

Undervisningsbeskrivelse



BØRNE- OG
UNDERVISNINGSMINISTERIET
STYRELSEN FOR
UNDERVISNING OG KVALITET

Termin	Maj / Juni 2024
Institution	CELF / HTX Nakskov
Uddannelse	HTX
Fag og niveau	Fysik B
Lærer(e)	Sebastian Lavallée (2. HTX), Roar Kjær-Larsen (1. HTX)
Hold	22tx3a

Oversigt over gennemførte undervisningsforløb i faget 2023/24

Forløb 1	Bølger
Forløb 2	Ellære
Forløb 3	Atomet og Radioaktivitet
Forløb 4	Individuelle Eksamensprojekter
Forløb 5	Idealgasloven
Forløb 6	Repetition og opgaveregning

Beskrivelse af det enkelte undervisningsforløb

Forløb 1	Bølger
Forløbets indhold og fokus	Forløbet sigter mod, at eleverne får et grundlæggende kendskab til bølgers egenskaber. Der lægges vægt på konkrete fysiske bølgefænomener: Lys og Lyd. Forløbet koordineres med undervisningen i Studieområdet, hvor udgangspunktet er 'lys og farver'. I løbet af forløbet introduceres eleverne for en bølges karakteristika: amplitude, bølgelængde, frekvens, hastighed og periode. Vi går ind på, hvordan disse mere konkret kommer til udtryk og hvilken sammenhæng, der er i mellem de forskellige størrelser, herunder bølgeligningen. Herefter fokuseres på forskellige fysiske egenskaber ved bølger. Vi diskuterer forskellen på mekaniske og elektromagnetiske bølger, herunder udbredelseshastigheder og medier, og elevernes stifter bekendtskab med det elektromagnetiske spektrum. Eleverne introduceres for konstruktiv og destruktiv interferens, samt en bølges udbredelse gennem smalle åbninger, for derefter at kunne regne på og eksperimentere med optiske gitter og gitterligningen. Sideløbende med SO-projektet blev eleverne introduceret for brydning, med eksempler på de optiske fænomener som kan opstå som konsekvens. Der blev naturligt fulgt op med et nærmere blik på optik, med fokus på vores syn: øjet, briller og linser generelt. Eleverne skulle ikke udarbejde en rapport i løbet af dette forløb (Det skriftlige arbejde blev henlagt til SO-forløbet)
Faglige mål	I koordination med SO, skulle forløbet dække følgende faglige mål, jf. læreplanen: - 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 - 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 - undersøge problemstillinger og udvikle og vurdere løsninger, herunder innovative løsninger, hvor fagets viden og metoder anvendes - kunne behandle problemstillinger i samspil med andre fag.
Kernestof	Bølger –grundlæggende egenskaber ved bølger: bølgelængde, frekvens, udbredelseshastighed og interferens –lys som bølger, herunder det optiske gitter og brydningsfænomener –det elektromagnetiske spektrum
Anvendt materiale.	Systime, Orbit B htx / eux, Kapitel 5 Forløbet havde et omfang på 21 undervisningstimer. Der er afsat 3 timers fordybelsestid i fysik fra SO-projektet.
Arbejdsformer	Forløbet foregik delvis som klasseundervisning tilføjet enten opgaveregning eller mindre forsøg / demonstrationsforsøg, delvist som projektarbejde med henblik på at levere både et skriftligt produkt og en mundtlig præsentation af selvvalgt fokusområde.

Forløb 2	Ellære
Forløbets indhold og fokus	Forløbet er primært teoretisk. Eleverne introduceres gradvist for grundlæggende størrelser i ellære med fokus på visuelle analogier: hvad 'er' strøm, spænding, modstand og resistivitet. Vi ser på hvordan man forbinder forskellige komponenter i et kredsløb og simple illustrationer af disse - primært resistorer og ampere / voltmetre. Eleverne skal kunne regne strøm, spænding og modstande i både serie- og parallelforbindelser, og motivere sammenhængen med deres tidligere forståelse for disse størrelser. Det primære arbejde i emnet fokuserede på at kunne regne på sammenhængene mellem disse størrelser - primært Ohms lov og Joules lov. For at understøtte forståelsen af disse, udførtes et forsøg til at efterprøve Ohms lov med tilhørende rapport. Vi afslutter med en kort gennemgang af forskellene på jævn- og vekselstrøm, samt fordelingen ved højspænding, med reference til strømproduktionen på Lolland og transport af overskuddet.
Faglige mål	Forløbet dækker følgende mål, jf. læreplanen: - kende til og kunne foretage simple beregninger med fysiske størrelser og enheder - kunne udføre et større eksperimentelt arbejde, hvor analyse af problemstillingen, opstilling af løsningsmodeller, målinger, resultatbehandling og vurdering indgår - kunne redegøre for grundlæggende fysiske begreber og fænomener samt demonstrere kendskab til fysikken i et globalt og teknologisk perspektiv - kunne demonstrere viden om fagets identitet og metoder
Kernestof	Elektriske kredsløb –simple jævnstrømskredsløb –beregninger på jævnstrømskredsløb med maksimalt to forbrugende komponenter –modeller for spændingskilder –ledningsmodstand og elforsyningsnettet, herunder kendskab til vekselstrøm
Anvendt materiale.	Systime, Orbit B htx / eux. Kapitel 4.1-4.15 Forløbet havde et omfang på 15 undervisningstimer Rapport over forsøg med Ohms lov dækker 2 timers fordybelsestid
Arbejdsformer	Forløbet tog primært form af klasseundervisning, tilføjet selvstændig opgaveregning og eksperimentelt arbejde. Rapport over Ohms lov.

Forløb 3	Atomet og Radioaktivitet
Forløbets indhold og fokus	Forløbets fokus var, at introducere eleverne for radioaktivitet, og at kæde deres viden om emnet fra andre fag eller populærkultur sammen med en forståelse af det fysiske fænomen. Vi indledte med at se på atomets opbygning med kort diskussion af de forskellige historiske modeller og reference til deres viden fra kemi. Efterfølgende så vi på absorption og emission samt atomernes spektre. Med ideen om exiterede atomer som udgangspunkt gik vi videre til at behandle radioaktivitet - hvad menes der med begrebet og hvilke typer findes. Vi arbejdede med isotopkort og så på bindingsenergi som forklaring af tunge grundstoffers ustabilitet. Vi diskuterede hvor radioaktivitet optræder i 'virkeligheden', både atomkraft og tilstedeværelsen af radioaktivitet overalt omkring os, samt hvad vi kan / bør gøre ved det. Endelig udførte eleverne et forsøg for at undersøge Absorptionsloven.
Faglige mål	Fra læreplanen: - kende til og kunne foretage simple beregninger med fysiske størrelser og enheder - kunne udføre et større eksperimentelt arbejde, hvor analyse af problemstillingen, opstilling af løsningsmodeller, målinger, resultatbehandling og vurdering indgår - kunne redegøre for grundlæggende fysiske begreber og fænomener samt demonstrere kendskab til fysikken i et globalt og teknologisk perspektiv - kunne demonstrere viden om fagets identitet og metoder
Kernestof	Fra læreplanen: Atomfysik - atomers og atomkerners opbygning - fotoners energi, atomare systemers emission og absorption af stråling - spektre, herunder hydrogenatomets spektrum Hertil kommer arbejde med radioaktivitet som en del af det supplerende stof i læreplanen
Anvendt materiale.	Orbit B/A stx 2. udgave, Kapitel 4. Forløbet havde et omfang på 12 undervisningstimer. Rapporten dækker 2 timers fordybelsestid
Arbejdsformer	Forløbet bestod primært af klasseundervisning, tilføjet eksperimentelt arbejde. Rapport om Absorption.

Forløb 4	Eksamensprojekter
Forløbets indhold og fokus	Eleverne har i dette forløb arbejdet gruppevis med selvvalgte problemstillinger. Det forventedes, at eleverne lagde sig op ad et at de gennemgik emner, men med fokus på en problemstilling udenfor det gennemgik. Der blev lagt vægt på deres individuelle initiativ, med sparring om deres ideer og muligheder, herunder vejledning til at finde en relevant teoretiske gennemgang. Enkelte elever havde dog behov for styring, især mht. valg af eksperimentelt arbejde. Forløbet mandede ud i et skriftligt produkt.
Faglige mål	Fra læreplanen: - kunne anvende fysiske begreber og modeller i virkelighedsnære problemstillinger, herunder perspektivere fysikken til anvendelser i teknologien eller elevens hverdag - 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 anvende fagets sprog og terminologi mundtligt og skriftligt til dokumentation og formidling til en valgt målgruppe. - undersøge problemstillinger og udvikle og vurdere løsninger, herunder innovative løsninger, hvor fagets viden og metoder anvendes
Kernestof	Det omfattede stof afhænger af elevernes valg.
Anvendt materiale.	Der var afsat 15 undervisningstimer til forløbet. Eksamensprojektet blev sat til 6 fordybelsestimer.
Arbejdsformer	Forløbet var bygget op primært af gruppearbejde. Herunder udførelse af eksperimentelt arbejde, skriftligt arbejde og informationssøgning.

Forløb 5	Idealgasloven
Forløbets indhold og fokus	Forløbet tog udgangspunkt i demonstrationsforsøg og tankeeksperimenter med det formål at udlede idealgasligningen. Vi undersøgte sammenhængen mellem tryk, temperatur, volumen og stofmængde - dels med skitser, dels med ved at eleverne selv prøvede sig frem med simpelt udstyr (sprøjter og trykmåler). Vi diskuterede de enkelte sammenhænge mellem størrelserne, hvorefter jeg præsenterede Idealgasligningen. Endelig udførte eleverne forsøg med elektronisk opsamling af data med det formål at eftervise Boyle-Mariottes lov - grundet udstyrsproblemer måtte vi opgive at se på Charles' lov.
Faglige mål	Fra læreplanen: - 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 - kunne anvende fagets sprog og terminologi mundtligt og skriftligt til dokumentation og formidling til en valgt målgruppe.
Kernestof	Fra læreplanen: - idealgasloven og gassers densitet.
Anvendt materiale.	Systime, Orbit B htx / eux, kap. 3 Forløbets omfang var 7.5 undervisningstimer Rapporten om Boyle-Mariottes lov dækker 2 fordybelsestimer.
Arbejdsformer	Forløbet bestod primært af eksperimentelt arbejde, tilføjet klasseundervisning.

Forløb 6	Repetition og opgaveregning.
Forløbets indhold og fokus	Forløbets fokus var at styrke elevernes evner til at formidle og arbejde med det faglige stof, de har lært i løbet af to år. I løbet af forløbet gennemgik vi alle emner fra denne undervisningsbeskrivelse, bortset fra det umiddelbart foregående (idealgasligningen). Formålet var dels at genopfriske og give en bedre struktur til elevernes viden om hvert emne. Til hvert emne lavede vi et kort oprids af alt eleverne kunne huske, en lidt længere lærer gennemgang af de vigtigste pointer (kernestoffet) efterfulgt af mere selvstændigt elevarbejde. I det selvstændige arbejde gennemregnede eleverne opgaver med henblik på at kunne præsentere dem, deres fremgangsmåde og resultater for klassen - med det formål at styrke elevernes evne til at formidle en fysisk problemstilling.
Faglige mål	Fra læreplanen: - 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 - 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
Kernestof	Al kernestoffet indgik, dog ikke i samme detalje som i de enkelte forløb.
Anvendt materiale.	Forløbets omfang var 15 undervisningstimer
Arbejdsformer	Forløbet bestod primært af selvstændigt elevarbejde og præsentationer med tilhørende klasseundervisning.

Oversigt over gennemførte undervisningsforløb, 1. HTX (2022/23)

Titel 1	Introduktion
Titel 2	Projekt Pendul
Titel 3	Projekt Massefylde
Titel 4	Projekt Kogekande
Titel 5	Projekt Isterning
Titel 6	Projekt Lydhastighed
Titel 7	Projekt Frit Fald
Titel 8	Projekt Sluthastighed
Titel 9	Projekt Lollandsbanen
Titel 10	Projekt Luftmodstand

Beskrivelse af det enkelte undervisningsforløb (1 skema for hvert forløb)

Titel 1	Introduktion
Indhold	Elever fortæller om deres fysik viden fra folkeskolen: Atom, molekyle, isotop, neutron, proton, elektron, isotop, kulstof, uran, skaller, atomnummer, atomvægt, vægt af en mol, grundstof, rent stof, kemisk forbindelse, blanding, periodisk system, kerne/isotop-kort, ladning, vægt, unit, tilstandsform, fast, flydende, gas, temperatur, termisk energi, frysepunkt, kogepunkt, fordampning, fast/ikke fast form, komprimerbar, udfylde beholder, tryk, is, vand, damp Intro, fysisk størrelse, enhed, symbol, forkortelse, dekadisk præfiks, SI system, grundenheder, sammensatte enheder, specielle navne, store og små tal, lang og kort skala, puslespil med enheder og størrelser Enheder, størrelser, SI, store og små tal, dekadisk præfiks, øvelse med præcision, måling er størrelse, tal, enhed, (implicit) usikkerhed
Omfang	
Særlige fokuspunkter	Kompetencer: Læreplanens mål: Progression:
Væsentligste arbejdsformer	Klasseundervisning: Virtuelle arbejdsformer: Projektarbejdsform: Anvendelse af fagprogrammer: Skriftligt arbejde: Eksperimentelt arbejde

Beskrivelse af det enkelte undervisningsforløb (1 skema for hvert forløb)

Titel 2	Projekt Pendul
Indhold	Direkte måling af fysisk størrelse. Forsøg: eleverne måler med deres telefon tiden fra et start signal til et stopsignal Ud fra de meget forskellige resultater diskuteres et måleapparats nøjagtighed versus observeret usikkerhed på en måling. Usikkerhed, systematisk fejl og grov fejl introduceres. Hvornår er to forskellige målinger et udtryk for en forskellig værdi? Forsøg: eleverne måler svingningstid for et selvlavet pendul Der reflekteres inden forsøget over mulige størrelser der kan påvirke svingningstiden, herunder masse og vinkel. Forsøget udføres med fokus på isolering af variable og metoder til at opnå mindre usikkerhed. Eleverne designer selv forsøget. Eksperimentel konklusion versus refleksion før forsøget, naturvidenskabelig arbejdsmetode gennemgås. Data sammenlignes grafisk med teori.
Omfang	
Særlige fokuspunkter	Kompetencer: Læreplanens mål: Progression:
Væsentligste arbejdsformer	Klasseundervisning: Virtuelle arbejdsformer: Projektarbejdsform: Anvendelse af fagprogrammer: Skriftligt arbejde: Eksperimentelt arbejde

Beskrivelse af det enkelte undervisningsforløb (1 skema for hvert forløb)

Titel 3	Projekt Massefylde
Indhold	Indirekte måling af en fysisk størrelse. Forsøg: eleverne finder massefylde af en væske ved at måle rumfang med målebæger og masse med køkkenvægt. Eleverne designer igen forsøget selv, et forudbestemt rumfang hældes op og masse af tomt og fyldt bæger måles. Resultaterne afviger væsentligt fra den kendte massefylde. Der reflekteres over problemer og løsninger. Gentages flere gange uden held. Resultater fra matematik inddrages og forsøget udføres nu som en serie målinger. Der hældes progressivt mere væske i målebægeret og reelt rumfang (ikke ønsket) aflæses sammen med massen. Vægten er nulstillet uden målebægeret. Databehandling ved lineær regression. Der reflekteres over reduktion af usikkerhed og forsøgets immunitet overfor systematiske og grove fejl. Målebægerets vægt har ingen indflydelse på hældningen og groft forkerte punkter opdages nemt. Refleksion over hvordan målestrategi og matematik kan forbedre målinger uden at bruge bedre udstyr.
Omfang	
Særlige fokuspunkter	Kompetencer: Læreplanens mål: Progression:
Væsentligste arbejdsformer	Klasseundervisning: Virtuelle arbejdsformer: Projektarbejdsform: Anvendelse af fagprogrammer: Skriftligt arbejde: Eksperimentelt arbejde

Beskrivelse af det enkelte undervisningsforløb (1 skema for hvert forløb)

Titel 4	Projekt Kogekande
Indhold	Forsøg der ”opdager” mangel i fysikalisering. Der reflekteres over energi, energiformer og omdannelse af energi gennem et elevproduceret fælles diagram. Elverne arbejder med deres forforståelse af opvarming af vand og hvilke fysiske størrelser der indgår. Energibevarelse som bærende ide for fysikaliseringen. Eleverne vælger, under vejledning, selv udstyr og designer forsøgsprocedure. Fokus på formuleret skriftlig plan for forsøget og laboratoriesikkerhed. Forsøg: eleverne varmer vand i en elektrisk kogekande og måler masse med og uden vand, temperatur før og efter, nominel og målt effekt af kogekande. Formelt er målet at bestemme specifik varmekapacitet. Der konstateres graverende afvigelser til kendt værdi og reflekteres over årsager. Elverne opdager selv problemet og størrelsen virkningsgrad introduceres. Databehandlingen gentages, nu med fokus på at bestemme virkningsgraden
Omfang	
Særlige fokuspunkter	Kompetencer: Læreplanens mål: Progression:
Væsentligste arbejdsformer	Klasseundervisning: Virtuelle arbejdsformer: Projektarbejdsform: Anvendelse af fagprogrammer: Skriftligt arbejde: Eksperimentelt arbejde

Beskrivelse af det enkelte undervisningsforløb (1 skema for hvert forløb)

Titel 5	Projekt Isterning
Indhold	Forsøg med tidligere bestemte størrelser for apparaturet Eleverne giver input til konstruktion af et (E,T)-diagram for et stof. Tilstandsformer, faseskift, varmekapacitet, smelte og fordampningsvarme, beregninger på isterning versus granit-terninger. Forsøg: eleverne fordamper vand fra kogekanden og måler vægttab. Eleverne designer selv forsøget og måler kogetid samt masse før og efter. Eleverne redesigner forsøget efter modellen fra projekt massefylde. Vandet koges i åben kande mens den står på vægten og der aflæses masse ved faste tidspunkter. Lineær regression. Resultater sammenlignes. Der reflekteres over den meget store usikkerhed på massen pga den hoppende kande og hvordan dette stokastiske bidrag elimineres af regressionen. Fokus er igen på skriftlig plan for målingerne og en nøjagtig forsøgsjournal. Grupper der ikke kan finde kogekandens effekt og virkningsgrad pga mangelfuld journal kommer på overarbejde. Kun halvdelen har noteret hvilken kande de rent faktisk brugte. Journaler suppleres med foto af opstillinger og udstyr. Telefon kamera bruges til at ”aflæse” vægten til veldefinerede tidspunkter. Forbedring af resultater.
Omfang	
Særlige fokuspunkter	Kompetencer: Læreplanens mål: Progression:
Væsentligste arbejdsformer	Klasseundervisning: Virtuelle arbejdsformer: Projektarbejdsform: Anvendelse af fagprogrammer: Skriftligt arbejde: Eksperimentelt arbejde

Beskrivelse af det enkelte undervisningsforløb (1 skema for hvert forløb)

Titel 6	Projekt Lydhastighed
Indhold	Forsøg med automatiseret måling Der arbejdes med elevernes forforståelse af position, tid, hastighed, bevægelse og acceleration. Notation med funktioner af t institutionaliseres. Forsøg: eleverne måler lydets hastighed med stopur tilsluttet to mikrofoner. Eleverne får udstyret præsenteret og bedt om, uden vejledning eller hjælp, at få målt lydets hastighed. Gennemgår i fællesskab målinger, beregninger og resultater. Elverne finder selv teori at sammenligne med. Temperatur optræder som uventet faktor. Reflekterer over hvorvidt denne afhængighed er sandsynliggjort hvis måling og teori passer overens i eet datapunkt. Eleverne foreslår selv at gentage målingen udenfor men bliver bedt om at sandsynliggøre ved beregning at der forventes en målbar forskel. Forsøget gentages udenfor. Det problematiseres om det er gentagelsen eller temperaturen der årsag til forskellen, som undersøges med gentagne målinger under samme forhold. Diskussion af apparatets præcision versus måleusikkerhed for automatiserede målinger. Digitalt termometer tilsluttet logger pro diskuteres. Hvad er det der måles, luften eller probens temperatur? Effekten er mere udtalt end ved brug i væsker. Taler igen om konvektion, varmeledning og strålevarme. I beregninger gentages kinematisk beskrivelse af jævn bevægelse.
Omfang	
Særlige fokuspunkter	Kompetencer: Læreplanens mål: Progression:
Væsentligste arbejdsformer	Klasseundervisning: Virtuelle arbejdsformer: Projektarbejdsform: Anvendelse af fagprogrammer: Skriftligt arbejde: Eksperimentelt arbejde

Beskrivelse af det enkelte undervisningsforløb (1 skema for hvert forløb)

Titel 7	Projekt Frit Fald
Indhold	Forsøg med automatiseret måling med app Demonstrationsforsøg med fald af lette og tunge ting. Demonstration af at faldende objekter accelererer ud fra hvor ondt det gør at blive ramt. Forsøg: eleverne måler frit fald med timer-app (phyphox) Akustisk stopur demonstreres for eleverne og der udvikles en forsøgs-opstilling til måling af tiden for et frit fald af et lod. Træplade der larmer når loddet lander hiter de selv på, mens ideen med at hænge loddet op i den eksploderende ballon skal de ledes til. Eleverne får lov til at lægge telefoner tilfældigt i forsøget. Forskelle i målinger problematiseres og forsinkelse af lydssignalet identificeres som årsag. Telefonen skal sidde i midten af faldvejen. Som intermezzo måles lydens hastighed igen ved at bruge to telefoner med veldefineret afstand som udsættes for lyd, først fra den ene side, så fra den anden. Diskussion af hvor præcist der skal måles på telefonen (mikrofonen). Sammenhørende værdier af tid og vej plottes og der laves regression til en potensfunktion. Gennem eksempel med trinvis simulation af bevægelsen begrundes andengradspolynomium og konstanter for det frie fald. Fornyet databehandling ud fra polynomium. Vi vender kortvarigt databehandlingen fra svingningstid og ser at regression giver eksponenten 0.5 svarende til kvadratroden. Der reflekteres over den induktive og deduktive tilgang til at komme frem til den samme matematiske beskrivelse. Newtons tre love gennemgås og eleverne relaterer det til forsøget, både før ballonen eksploderer, under faldet og efter nedslaget. Beskrivelse i form af omdannelse af energi, specielt hvor energien bliver af til sidst. Trækker spor til beregninger af varmekapacitet specielt størrelseforskelle i energi.
Omfang	
Særlige fokuspunkter	Kompetencer: Læreplanens mål: Progression:
Væsentligste arbejdsformer	Klasseundervisning: Virtuelle arbejdsformer: Projektarbejdsform: Anvendelse af fagprogrammer: Skriftligt arbejde: Eksperimentelt arbejde

Beskrivelse af det enkelte undervisningsforløb (1 skema for hvert forløb)

Titel 8	Projekt Sluthastighed
Indhold	Forsøg med at ”tracke” bevægelse med kamera. Konsekvensen af model for frit fald diskuteres. Vil et faldende objekt bryde lydmuren? Kan hastigheden stige uendeligt? Stort kaffefilter fra kantinen vises for eleverne og de diskuterer selv frit fald versus jævn bevægelse – eller en kombination. Forsøg: eleverne tracker kaffefilter med kamera i telefonen Eleverne designer selv forsøget men skal hjælpes en del med perspektivisk forvrængning. Dels målepindens placering i plan med bevægelsen og dels perspektivisk forvrængning pga forskellig afstand til midte og top/bund af faldvej. Databehandling giver afvigelser fra frit fald efter meget kort tid men den jævne del af bevægelsen identificeres. Vi forsøger os med simulation af bevægelsens start med Excel men uden meget held. Newtons love og en diskussion af kinematik vs mekanik giver en forklaring og definition af sluthastighed. Tegneserie af involverede kræfter i de forskellige faser af faldet. Grundigere behandling syltes til vi kan løse differentialligninger eller numerisk simulation i regneark.
Omfang	
Særlige fokuspunkter	Kompetencer: Læreplanens mål: Progression:
Væsentligste arbejdsformer	Klasseundervisning: Virtuelle arbejdsformer: Projektarbejdsform: Anvendelse af fagprogrammer: Skriftligt arbejde: Eksperimentelt arbejde

Beskrivelse af det enkelte undervisningsforløb (1 skema for hvert forløb)

Titel 9	Projekt Lollandsbanen
Indhold	Beregning af en bevægelse ud fra kræfter Eleverne præsenteres for færdige målinger af accelerationen i Lollandsbanes tog mellem Ryde og Søllested. Data er autentiske men stærkt simplificeret. Der arbejdes ud fra en konstant acceleration i en givet tidsperiode, en givet tidsperiode uden acceleration og en ukendt tidsperiode med en givet negativ acceleration. Forsøg: eleverne rekonstruerer formler og grafer for sted , hastighed og acceleration som funktioner af tid. Der beregnes også kraft der har givet accelerationen og energi der skal omdannes ved opbremsning. Der reflekteres over grafernes kontinuitet og glathed. Øjeblikkelig overgang til nul acceleration forklares som en nødvendig abstraktion i denne opgave versus projekt sluthastighed. Eleverne regner derefter selvstændigt på TGV på samme strækning ud fra acceleration og maksimal hastighed. Der reflekteres over hvorfor TGV toget kommer foran men alligevel taber kapløbet. Hvilke forhold er det tog designet til?
Omfang	
Særlige fokuspunkter	Kompetencer: Læreplanens mål: Progression:
Væsentligste arbejdsformer	Klasseundervisning: Virtuelle arbejdsformer: Projektarbejdsform: Anvendelse af fagprogrammer: Skriftligt arbejde: Eksperimentelt arbejde

Beskrivelse af det enkelte undervisningsforløb (1 skema for hvert forløb)

Titel 10	Projekt luftmodstand
Indhold	Undersøgelse af effekt med meget indirekte midler Eleverne reflekterer over hvilke faktorer der bestemte sluthastigheden for det faldende kaffefilter. Elverne prøver at sætte to filtre sammen og observerer deres fald ved siden af det enkelte filter. Her skal de hjælpes til at se at der ikke kun er tale om to forskellige sluthastigheder i den jævne bevægelse, men også må være to forskellige kraftbalancer jvf Newtons love og tyngdeloven. Forsøg: eleverne måler sammenhængende værdier af sluthastighed og vindmodstandens kraft. Databehandling med regression af kraft som funktion af hastigheden. For få halter det med abstraktionen at det er denne sammenhæng vi fokuserer på frem for hvor hurtigt et filter falder. Eleverne finder på nettet formel for luftmodstand og de enkelte komponenter identificeres. Der reflekteres over hvilke størrelser der reelt er konstante – specielt ses stivheden, og dermed den eksakte form, at variere med antallet af lag. Konkrete værdier for de indgående størrelser må vente til næste år hvis de vælger det som supplerende stof.
Omfang	
Særlige fokuspunkter	Kompetencer: Læreplanens mål: Progression:
Væsentligste arbejdsformer	Klasseundervisning: Virtuelle arbejdsformer: Projektarbejdsform: Anvendelse af fagprogrammer: Skriftligt arbejde: Eksperimentelt arbejde

Uge	Moduler
33	1
43	1
44	1
45	1
46	1
48	1
49	1
1	1
2	2
3	2
4	1
6	1
9	1
11	1
12	1
13	1
15	1
16	1
17	1
18	2
19	1
20	1
21	1
22	1
I alt	27