termisk energi, kemisk energi, elektrisk energi samt potentiel og kinetisk energi. Man kunne for eksempel behandle omsætningen af elektrisk energi til termisk energi.

f) effekt og energiforbrug i dagligdagen og i det omkringliggende samfund og

El- og varmemeforbruget i en eller flere husstande kunne danne grundlag for en behandling af dette punkt. Herunder kan inddrages spørgsmål om fornuftig isolering af bygninger.

g) eksempler på energiforsyning fra fossile og fra vedvarende energikilder og nyttevirkning ved energiomsætning.

Det kan undersøges hvilke energikilder der benyttes lokalt, og med konkrete data kan begreberne nyttevirkning og energiomsætning behandles.

Flere steder i Grønland findes vedvarende energikilder – efterprøvning af disses potentialer kan undersøges.

Et eksperiment kunne være at finde en højtliggende sø med et udløb, og lade eleverne estimere dens rumfang. Der kan på denne baggrund laves beregninger på søens potentiale, hvis der placeres et elværk ved udløbet. Hvor mange husstandes elforbrug kan søen dække hvis nyttevirkningen eksempelvis er 0,7.

Bølger

h) grundlæggende egenskaber: amplitude, bølgelængde, frekvens, periode og udbredelsesfart,

Ved eksempler som eleverne kender til, kan der motiveres til emnet bølger. Ved hjælp af små eksperimenter med eksempelvis lange fjedre, kan eleverne på egen hånd erfare de ovennævnte begreber. Der kan også henvises til elevernes baggrundsviden om eksempelvis vandbølger og tidevand, hvorved ovennævnte begreber anskueliggøres.

Formlen der knytter størrelserne bølgelængde, frekvens og udbredelsesfart bør være fundamental i elevernes viden om bølger.

i) det elektromagnetiske spektrum og fotoner,

Fotoner introduceres i forbindelse med Bohrs atommodel. Herunder hører begreberne emission, absorption og simple spektre for brintatomet.

Ved behandlingen af det elektromagnetiske spektrum bør indgå:

- Røntgen
- Synligt lys
- Kortbølger
- Langbølger
- Gammastråling
- Ultraviolet stråling
- Infrarød stråling
- Mikrobølger
- Radiobølger

Eleverne bør også få et overblik over de tilhørende typiske strålingskilder.

j) eksperimentel bestemmelse af bølgelængde og

Man kunne for eksempel lave en øvelse med laserlys og optisk gitter eller med en svingende streng.

k) lyd og lys som eksempler på bølger.

Gennem eksperimenter illustreres bølgeegenskaber der knytter sig til lyd og lys.

Elektriske kredsløb

Vi gør opmærksom på, at der med *elektriske kredsløb* udelukkende tænkes på jævnstrømskredsløb.

- l) simple elektriske kredsløb beskrevet ved hjælp af strømstyrke, spændingsfald og resistans,*
- m) Ohms 1. og 2. lov og energiomsætning og*
- n) serie- og parallelkobling af resistorer.*

Punkt l), m) og n) beskrives med fordel under ét:

Eleverne bliver fortrolige med begreberne elektrisk ladning, strømstyrke, potential, modstand og resistivitet. Emnet beskæftiger sig med fysiske størrelser der ikke ses med det blotte øje. Derfor bør fundamentet for begreberne stå klart. Strømstyrke bør derfor beskrives som ladning pr. tid. Spændingsfald bør beskrives som energi pr. ladning.

Eleverne bliver fortrolige med Joules og Ohms love og kan anvende Kirchhoffs 1. lov til beregning på enkle kredsløb med forgreninger. Herunder arbejder eleverne særligt med serie- og parallelforbindelse af modstande. Temperaturafhængigheden af resistiviteten inddrages og forstås kvalitativt ud fra molekylernes bevægelse. Eleverne bliver fortrolige med en simpel jævnstrømskildes (et batteris) virkemåde.

Mekanik

- o) kinematisk beskrivelse af bevægelse i én og to dimensioner,*

Dette område af kernestoffet giver eleven forståelse for vor fundamentale opfattelse af rum og tid. Eleverne bliver fortrolige med de fysiske størrelser masse, længde og tid og med begreber, som knytter sig til vor opfattelse af bevægelse, herunder position, hastighed, acceleration, øjeblikke- og middel-værdier. Der lægges særlig vægt på elevernes forståelse og anvendelse af bevægelse med konstant hastighed og bevægelse med konstant acceleration. Det skrå kast, jævn cirkelbevægelse og bevægelse på gnidningsløst skråplan er eksempler, som kan inddrages.

- p) kinetisk og potentiel energi i tyngdefeltet nær Jorden,*

Eleverne bliver fortrolige med sammenhængen mellem arbejde og energi og med de mekaniske energiformer kinetisk og potentiel energi, samt evt. fjederenergi. Eleverne bliver fortrolige med omdannelsen mellem de forskellige energiformer og med bevarelsen af energi i et lukket system.

- q) kraftbegrebet, herunder tyngdekraft og gnidning,*
- r) Newtons love anvendt på bevægelse i én og to dimensioner og*

Emnerne q) og r) beskrives med fordel under ét:

Kraftbegrebet og dets betydning for bevægelse gennem Newtons tre love konkretiseres med en række eksempler. Eleverne bliver fortrolige med begreber som normalkraft, snorkraft, gnidningskraft og fjederkraft. Kræfternes parallelogram gennemgås, så eleverne bliver i stand til at kunne foretage addition af kræfter, og udføre forsøg med newtonmetre.

s) *gasser og idealgasloven, tryk og opdrift.*

Eleverne bliver fortrolige med størrelserne tryk, volumen, temperatur og densitet samt med de tilhørende almindeligt anvendte enheder. Eleverne anvender Archimedes lov til at behandle problemer, hvor opdrift indgår.

3.3. Supplerende stof

Eleverne vil ikke kunne opfylde læringsmålene alene ved hjælp af kernestoffet. Det supplerende stof udvælges, så det sammen med kernestoffet medvirker til uddybning af læringsmålene. Endvidere skal det supplerende stof perspektivere områder fra kernestoffet. Som i kernestoffet skal der også i det supplerende stof i videst muligt omfang perspektiveres til både grønlandske og internationale forhold. Det supplerende stof udfylder ca. 20 % af uddannelsesstiden.

Det supplerende stof kan omfatte kernefysik, herunder atomers og kerner opbygning, kernekort og radioaktivitet, henfaldstyper, aktivitet og henfaldsloven.

Det supplerende stof skal naturligvis perspektivere områder fra kernestoffet, ligesom det supplerende stof skal perspektiveres til både grønlandske og internationale forhold, men derudover kan der frit vælges et eller flere emner.

Andre emner kunne være:

- Kosmologi, herunder Hubbles lov, rødforskydning, galakser.
- Kvantefysik, herunder uddybning af Bohrs atommodel, Plancks konstant, fotoelektrisk effekt.
- Impuls, herunder impulsbevarelse, stød (elastisk og uelastisk).
- Elektriske kredsløb, herunder vekselstrømskredsløb, kondensatorer, spoler og halvledere.

4. Undervisningens tilrettelæggelse

4.1 Didaktiske principper

a) *Undervisningen skal tage udgangspunkt i elevernes faglige niveau og viden.*

Det er væsentligt at udgangspunktet tages i elevernes faglige forudsætninger fra folkeskolen i Grønland, og at det ikke antages at niveauet i Danmark og Grønland er ens. Der skal tages hensyn til den enkelte elev, og det kan ikke antages at klassen har samme faglige niveau.

b) *Undervisningen tilrettelægges, så den i videst muligt omfang har karakter af en læringsdialog mellem lærer og elever.*

Læreren må differentiere sin undervisning, så hver elev får bedst muligt udbytte.

c) Undervisningen tilrettelægges, så der veksles mellem forskellige undervisningsformer.

I nogle sammenhænge er det nødvendigt at se fysikken opbygget med definitioner, formler og udledninger af sammenhængen ud fra et matematisk grundlag. I andre sammenhænge er det vigtigt, at eleven selv eksperimenterer, søger, bearbejder og anvender informationer og selv reflekterer således at læring opnås.

Det kan være hensigtsmæssigt, at undervisningen i starten er meget præget af induktive metoder. Således føler eleven behov for at få ny teoretisk viden der underbygger det observerede, hvilket berettiger at nye teorier og begreber må introduceres. Senere i forløbet sker en udvidelse af den tid der anvendes til deduktiv undervisning. Der sigtes mod undervisningsformer med maksimal elevaktivitet.

d) Undervisningen tilrettelægges, så elevernes interesser og behov tilgodeses, så eleverne får mulighed for at opleve faget som spændende, relevant og vedkommende.

Et middel til dette, kan være at bryde stereotypen ”læreren står ved en tavle, eleverne sidder i hesteko/på rækker ved borde og lytter”. Eleverne må opleve forskellige læringsrum, og se læreren i forskellige roller – som sparringspartner, træner, konsulent osv. Der må være eksperimentelt arbejde, gruppearbejde, pararbejde, individuelt arbejde, fremlæggelser ved tavle, på plakater, ved skærmpresentationer og lignende.

e) Undervisningen tilrettelægges, så der både er faglig progression i de enkelte forløb og temaer såvel som progression i udvikling af fagsprog og terminologi, så eleven gradvis opøves i mere selvstændige arbejdsformer og kompleks tænkning.

Det er vigtigt at der er progression fra helt simple beregninger og teorier, til de mere komplicerede formeludtryk og eksperimenter, og det er vigtigt at arbejdsformerne varieres fra det lærerstyrede til det elevstyrede og at indholdet går fra det stoforienterede til det problemorienterede.

f) Undervisningen tilrettelægges, så der i videst muligt omfang perspektiveres til det omgivende samfund.

Eksempler kan handle om råstoffer, olieudvinding, naturfænomener som nordlys og andet fra Grønland. Undersøgelser tager så vidt muligt udgangspunkt i lokale data.

4.2 Arbejdsformer

Valget af arbejdsformer skal bygge på principper om variation og progression i kravene til elevernes selvstændighed. Undervisningsformerne skal varieres i forhold til stoffet, men i høj grad også så der tages hensyn til forskellige elevtyper, deres læringsstile og behov.

Der skal tilrettelægges mindst ét længerevarende forløb, hvor eleverne i mindre grupper arbejder med en selvvalgt, eksperimentel problemstilling. Eleverne skal have erfaring med vekslende arbejdsformer, herunder klasseundervisning, individuelt arbejde, par- og gruppearbejde. Der skal fokuseres på undervisningsformer, der tilgodeser elevernes udvikling af fagsprog, refleksion og evne til kompleks tænkning.

Undervisningen skal tilrettelægges, så den både tilgodeser de elever, der har undervisningssproget som førstesprog og dem, som har undervisningssproget som andet sprog. Undervisningsformerne skal varieres, så der både er fokus på teoretisk, praktisk og eksperimentelt arbejde. Det eksperimentelle arbejde skal udgøre ca. 20 % af uddannelsestiden.

Der skal arbejdes med mundtlig fremlæggelse af et afgrænset fysisk emne under inddragelse af såvel faglig argumentation som beskrivelse af fysiske fænomener og modeller, i såvel fagligt sprog som dagligsprog. Der skal arbejdes med skriftlig dimension, der blandt andet skal omfatte journaler, rapporter, projektrapporter og skriftlige fysikopgaver.

IT inddrages som et naturligt hjælpemiddel og eleverne skal opnå erfaring med at benytte it-baserede hjælpemidler til dataopsamling.

Det kan være en fordel at læreren ikke blot udarbejder en plan for gennemførelse af det faglige stof, men også planlægger de undervisnings- og arbejdsformer han vil bruge; hvornår og hvordan. Det kan også være en fordel at udarbejde en plan for hvornår eksperimentelt arbejde udføres, og i hvilket omfang.

4.3 Fagsprog

Undervisningen skal tilrettelægges, således at der arbejdes systematisk med udvikling af elevernes fagsprog og forståelse og anvendelse af fagets terminologi. Undervisningen skal tilrettelægges, så eleverne gradvis opnår en sikkerhed i forståelse og brug af før-faglige begreber. Eleverne skal kunne veksle mellem fagsprog og almensprog.

Før-faglige begreber er de ord eller termer, som læreren eller det faglige materiale, bruger til at forklare de centrale grundbegreber og termer i faget med. Det kunne være ord eller termer som: formler, enheder, observation, data, definere, konkludere, argumentere, analysere, udlede m.m. Det skal her påpeges, at der i denne forbindelse selvfølgelig ikke menes de obligatorisk faglige grundbegreber, som tyngdefelt, elektromagnetisk spektrum, fjederenergi, som eleverne gennem deltagelse i undervisningen selvfølgelig må forventes at forstå betydningen og anvendelsen af.

4.4 Samspil med andre fag

Undervisningen skal tilrettelægges, så der i perioder arbejdes tværfagligt og drages paralleller til andre fags vidensområder. Undervisningen skal koordineres med faget matematik.

Der kan opnås gode resultater ved at flere fagområder kombineres, og eleven ser helheden i sin skolegang, og ikke blot betragter de enkelte fag som adskilt og indbyrdes uafhængige.

Eksempelvis kan der sammen med kemi gennemføres forløb omkring atomets struktur og opbygning. Herved kan en bedre forståelse af forskelle og ligheder mellem fagene kemi og fysik understreges. Et andet eksempel kunne være samarbejde med musik, hvor eleverne får både en fysisk og musisk indsigt i et strengeinstruments virkemåde.

Endelig bør det nævnes at matematik naturligt er forbundet med fysik som en form for redskabsfag, og som et fag til at se den indbyrdes sammenhæng mellem fysiske størrelser, ved hjælp af formeludtryk.

5. Evaluering

5.1 Løbende evaluering

Elevernes udbytte af undervisningen skal evalueres jævnligt, så eleven kender sit standpunkt og så der er grundlag for en fremadrettet vejledning af den enkelte elev i arbejdet med at nå læringsmålene og for justering af undervisning.

Til udvikling af bl.a. studiekompetence kan det anbefales at afholde individuelle evalueringssamtaler, hvor det faglige niveau og undervisningen diskuteres, og en handlingsplan for faglig udvikling fastlægges. Undervisningen kan efterfølgende justeres, så der tages størst mulig højde for elevernes forskellige måder at lære på. Hvor der er tale om en progression i kravene til præstationerne, bør evalueringen af det forrige forløb afsluttes med en præcisering af på hvilke områder, der stilles større forventninger til eleven i den kommende periode. Til registrering af aftaler m.m. med eleven/holdet kan læreren anvende en portfolio.

Der kan på baggrund af en sådan individuel evaluering afsløres hvilke elever der har behov for mere tid i laboratoriet og hvilke elever der har behov for mere indsigt i de fysiske teorier. Herefter kan underviseren efterfølgende differentiere sin undervisning til bedste for eleverne.

5.2 Prøveform

Prøven er todelt og opgaverne består af en eksperimentel del, som skal omfatte en kendt eksperimentel problemstilling og en mundtlig del. De to dele skal være kombineret, så de angår forskellige emner. Den mundtlige del af opgaven skal omhandle et fortrinsvis teoretisk, fagligt emne og indeholde et ukendt bilag eller en mindre opgave, der kan være grundlag for perspektivering af emnet.

De teoretiske opgaver uden bilag og de mindre opgaver skal være kendt af eksaminanderne inden prøven, dog først efter eksamensperiodens begyndelse.

Prøven starter med den eksperimentelle del, hvor eksaminanderne arbejder i laboratoriet i ca. 90 minutter i grupper på to eller højst tre eksaminander. Eksaminanderne må ikke genbruge data fra tidligere udførte eksperimenter. Eksaminator og censor samtaler med eksaminanderne om det konkrete eksperiment og den tilhørende teori.

Til den mundtlige del gives der 24 minutters forberedelsestid pr. eksaminand, og eksaminationstiden er 24 minutter.

Den mundtlige del af prøven former sig som en faglig samtale mellem eksaminand og eksaminator.

Eleverne skal i god tid før undervisningens afslutning orienteres om forløbet af den mundtlige prøves to dele. 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 og være bekendt med de formuleringer, der anvendes i dem for at beskrive den ønskede indsats. Det kan eksempelvis ske ved, at eleverne får lejlighed til at arbejde med tænkte opgaver med 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.

Når prøveplanen og dermed listen over eksaminander i den enkelte klasse er kendt, kan man danne de grupper, som skal udføre eksperimentelt arbejde sammen.

Antallet af eksperimentelle opgaver skal, med eventuelle gentagelser, mindst svare til det samlede antal grupper til prøve plus tre af hensyn til lodtrækningen.

Normalt trækker alle eleverne opgaverne til de to prøvedele samtidigt, idet de to opgaver skal være parrede. Opgaven til den eksperimentelle del udleveres straks, mens den teoretiske opgave med tilhørende, perspektiverende bilag udleveres ved begyndelsen af forberedelsestiden til prøvens anden del.

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 nødvendige eksperimentelle udstyr skal som hovedregel være placeret i prøvelokalet før 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 også benytte lærebøger og de dele af deres egne rapporter, som indeholder faglig teori og beskrivelse af fremgangsmåde ved udførelse af eksperimenterne, men ikke tidligere indsamlede data.

Det kan af hensyn til censor være praktisk, hvis eksaminanderne bærer navneskilte under denne del af prøven.

Den anden halvdel af den mundtlige prøve afholdes normalt i umiddelbar forlængelse af den eksperimentelle prøve. 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.

Parringen af eksperiment og teoretisk del kan ske ved, at hver eksperimentel opgave bilægges en kuvert, som indeholder tilstrækkeligt mange opgaver til, at der er nok af de fortrinsvis teoretiske opgaver til alle eksaminander, der arbejder sammen om den enkelte eksperimentelle opgave. Eksaminanderne trækker så fra denne kuvert ved starten af den mundtlige del af prøven. Opgaverne til den mundtlige del skal være bredt formulerede og tilsammen dække læreplanen. Der er ikke nogen bestemt skabelon for udformningen af opgaverne til den mundtlige del af prøven, men de skal give eksaminanderne mulighed for selv at disponere deres fremlæggelse. Det er vigtigt, at bilaget er egnet til perspektivering af fysik, og at det ikke har været anvendt i undervisningen. Det er god praksis, at opgaven til den mundtlige del 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.

Eksaminator skal sørge for, at eksaminanden et stykke inde i prøven inddrages i en egentlig faglig samtale, som også inddrager bilaget i perspektiveringen af emnet for prøven.

Eksempler på eksamensspørgsmål.

Spørgsmål til den eksperimentelle del.

Du skal tilrettelægge og gennemføre et eksperiment, der viser lysets bølgenatur.

Spørgsmål til den teoretiske del.

Kraft og arbejde

Stikord: Kraft, arbejde, tyngdekraft, friktion, addition af kræfter, resulterende kraft.

Der udleveres et bilag ved prøven.

5.3 Bedømmelseskriterier

Bedømmelsen er en vurdering af, i hvilket omfang eksaminanden lever op til læringsmålene.

Ved den eksperimentelle del lægges der vægt på, at eksaminanden kan udføre eksperimentelt arbejde og behandle de indsamlede data.

Ved den mundtlige del lægges der vægt på, at eksaminanden:

- a) i den faglige samtale har et selvstændigt initiativ og*
- b) har et sikkert kendskab til fagets begreber, modeller og metoder som grundlag for en faglig analyse og underbygning af den faglige argumentation,*
- c) kan reflektere over samspillet mellem teori og eksperiment og*

d) kan perspektivere faglige indsigter.

Hver eksaminand gives én individuel karakter ud fra en helhedsvurdering af prøvens eksperimentelle og mundtlige del.

7-trinsskalaen GGS benyttes i Grønland. Yderligere info om karakterskalaen kan findes på internettet. Karakterskalaen er karakteriseret ved at operere med et fejl- og mangelbegreb. Man skal altså bedømme i hvor høj grad en elev har opnået slutmålene for faget.

Nedenfor er angivet retningslinjer for opnåelse af karaktererne 12, 7 og 02 i fysik B.

Beskrivelsen er naturligvis ikke udtømmende, og man skal derfor ved bedømmelsen fokusere på i hvor høj grad eleven har opnået de kompetencer, der er beskrevet i afsnit 3.1 (læringsmål).

Beskrivelsen kan hjælpe underviseren til løbende vurdering af elevernes standpunkt, samt sikre at det rette niveau nås.

Karakter		Vejledende beskrivelse
12	Gives for den fremragende præstation, der demonstrerer udtømmende opfyldelse af fagets mål, med ingen eller få uvæsentlige mangler	Eksaminanden kan tilrettelægge og udføre eksperimenter til en stort set dækkende undersøgelse af en kendt problemstilling, herunder behandle de indsamlede data med kun uvæsentlige fejl. Eksaminandens fremstilling af emnet er velstruktureret og med kun uvæsentlige mangler. Eksaminanden har i den mundtlige samtale et selvstændigt initiativ og viser et sikkert kendskab til fagets begreber, grundlæggende modeller og metoder, der bruges som grundlag for en faglig analyse og forklaring af den faglige argumentation, så næsten alle væsentlige aspekter inddrages. Eksaminanden kan reflektere over samspillet mellem teori og eksperiment og selvstændigt perspektivere faglig indsigt.
7	Gives for den gode præstation, der demonstrerer opfyldelse af fagets mål, med en del mangler.	Eksaminanden kan udføre eksperimenter til belysning af en kendt problemstilling, herunder behandle og analysere de indsamlede data med inddragelse af de væsentligste forhold. Eksaminandens fremstilling af emnet 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, grundlæggende modeller og metoder, der inddrages i den faglige argumentation på en noget upræcis måde. Eksaminanden kan forbinde teori og eksperiment og gengive perspektiver på de faglige problemstillinger.
2	Gives for den tilstrækkelige præstation, der demonstrerer den minimalt acceptable grad af opfyldelse af fagets mål.	Eksaminanden kan udføre simple eksperimenter, herunder behandle de indsamlede data med inddragelse af nogle væsentlige forhold. Eksaminandens fremlægning af emnet er en noget usammenhængende fremstilling af enkeltheder med faglige misforståelser. Eksaminanden bidrager i begrænset omfang til den faglige samtale, men viser et grundlæggende kendskab til fagets elementære begreber, modeller og metoder. Det faglige perspektiveres kun i begrænset omfang.

Yderligere inspiration

På emu.dk er der placeret yderligere forløb og materialer til inspiration