

Fysik A - Htx

Vejledning / Råd og vink

Afdelingen for gymnasiale uddannelser 2010

Alle bestemmelser, der er bindende for undervisningen og prøverne i de gymnasiale uddannelser, findes i uddannelseslovene og de tilhørende bekendtgørelser, herunder læreplanerne. Denne Vejledning / Råd og vink indeholder forklarende kommentarer til nogle af disse bestemmelser, men indfører ikke nye bindende krav. Desuden gives eksempler på god praksis, samt anbefalinger og inspiration, og den udgør dermed et af ministeriets bidrag til faglig og pædagogisk fornyelse. Citater fra læreplanen er anført i kursiv.

Indholdsfortegnelse

- 1. Identitet og formål**
 - 1.1 Identitet**
 - 1.2 Formål**
- 2. Faglige mål og fagligt indhold**
 - 2.1 Faglige mål**
 - 2.2 Kernestof**
 - 2.3 Supplerende stof**
- 3. Tilrettelæggelse**
 - 3.1 Didaktiske principper**
 - 3.2 Arbejdsformer**
 - 3.3 It**
 - 3.4 Samspil med andre fag**
- 4. Evaluering**
 - 4.1 Løbende evaluering**
 - 4.2 Prøveform**
 - 4.3 Bedømmelseskriterier**

1. Identitet og formål

Læreplanens beskrivelse af fagets identitet afspejler fysiks fundamentale status i vor forståelse af verden. Det bliver på den måde et erkendelsesfag. Uddannelsens erhvervsmæssige sigte kommer til udtryk gennem den praktiske anvendelse af faget i tekniske sammenhænge.

Fagets formål skal ses i forlængelse af bekendtgørelsens kap. 1, §§ 1-2, som beskriver uddannelsens overordnede formål. I dette indgår selvstændighed, evne til samarbejde og til at opsøge viden som væsentlige elementer. Dette afspejles i de faglige mål, som beskriver de kompetencer, som eleverne skal opnå gennem undervisningen i faget.

I forhold til fysik B er der en skellen i fagets identitet og formål, således at der på niveau B lægges vægt på det virkelighedsnære og praktiske, mens niveau A i højere grad inddrager modeller og metoder.

2. Faglige mål og fagligt indhold

Læreplanens faglige mål er kompetencemål. Det er altså ikke alene kendskab til kernestof/supplerende stof, som er målet med undervisningen. Eleverne skal også blive i stand til aktivt at anvende stoffet og sætte det i relation til deres omverden. Det er svært at forestille sig, at eleverne kan opfylde fagets mål, uden at basale fysiske begreber er på plads og uden kendskab til relevant kernestof.

2.1. Faglige mål

På niveau A er der en progression i abstraktionsniveauet i de faglige mål, som også findes på niveau B. Der er især øgede krav til elevernes evne til at analysere og vurdere og til at håndtere modeller. Der er nye mål, som har med studiemæssige kompetencer at gøre, såsom evnen til selvstændigt at sætte sig ind i nye områder og til at perspektivere faget.

At kende og kunne anvende fysiske størrelser og enheder er et basalt fagligt mål som afspejler at fysik beskæftiger sig med målelige størrelser. Det hører naturligt med til at kunne benytte fysikkens grundlæggende love, at man kender de grundlæggende fysiske størrelser, samt at man kan regne med og konvertere mellem enheder. På niveau A forventes det, at man kan analysere et udtryk og afgøre om det f.eks. har dimension af en hastighed.

Fagets sproglige dimension har et selvstændigt fagligt mål som afspejler sprogets rolle som formidlingsværktøj, men lige så vigtigt, som et værktøj til at strukturere tænkning. Sproget sætter rammer for de begreber vi kan forestille os, og de problemer vi kan løse. Fysik er et fag, hvor observation og empiri er centrale. Det betyder, at hverdagssprogets ord får en mere præcis, og ofte anderledes betydning i fagsproget end i hverdagssproget. Disse skift i betydning er væsentlige for elevernes forståelse og bør ekspliciteres i undervisningen.

I forhold til at kunne dokumentere og formidle sin viden ligger der, som i matematik og de andre naturvidenskabelige fag, et implicit krav om beherskelse af fagets terminologi og nomenklatur.

De andre faglige mål, som kendes fra niveau B, kan deles op i to grupper. Den ene gruppe har at gøre med elevens anvendelse af fysikken som et redskab til at forstå sine omgivelser. Den anden gruppe af faglige mål har at gøre med elevens aktive anvendelse af den eksperimentelle fysik som et værktøj til at udforske verden og har nogle håndværksmæssige aspekter.

I de eksperimentelle kompetencer indgår god laboratorieskik, omhu, reproducerbarhed, måleteknik samt design af eksperimenter. Derudover indgår behandling af måledata og stillingtagen til opnåede resultaters overensstemmelse med teorien.

2.2. Kernestof

Læreplanens beskrivelse af kernestoffet er udformet, så den enkelte lærer har en vis frihed til at udvælge og vægte kernestoffet. Ikke desto mindre er der inden for hvert område elementer, som det vil være naturligt at lade indgå i undervisningen. Bevægelses-, kraft- og energibegreberne ligger som fundament for vor forståelse af hele fysikken og er afgørende for forståelsen af ikke-mekaniske fænomener. Det må derfor særligt anbefales, at eleverne opnår fortrolighed med disse begreber.

Bevægelse i én og to dimensioner, herunder bevægelse på skråplan, skråt kast og jævn cirkelbevægelse

Dette område af kernestoffet giver eleven forståelse for vor fundamentale opfattelse af rum og tid. Eleven bliver fortrolig med de fysiske størrelser masse, længde og tid og med begreber, som knytter sig til vor opfattelse af bevægelse, herunder position, hastighed, acceleration, øjeblikks- og middelværdier. Der lægges særlig vægt på elevens forståelse og anvendelse af bevægelse med konstant hastighed og acceleration. Bevægelse på skråplan og det skrå kast er vigtige eksempler.

Som et særligt vigtigt eksempel på bevægelse i to dimensioner arbejder eleven med den jævne cirkelbevægelse og de begreber, som knytter sig til denne, herunder centripetal- og centrifugalkraft, vinkelhastighed og vinkelacceleration.

Kraftbegrebet og Newtons love, herunder fjederkræfter, gravitationsloven, tryk, opdrift og gnidning

Eleven forstår sammenhængen mellem kræfter og bevægelse gennem Newtons tre love, herunder særligt inertiens lov og 2. lov. Eleven bliver fortrolig med begreberne arbejde, kinetisk energi og potentiel energi.

Kraftbegrebet og dets betydning for bevægelse konkretiseres med en række eksempler. Eleven bliver fortrolig med begreber som normalkraft, snorkraft, gnidningskraft og fjederkraft. Eleven arbejder med den vektorielle repræsentation af kræfter, herunder beskrivelsen af addition af kræfter, opløsning i komponenter og kraftligevægt, som et naturligt værktøj til beregning.

Eleven bliver fortrolig med størrelserne tryk og densitet og med de tilhørende almindeligt anvendte enheder. Eleven arbejder med problemer, hvor hydrostatisk ligevægt indgår, og anvender Archimedes lov til at behandle problemer, hvor opdrift indgår.

Love og begreber til beskrivelse af stive legemers rotation, herunder impulsmoment, kraftmoment, inertimoment og Steiners sætning

Eleven arbejder med mekaniske problemer, hvor rotation om en fast akse eller et massemidt punkt indgår. Eleven bliver fortrolig med begreberne impulsmoment, kraftmoment og inertimoment og bliver i stand til at addere inertimomenter. Eleven stifter bekendtskab med inertimomentet for simple homogene legemer som stænger, skiver, kugler og cylindre.

Eleven bliver fortrolig med Newtons gravitationslov, den tilhørende gravitationelle potentielle energi i et centralt tyngdefelt og begrebet undvigelseshastighed.

Energibegrebet, kræfters arbejde og tilhørende potentielle energier, kinetisk energi, rotationsenergi, omsætning mellem energiformer og arbejde samt energibevarelse

Eleven bliver fortrolig med sammenhængen mellem arbejde og energi og med de mekaniske energiformer kinetisk og potentiel energi, fjederenergi og rotationsenergi. Eleven bliver fortrolig med

elektrisk energi. Eleven bliver fortrolig med omdannelsen mellem de forskellige energiformer og med bevarelsen af energi i et lukket system. Der lægges vægt på, at eleven opnår forståelse af effektiviteten ved omsætning mellem de forskellige energiformer og mekanisk arbejde.

Elevens forståelse af mekaniske problemer, hvor rotation indgår, styrkes ved arbejde med begrebet rotationel energi, således at problemer med rotation om en fast akse eller en akse gennem masse-midtpunktet kan behandles ved energibetragtninger.

Temperaturbegrebet, varme, indre energi, tilstandsformer, faseovergange, idealgasloven og gassers arbejde

Eleven bliver fortrolig med temperaturbegrebet og dets sammenhæng med de enkelte molekylers bevægelse. I den forbindelse stifter eleven bekendtskab med kelvinskalaen og dens sammenhæng med celsiuskalaen. Eleven bliver fortrolig med varme som energiform og lærer at skelne mellem varme og temperatur. Eleven arbejder med fænomener, som involverer gasser, og bliver herunder fortrolig med tilstandsligningen for en ideal gas og med gassers arbejde. Eleven stifter bekendtskab med Daltons lov for partialtryk i blandede gasser. Eleven bliver fortrolig med stofs tilstandsformer og energiforhold. Der lægges vægt på ændringer i indre energi i forbindelse med temperaturændringer og faseovergange. I den sammenhæng bliver eleven fortrolig med kalorimetriske begreber som specifik varmekapacitet, smelte- og fordampningsvarme.

Termodynamikkens første og anden hovedsætning, termodynamiske kredsprocesser, herunder virkningsgrad og effektfaktor

Eleven bliver fortrolig med første hovedsætning gennem arbejde med kalorimetriske problemer. Der arbejdes med omdannelsen mellem indre energi og mekanisk og elektrisk energi. Eleven får en kvalitativ forståelse af anden hovedsætning og dens konsekvenser. Det forventes ikke, at eleven bliver i stand til at lave kvantitative udregninger med baggrund i entropibegrebet og anden hovedsætning.

Elevens forståelse af termodynamiske processer udvides ved arbejde med isoterme, isokore, isobare og adiabatisk processer. Eleven bliver fortrolig med begrebet kredsproces og med Carnots kredsproces som et vigtigt eksempel. Eleven bliver i stand til at beskrive kredsprocesser ud fra PV -diagrammer og bestemme deres virkningsgrad og effektfaktor. Eleven bliver fortrolig med anvendelser af kredsprocesser, herunder motorers, varmepumpers og kølemaskiners virkemåde.

Begreber og love til beskrivelse og beregning af jævnstrømskredsløb, herunder elektromotorisk kraft og indre modstand

Eleven bliver fortrolig med begreberne elektrisk ladning, strøm, potential, effekt, modstand, og resistivitet. Eleven bliver fortrolig med Joules og Ohms love og kan anvende Kirchhoffs 1. lov til beregning på enkle kredsløb med forgreninger. Herunder arbejder eleven særligt med serie- og parallelkobling af modstande. Temperaturafhængigheden af resistiviteten inddrages og forstås ud fra molekylernes bevægelse.

Eleven bliver fortrolig med en simpel jævnstrømskildes (et batteris) virkemåde, herunder beskrivelsen af den som en ideal spændingskilde i serie med en elektrisk modstand.

Elektriske og magnetiske kræfter og felter, herunder særligt elektriske felter i kapacitorer og magnetiske felter omkring ledere og spoler

Eleven arbejder med fænomener, som involverer elektriske og magnetiske felter. Eleven bliver fortrolig med begreberne elektrisk feltstyrke og potential, Coulombkraft og Lorentzkraft, magnetisk fluxtæthed og med Laplaces lov. Eleven bliver i stand til at beskrive det elektriske felt omkring

punktladninger og i en kapacitor. Eleven bliver fortrolig med det magnetiske felt omkring en lige leder, i centrum af en flad spole og på akse i en solenoide. Det forventes ikke at eleven kender til Biot og Savarts lov.

Induktion og fremstilling af vekselstrøm med henblik på energiforsyning

Eleven arbejder med fænomener, som involverer induktion, og bliver fortrolig med induktionsloven og med begreberne vekselstrøm og transformation. Eleven forstår fordelene ved vekselstrøm i forhold til jævnstrøm ved transport af energi og stifter bekendtskab med de grundlæggende egenskaber ved elforsyningen. Eleven bliver klar over forskellene mellem jævnstrøm og vekselstrøm ved beregning af effekt og bliver fortrolig med begreberne øjeblik-, maksimum- og effektivværdier af strøm og spænding, samt betydningen af faseforskydning mellem strøm og spænding. Det forventes ikke at eleven kender til impedansbegrebet.

Begreber og love til beskrivelse af bølger, herunder superposition, brydning og interferens, med særligt henblik på optiske fænomener og anvendelser

Eleven bliver fortrolig med harmoniske bølger og med fænomener som konstruktiv og destruktiv interferens. Disse forstås ud fra Huygens princip og superpositionsprincippet. Eleven bliver fortrolig med begreberne udbredelsehastighed, frekvens, svingningstid og bølgelængde.

Eleven bliver fortrolig med lys som et bølgefænomen og opnår kendskab til det elektromagnetiske spektrum, herunder bølgelængdeområdet for synligt lys. Eleven arbejder med lysets brydning ved overgang mellem materialer med forskelligt brydningsindeks og med brydning i et optisk gitter. Eleven bliver fortrolig med spejling og total intern refleksion. Det forventes ikke, at eleven stifter bekendtskab med optiske afbildende systemer.

2.3 Supplerende stof

I arbejdet med det supplerende stof skal eleven *perspektivere sin indsigt i fysikken samt arbejde med egne interesseområder*. Under arbejdsformer står der, at *Væsentlige dele af det supplerende stof indføres gennem elevens arbejde med et valgmenue og et selvstændigt projekt*. Det giver anledning til nogle betragtninger omkring forholdet mellem kernestoffet og det supplerende stof, som eleverne arbejder med i deres selvstændige projekt.

Supplerende stof ligger i forlængelse af eller helt uden for kernestoffet. For det selvstændige projekts vedkommende betyder det, at der skal indgå væsentlige elementer, som ikke indgår i kernestoffet og det supplerende stof.

Læreplanen giver ikke en detaljeret forskrift for, hvordan det supplerende stof (25 %) skal fordeles mellem elevens arbejde med det selvstændige projekt, valgmenue og de øvrige forløb. Skolen har altså en vis frihed i den forbindelse, men bør prioritere projektet og valgmenue højt, således at det, ved den mundtlige prøve, giver eleven et godt udgangspunkt for at demonstrere opfyldelse af fagets mål.

Læreplanen specificerer ikke, hvilke valgmenue der kan indgå i undervisningen. Disse valgmenue skal medvirke til at perspektivere elevernes indsigt i fysikken. Der er mulighed for valgmenue, som har større fokus på teori og modeller, hvor det vil være svært for eleverne selv at lave eksperimenter, i overensstemmelse med at faget *lægger vægt på modeller*. Det eksperimentelle indhold i det supplerende stof sikres gennem kravene til elevens selvstændige projekt, hvor problemstillingen *belyses gennem eksperimentelt arbejde*. Selvom der ikke er et krav om eksperimentelt arbejde i forbindelse med valgmenue, er der stadig krav om dokumentation af arbejdet med valgmenue.

Valgmenue kunne f.eks. findes blandt følgende:

Atom/kernefysik, Relativitetsteori, Optisk Kommunikation, Medico- og biofysik, Meteorologi og geofysik, Accelererede henførelsessystemer, Halvlederfysik, Faststoffysik, Oscillerende systemer, Kaosfysik, Astronomi/astrofysik.

3. Tilrettelæggelse

Der stilles særlige krav til skolernes tilrettelæggelse af undervisningen for fysik B-hold, som har elever, som vælger fysik A som valgfag. Uddannelsen har, mht. fagene på A-niveau, fokus på disse som 2½-årige forløb efter grundforløbet. Imidlertid skal elever, som har valgt fysik A som valgfag, have de samme elementer i undervisningen og opfylde de samme faglige mål som de elever, som har valgt fysik A som studieretningsfag. Disse elever skal ikke til prøve efter at have fuldført niveau B. Det kræver særlig opmærksomhed at tilrettelægge et løft fra niveau B til niveau A, hvis det alene skal ske på 3. år.

Hvis man på 2. år har et niveau B-hold, hvor der er elever, som har valgt fysik A som valgfag, så kan undervisningen for de elever med fordel tilrettelægges, så der også skeles til læreplanen for fysik A. Den tematiske, projektor organiserede undervisningsform, som læreplanen foreskriver, er velegnet til at differentiere undervisningen i sådanne tilfælde.

3.1 Didaktiske principper

Læreplanen foreskriver, at undervisningen *fortrinsvis gennemføres i tematiske forløb og i projektor organiseret undervisning*. Det betyder, at undervisningen ikke skal tage sit udgangspunkt i de enkelte kernestofområder, men i stedet tage afsæt i elevernes erfaringsverden.

Varmelære er f.eks. ikke et tema, men et kernestofområde. Et tema, som involverer varmelære, kunne i stedet omhandle et køleskab eller en kaffemaskine.

Det enkelte tema skal medvirke til at opfylde de faglige mål, herunder at eleverne skal kunne redegøre for fysiske, tekniske og teknologiske problemstillinger og for fysiske fænomener.

Den temabaserede undervisning er bl.a. udvalgt som didaktisk princip for at tilgodese opfyldelse af alle fagets mål med en balance mellem de empiriske og eksperimentelle mål og de matematiske og begrebsmæssige.

Samtidig tilgodeser de projekt- og temabaserede forløb differentiering af undervisningen. Ved arbejde med åbne opgaver vil det typisk være muligt for eleven at besvare opgaven på flere forskellige niveauer. Det giver alle elever mulighed for at udvikle sig.

Den tematiserede undervisningsform stiller krav til elevens selvstændighed, nysgerrighed og engagement. Samtidig stiller den krav til læreren om faglig bredde, åbenhed og fleksibilitet.

Den stiller i særdeleshed krav til den langsigtede planlægning af undervisningen, således at alt kernestoffet dækkes, og progressionen i bredde, fagligt niveau og selvstændighed bliver hensigtsmæssig.

Det gode tematiske forløb har følgende egenskaber:

1. Det tager udgangspunkt i et problem, der skal løses, eller et fænomen, der skal studeres. Temaet er konkret.

Emnet er så konkret, at eleven kan forholde sig til det. Det vil nok være for stærkt at kræve, at der skal være tale om forhold, der umiddelbart kan observeres i hverdagen, men temaet bør være så konkret, at det er umiddelbart forståeligt, hvad det handler om.

2. Temaet indeholder fysik af både teoretisk og eksperimentel natur. Indholdet kan kvantificeres.

Emnet bør give eleven mulighed for at veksle mellem de forskellige aspekter af fysikken.

Emnet skal medvirke til at skabe en balance mellem de mere håndværksmæssige dele af faget og de mere abstrakte dele. Det eksperimentelle indhold bør kunne værdisættes og relateres til den tilhørende teori. Der bør altså være målbare størrelser, hvis værdi kan forudsiges af teorien.

3. Temaet inddrager og fordrer kernestoffet, evt. det supplerende stof.

Da kompetencerne i faget opnås gennem arbejdet med kernestoffet, er det nødvendigt, at temaet inddrager dele af kernestoffet. Det er vigtigt, at eleven oplever, at dele af kernestoffet, der er tilegnet på et tidligere tidspunkt, også har relevans for arbejdet med det aktuelle tema.

4. Temaet har en naturlig progression i fagligt niveau, bredde og selvstændighed i forhold til de tidligere gennemførte forløb.

Antallet af kernestofområder, som er i spil i det enkelte tema, stiger igennem forløbet, og elevens indflydelse på problemformuleringerne øges igennem forløbet.

Progressionen i fagligt niveau er en naturlig følge af de progressionskrav, der generelt er til undervisningen, men det er også en naturlig følge af, at elevernes abstraktionsniveau bør søges udvidet og forøget gennem de enkelte forløb.

Progressionen i bredde er nødvendig for at sikre, at eleverne vænnes til at arbejde med stadig mere komplekse problemer.

Løsning af virkelige problemer kræver både faglig baggrund og erfaring med processen, så en progression fra lukkede problemer hen imod åbne er nødvendig for at øge elevens selvstændighed.

5. Der er et konstruktivistisk element.

Temaet bør sætte en kontekst, hvor behovet for ny læring opstår hos eleven, og hvor de aktuelle faglige mål naturligt forfølges. Stof, som introduceres i et tema til løsning af et givet problem, bør cementeres i elevens repertoire gennem anvendelse i nye temaer. Eleverne bør udfordres til selv at veksle mellem arbejdsmetoder, så alle de faglige mål opfyldes. Det er lærerens opgave, ved vejledning og ved tilrettelæggelsen af temaet, at sikre den rette balance mellem de indgående arbejdsmetoder. Dermed opnås en naturlig balance og vekselvirkning mellem empiri, eksperiment, begrebsdannelse, teori og modellering.

Med baggrund i disse kvalitetskriterier følger i tabel 1 en række temaer, som kunne indgå i et undervisningsforløb. Tabellen fokuserer på dækningen af kernestoffet og progressionen i forløbet, således at tidligere indgående kernestof medtænkes i senere temaer. Samtidig er det tænkt, at arbejdsformerne bliver mere selvstændige, og de indgående problemers kompleksitet stiger gennem forløbet.

	Tema	Introduceret kernestof	Genbrug af kernestof	Muligt fagligt samspil
I	Ismaskinen	Varmelære		
II	Trafik / Bremses	Mekanisk energi, simple kræfter	I	Teknologi Samfundsfag
III	Ballon	Gaslove, tryk og opdrift	I, II	Kemi, Matematik
IV	Den elektriske revolution	Ellære	I, II	Teknologi, Kemi, Teknologihistorie
V	Kikkerten	Bølgelære/optik	I,II	Astronomi, Teknolog
VI	Kanon	Mekanik i 2D	I,II,III	Matematik
VII	Raketter og rumfart	Impuls, jævn cirkelbevægelse, gassers arbejde, gravitation	II,III,V,VI	Matematik,
VI-II	Hjulet og kuglen	Rotationsmekanik	II,VI,VII	
IX	Stirlingmotoren	Kredsprocesser, adiabatisk processer	I,III,VII	Teknikfag

X	Højtaleren	Elektriske og magnetiske felter	II,IV,V	Teknikfag
---	------------	---------------------------------	---------	-----------

Tabel 1: Skitseret tematisk undervisningsforløb.

De ovenstående temaer bør gøres problemorienterede med formuleringer af typen ”Hvordan virker en ...”, ”Hvilken betydning har... for ...” Dette er ikke gjort i tabellen.

Det er ikke med ovenstående givet, at der nødvendigvis skal være få store temaer, eller at de valgte temaer skal opfattes som specielt paradigmatisk.

Det er ønskeligt, at eleverne medvirker til udvælgelsen af de enkelte temaer, så de får indflydelse på undervisningsforløbet.

Det vil være naturligt, at der samles op på den opnåede viden fra de enkelte temaer efter afslutningen af hver enkelt, så det sikres, at kernestoffet faktisk dækkes i fornødent omfang.

I forhold til niveau B indeholder fysik A en større mængde stof, hvoraf en del af det kan have mere teoretisk / abstrakt karakter, end man naturligt vil finde på niveau B. Det kan betyde, at et emne ikke naturligt egner sig til den tematiske projektor organiserede undervisningsform. Det kan også være, at man har en speciel pointe i at arbejde på anden måde med stoffet. Det har man lov til at gøre, men man bør have gode grunde til at fravige den tematiske projektor organiserede undervisning.

3.2 Arbejdsformer

Arbejdsformerne i faget bør indrettes efter det aktuelle indhold og medvirke til at udvikle elevens selvstændighed og evne til samarbejde.

Læreplanen foreskriver, at mindst 1/6 af fagets uddannelsestid bruges til det praktiske arbejde i værksteder og laboratorier. Det praktiske arbejde er det, som bidrager til at opfylde de faglige mål, hvor eleven skal kunne planlægge og udføre eksperimenter og kunne udføre et større eksperimentelt arbejde.

Elevernes selvstændige projekter kan godt gennemføres i grupper, så længe den enkelte elev har reel indflydelse på indholdet og forløbet, da eleven skal forfølge egne interesseområder i forbindelse med projektet. Af samme grund er det uhensigtsmæssigt hvis læreren dikterer indholdet af det selvstændige projekt, eller hvis en hel klasse arbejder med det samme emne.

Det anbefales, at elevens selvstændige projekt placeres sent i forløbet, da eleven ved udtræk kommer til en mundtlig prøve, som tager udgangspunkt i dette projekt. Elevens fremlæggelse ved prøven skal demonstrere opnåelsen af fagets slutmål, og et projekt udført tidligt i undervisningsforløbet vil typisk ikke være velegnet til det formål.

Se afsnit 2.3 supplerende stof for nogle betragtninger omkring elevernes valg af emner til deres selvstændige projekt og afsnit 3.3 it for bemærkning om anvendelse af it i det selvstændige projekt.

Fagets skriftlige dimension bidrager til elevens studieforberevende skrivekompetence. Skriftlighed indgår i en progression, som tænke- og forståelsværktøj og som formidlingsværktøj. Udarbejdelsen af dokumentation i faget skal forstås bredt og kan spænde fra it-baserede præsentationer til plancher, artikler, rapporter og traditionelle skriftlige opgaver.

Udarbejdelsen af dokumentation i faget skal naturligt tjene til at dokumentere elevens arbejde, men lige så væsentligt, tjene til at opbygge elevens fagsprog og notation, således at der kommer en genbevidsthed og sikkerhed i formulering både skriftligt og mundtligt.

3.3 It

Anvendelsen af it i faget har flere formål. Først og fremmest skal det afspejle anvendelsen af it som fagligt værktøj og dermed de moderne arbejdsmetoder, som kendetegner faget. Her er automatisk dataopsamling, databehandling og numerisk simulering væsentlige anvendelser af it. På fysik A vil det være naturligt, at alle tre elementer indgår på lige fod, og det er ønskeligt, at de inddrages i elevernes selvstændige projekter.

Ved den skriftlige prøve i faget vil der typisk indgå opgaver, hvor behandlingen af målte data ved hjælp af it indgår. Det kan dreje sig om at 1) korrigere måledata for systematiske fejl, 2) danne nye fysiske størrelser ud fra de målte og 3) sammenligne målinger med teori.

Derudover skal anvendelsen af it tjene som pædagogisk værktøj til visualisering af fysiske sammenhænge. Der tænkes i den forbindelse på it som et grafisk værktøj, som kan anskueliggøre fysiske sammenhænge i form af f.eks. grafer, billeder og animationer. Denne anvendelse kan også ses som en afspejling af de grafiske værktøjers indtog i simulering og design af komplekse strukturer, som anvendes i industri og forskning.

Endelig skal it anvendes til informationssøgning og som formidlingsværktøj i forbindelse med præsentationer og udarbejdelse af rapporter.

Der lægges ikke vægt på, hvilke programmer som anvendes til disse formål. Det kan være forskelligt fra skole til skole, endda fra elev til elev. Det afgørende er, at anvendelsen af it sker med udgangspunkt i det problem, som skal løses, og at det bliver et brugbart aktivt værktøj for eleven.

3.4 Samspil med andre fag

Samspil mellem fagene er et centralt element i bekendtgørelsen, som beriger uddannelsen og medvirker til at gøre den til en helhed. Samspillet tilfører uddannelsen nogle strukturelle fordele, hvorved uddannelsens mål kan nås på kortere tid. I forhold til de enkelte fag er samspillet nødvendigt for at opfylde de faglige mål. For fysiks vedkommende særligt de mål, som har med perspektivering og anvendelse at gøre.

Samspillet mellem fagene er nærmere beskrevet i læreplanen for Studieområdet.

I grundforløbet vil det være naturligt, at fysik bidrager til at opfylde de faglige mål, som vedrører den naturvidenskabelige metode ved at bidrage til den eksperimentelle del.

Ved tværfagligt arbejde er det vigtigt at gøre det målrettet og eksplicit, således at eleverne er opmærksomme på, at tværfagligheden faktisk er til stede og bruges til at nå specifikke faglige mål i de indgående fag og de overfaglige mål i Studieområdet.

4. Evaluering

4.1 Løbende evaluering

Elevers selvstændige projekt dokumenteres ved en skriftlig projektrapport. Denne projektrapport er et skriftligt arbejde på lige fod med anden dokumentation fra undervisningen. Det betyder specielt, at den skal evalueres på lige fod med elevens anden dokumentation.

4.2 Prøveformer

Den skriftlige prøve:

Den skriftlige prøve vil have kernestoffet, som beskrevet i afsnit 2.2, som genstandsfelt, og it vil indgå som redskab som beskrevet i afsnit 3.3. Den skriftlige prøve er eksemplificeret fra Undervisningsministeriets side gennem vejledende prøvesæt og tidligere stillede skriftlige prøver under denne bekendtgørelse.

Den mundtlige prøve:

1. del af den mundtlige prøve:

Eksaminanden fremlægger sit selvstændige projekt. Den skriftlige projektrapport indgår ikke i bedømmelsen, det gør alene fremlæggelsen af projektet. Den skriftlige projektrapport er blevet evalueret som et led i den almindelige undervisning, se bemærkningen ovenfor til den løbende evaluering i faget.

2. del af den mundtlige prøve:

Eksaminanden besvarer det på forhånd kendte spørgsmål som tager udgangspunkt i et kernestofområde eller i valgemnet. Eksaminanden redegør for teorien for og perspektiverer sin indsigt i området ved inddragelse af bilaget som eksaminanden har trukket sammen med spørgsmålet.

Inddragelsen af bilagsmaterialet giver eksaminanden mulighed for at demonstrere evne til selvstændigt at sætte fysikken i forbindelse med virkelighedsnære problemstillinger, tekniske og teknologiske anvendelser samt historisk udvikling.

Bilagsmaterialet kan f.eks. være en skitse af en forsøgsopstilling, et udklip fra en artikel i en avis eller et populærvidenskabeligt blad, en tegning af en maskine eller lignende.

Der bør tages hensyn til forberedelsestidens længde i fastsættelsen af bilagsmaterialets omfang og tekstmængde. Det er ikke hensigten med bilagsmaterialet at det skal lægge op til opgaveregning som det foregår ved den skriftlige prøve.

4.3 Bedømmelseskriterier

Nedenstående skema giver en vejledende beskrivelse af eksaminandens præstation, svarende til karaktererne 12, 7 og 02.

Fysik A		Skriftlig prøve	Mundtlig prøve
Karakter		Vejledende beskrivelse	Vejledende beskrivelse
12	Gives for den fremragende den præstation, der demonstrerer udtømmende opfyldelse af fagets mål, med ingen eller få uvæsentlige mangler.	I besvarelsen fremgår eksaminandens tankegang klart, symbolhåndtering og enhedsangivelser har ingen eller få uvæsentlige mangler. Eksaminanden behersker den naturvidenskabelige tankegang på fremragende vis. Eksaminandens behandling af modeller, tolkning af forsøgsresultater, analyse af eksperimentelle forløb og vurdering af de teknologiske forhold har ingen eller få uvæsentlige mangler. Eksaminandens faglige viden inden for kernestofområderne har ingen eller få uvæsentlige mangler. Eksaminandens analyse af fysiske problemstillinger gør brug af relevante modeller med ingen eller få uvæsentlige mangler. Eksaminanden demonstrerer et stort fagligt overblik på alle felter og argumenterer sagligt for de indgående teorier og modellers anvendelse inden for det tekniske og teknologiske område med ingen eller få uvæsentlige mangler.	Eksaminanden demonstrerer på baggrund af det selvstændige projekt en væsentlig forståelse af de fysiske begreber, modeller og metoder. Gennem det udførte eksperiment, demonstrerer eksaminanden på fremragende vis den naturvidenskabelige tankegang, tolker forsøgsresultater, analyserer og vurderer det eksperimentelle forløb. Eksaminanden forklarer selvstændigt den bagvedliggende teori og perspektiverer sin faglige indsigt med ingen eller få uvæsentlige mangler. Eksaminandens fremstilling af et det trukne spørgsmål er velstruktureret og demonstrerer et stort fagligt overblik inden for det felt spørgsmålet dækker. Eksaminanden er i stand til at perspektivere sin indsigt med ingen eller få uvæsentlige mangler. Bilagsmaterialet inddrages sikkert, selvstændigt og udtømmende i fremlæggelsen.

7	<p>Gives for den gode præstation, der demonstrerer opfyldelse af fagets mål, med en del mangler.</p>	<p>I besvarelsen fremgår eksaminandens tankegang i nogen grad, symbol og enhedshåndtering har en del mangler.</p> <p>Eksaminanden behersker den naturvidenskabelige tankegang på en god måde.</p> <p>Eksaminandens behandling af modeller, tolkning af forsøgsresultater, analyse af eksperimentelle forløb og vurdering af teknologiske forhold har en del mangler.</p> <p>Eksaminandens faglige viden inden for kernestofområderne har en del mangler.</p> <p>Eksaminandens analyse af fysiske problemstillinger gør brug af relevante modeller med en del mangler.</p> <p>Eksaminanden demonstrerer et godt fagligt overblik på flere felter, og der argumenteres i nogen grad for de anvendte teorier og modellers anvendelse inden for det tekniske og teknologiske område.</p>	<p>Eksaminanden demonstrerer på baggrund af det selvstændige projekt en god forståelse af de fysiske begreber, modeller og metoder. Gennem det udførte eksperiment demonstrerer eksaminanden den naturvidenskabelige tankegang, tolker forsøgsresultater, analyserer og vurderer det eksperimentelle forløb. Eksaminanden forklarer den bagvedliggende teori og perspektiverer sin faglige indsigt med en del mangler.</p> <p>Eksaminandens fremstilling af et det trukne spørgsmål er struktureret, og der udvises et fagligt overblik inden for det felt, som spørgsmålet dækker. Eksaminanden er desuden i stand til at perspektivere sin indsigt med en del mangler.</p> <p>Bilagsmaterialet inddrages selvstændigt og perspektiverer væsentlige dele af spørgsmålet.</p>
02	<p>Gives for den tilstrækkelige præstation, der demonstrerer den minimalt acceptable grad af opfyldelse af fagets mål.</p>	<p>I besvarelsen fremgår eksaminandens tankegang mangelfuldt, symbol og enhedshåndtering er mangelfuld.</p> <p>Eksaminanden behersker i ringe grad den naturvidenskabelige tankegang.</p> <p>Eksaminandens behandling af modeller, tolkning af forsøgsresultater, analyse af eksperimentelle forløb og vurdering af teknologiske forhold er usikker og mangelfuld.</p> <p>Eksaminandens faglige viden inden for kernestofområderne er mangelfuld.</p> <p>Eksaminandens analyse af fysiske problemstillinger er usikker og mangelfuld.</p> <p>Eksaminanden demonstrerer et ringe fagligt overblik, og der argumenteres kun i begrænset omfang for de anvendte teorier og modellers anvendelse inden for det tekniske og teknologiske område.</p>	<p>Eksaminanden demonstrerer på baggrund af det selvstændige projekt en begrænset forståelse af de fysiske begreber, modeller og metoder. Gennem det udførte eksperiment, demonstrerer eksaminanden en usikker naturvidenskabelig tankegang. Eksaminanden tolker forsøgsresultater, analyserer og vurderer det eksperimentelle forløb i begrænset omfang. Eksaminanden forklarer den bagvedliggende teori mangelfuldt og perspektiverer kun i begrænset omfang sin faglige indsigt.</p> <p>Eksaminandens fremstilling af det trukne spørgsmål er ustruktureret, og der udvises et minimalt acceptabelt fagligt overblik inden for det felt spørgsmålet dækker.</p> <p>Eksaminanden perspektiverer sin faglige viden i et minimalt omfang.</p> <p>Bilagsmaterialet inddrages kun i begrænset omfang.</p>