

# Läroplan för gymnasieskolan

# Lgy<sup>70</sup>



## Fysik treårig naturvetenskaplig linje och fyraårig teknisk linje

### II Supplement 32

SKOLÖVERSTYRELSEN 1977

Föreliggande supplement i fysik på treårig naturvetenskaplig linje och fyraårig teknisk linje skall tillämpas fr o m läsåret 1978/79 och ersätter sidorna 347 – 359 i Lgy 70:II Supplement 3- och 4-åriga linjer samt sidorna 24 – 41 i Lgy 70:III Planerings- supplement Naturorienterande och Tekniska ämnen.





Biblioteket i Mölndal









# Läroplan för gymnasieskolan

BÖLEBORG  
UNIVERSITETS  
BIBLIOTEK  
L. 11. 11. 1977

SKOLÖVERSTYRELSEN

---

LiberLäromedel Stockholm

Supplement 32

Fastställt 1977-07-18

Dnr S 77:2434

Nr S 3 77:23 Äk

Fysik  
treårig naturvetenskaplig linje  
och fyraårig teknisk linje

LiberLäromedel/Utbildningsförlaget  
162 89 VÄLLINGBY

Separata exemplar kan beställas genom  
Lärarcentrums ordercentral  
Fack  
171 19 SOLNA

## Förord

Läroplanen för gymnasieskolan (Lgy 70) består av en allmän del (del I), som är gemensam för samtliga linjer, samt av supplement (del II) för skilda linjer och ämnen.

Den allmänna delen (del I) innehåller av Kungl Maj:t fastställda mål och riktlinjer, tim- och kursplaner (mål och huvudmoment i enskilda ämnen) samt av SÖ utfärdade allmänna anvisningar för gymnasieskolans verksamhet.

Supplementdelen (del II) återger tim- och kursplaner (mål och huvudmoment), fogar till dessa i förekommande fall delmoment och årskursfördelningar samt ger allmänna riktlinjer för undervisningens bedrivande i de olika ämnena.

Föreliggande supplement i fysik på treårig naturvetenskaplig linje och fyraårig teknisk linje skall tillämpas fr o m läsåret 1978/79 och ersätter sidorna 347 – 359 i LGY 70:II Supplement 3- och 4-åriga linjer samt sidorna 24 – 41 i Lgy 70:III Planerings-supplement Naturorienterande och Tekniska ämnen.

SÖ avser att efter hand revidera och komplettera supplementen med hänsyn till erfarenheterna vid läroplanens tillämpning. Det är därför angeläget att sådana erfarenheter meddelas SÖ.

*Stockholm den 18 juli 1977*

Skolöverstyrelsen



## MÅL OCH HUVUDMOMENT

### MÅL

Eleven skall genom undervisningen i fysik

skaffa sig kunskap om de viktigaste företeelserna, erfarenhetslagarna och teorierna inom fysiken samt viss kännedom om fysikens moderna utveckling,

skaffa sig kunskap om den fysik som är grundläggande för några viktiga tekniska användningsområden,

göra sig förtrogen med experimentell undersökningsmetodik samt

med matematiska metoder analysera och behandla enkla fysikaliska problem.

### HUVUDMOMENT

Mekanik med värmelära

Ellära

Vågrörelselära med akustik och optik

Atomfysik

Kosmisk fysik och geofysik

Mätteknik

## ALLMÄNNA KOMMENTARER

### Elevernas förkunskaper

Det är naturligt att i undervisningen ta till vara och bygga vidare på elevernas tidigare kunskaper och erfarenheter.

Från grundskolans undervisning i fysik har eleverna kännedom om de vanligaste fysikaliska företeelserna och begreppen. De har också kommit i kontakt med enkel fysikalisk apparatur och fått en viss laborativ vana.

Fysikaliska sammanhang behandlas på grundskolan i huvudsak ur kvalitativ synpunkt. Det nya och svåra för eleverna då de börjar sina fysikstudier på gymnasieskolans NT-linjer är att det nu också sker en kvantitativ behandling och en systematisk begreppsbyggnad.

Genom att vår miljö i hög grad är präglad av naturvetenskap och teknik finns det en fond av allmänt naturvetenskapligt och tekniskt vetande som man kan aktualisera och hänvisa till.

Elevernas föreställningar om en del vanliga fysikaliska begrepp är präglade av egna erfarenheter från vardagsliv, sport, hobbyverksamhet etc och av framställningar i TV-radio, tidskrifter och böcker.

Man får emellertid vara uppmärksam på att fysikaliska lagar (t ex tröghetslagen) ibland för eleverna kan tyckas stå i strid just mot deras tidigare erfarenheter.

### Stoff

Behandlingen av de inledande momenten i åk 1 skall icke förutsätta mer omfattande matematiska kunskaper och ej heller ställa elevernas abstraktionsförmåga på för hårda prov.

Energibegreppets centrala roll i fysiken betonas genom att det introduceras redan i åk 1. Det skall i de senare årskurserna ytterligare exemplifieras, utvidgas och fördjupas.

Inledningen till elektricitetsläran behandlas i åk 1. Här bör eleverna få grundläggande kunskaper om och vana vid enkla elektriska mätningar. Det bör sedan bli naturligt att använda elektriska mätmetoder i de följande delarna av kursen.

Gymnasiekursens tyngdpunkt ligger i behandlingen av den klassiska mekaniken, elektromagnetismen, svängnings- och vågrörelseläran.

Vid behandlingen av kvantfysiken och relativitetsteorin skall den experimentella bakgrunden redovisas. Framställningen görs så konkret som möjligt. Den klassiska fysikens otillräcklighet att förklara strålningsfenomenen och förlopp vid höga hastigheter anknyts till diskussionen om de fysikaliska modellernas giltighetsområde.

De alternativa kurserna i slutet av åk 3 ger elever och lärare möjlighet att själva välja och planera ett område. Som "annat lämpligt område" kan man även tänka sig projekt i samarbete med andra ämnen t ex miljövård (biologi, kemi, matematik, samhällskunskap).

I undervisningen skall anknytas till vardagsliv, teknik och samhälle. Det är väsentligt att eleverna uppfattar fysik inte bara som ett skolämne utan som en vetenskap som spelar en viktig roll i samhället. De fysikaliska mätmetodernas betydelse för praktiskt taget alla mätningar inom teknik och naturvetenskap exemplifieras; speciellt uppmärksammas mätningar på miljön i olika sammanhang.

#### Arbetsformer och metodik

Eleverna bör i så stor utsträckning som möjligt genom eget experimentellt arbete tränga in i de fysikaliska förloppen.

Det laborativa arbetssättet har flera viktiga syften. Det skall vänja eleverna vid att arbeta självständigt och kritiskt. Det skall föra dem in i den för naturvetenskaperna karakteristiska arbetsmetodiken. Det skall hos eleverna utveckla de fysikaliska begreppen och ge dem grundläggande kunskaper om apparater och metoder.

Den viktiga roll som modellföreställningar spelar i fysiken skall belysas. Detta kan ske redan på ett mycket tidigt stadium t ex genom att man diskuterar de antaganden som ligger bakom den grafiska representationen av sambandet mellan två storheter. Om eleverna får möjligheter att med utgångspunkt i egna experiment formulera en hypotes som sedan experimentellt prövas bör de kunna förstå det för fysikens utveckling betydelsefulla växelspelet mellan teori och experiment. Den matematiska formuleringen av en fysikalisk lag eller princip utgör ett koncentrerat och abstrakt sätt att sammanfatta resultaten av en rad experimentella undersökningar. I den matematiska formeln har de ingående fysikaliska storheterna ofta en innebörd som skiljer sig från den uppfattning eleverna tidigare skapat sig. Om de matematiska uttrycken presenteras innan eleverna trängts in i den experimentella bakgrunden finns det därför risk för att begreppen hänger i luften och att eleverna hemfaller åt "formeltänkande". Det bör framhållas att fysikens beskrivning av verkligheten utgör en förenkling med begränsat giltighetsområde. Vanskligheten att extrapolera våra erfarenheter för långt kan exemplifieras t ex med densitetsbegreppets sammanbrott vid atomära volymer.

I huvudsak kommer det experimentella arbetet att ske med halvklass under laborationstimmarna. Det är väsentligt att arbetet under laborationer och lektioner stödjer varandra. Friare arbetsformer där eleverna kan arbeta självständigt och experimentellt även under lektionstid är värda att prövas då lokaler och utrustning det medger.

Vid instruktion om apparater och metoder kan ganska hårt styrande anvisningar vara effektiva. Eleverna bör emellertid också ställas inför mindre styrda och mer probleminriktade experimentella uppgifter. I slutet av åk 3, i de alternativa kurserna, bör eleverna få möjlighet att på ett självständigt sätt använda sina vunna teoretiska och praktiska kunskaper.

På grund av tidsbrist och ibland experimentella svårigheter är det omöjligt för eleverna att genom eget experimenterande stifta bekantskap med det experimentella underlaget till alla kursavsnitt. Demonstrationsexperimentet spelar därför alltid en viktig roll i undervisningen. Genom klart genomförda demonstrationsförsök kan man konkretisera och stödja framställningen. Även vid demonstrationsexperimenten skall eleverna få möjligheter att medverka samt att själva observera och dra slutsatser.

I undervisningen skall anknytas till vardagsliv, teknik och samhälle. Filmer, tv-band och diabildserier är väsentliga hjälpmedel i detta sammanhang. Massmedia ger rikligt med aktuellt stoff som det är naturligt att anknyta till under fysiklektionerna. Studiebesök vid industrier, verkstäder och laboratorier ger inte bara exempel på fysikaliska tillämpningar utan också en direkt upplevelse av arbetsvillkor och arbetsmiljö som annars kan vara svår att få. I detta sammanhang kan det vara värdefullt att undersöka vad verkstäder och laboratorier på de yrkestekniska linjerna har att erbjuda.

#### Schema, lokaler, utrustning

Redan tidigare har betonats värdet av ett laborativt arbetssätt. Man får utgå ifrån att det laborativa arbetet i huvudsak kommer att ske med delad klass. För att man under lektionstimmarna skall kunna anknyta till arbetet under laborationerna spelar de senares placering på schemat en avgörande roll. Ämneskonferensen bör bevaka att schemat läggs så att de båda avdelningarna av en klass laborerar utan mellanliggande lektioner i ämnet. Det måste finnas mycket starka skäl för att frångå denna princip. (Laborationerna läggs lämpligen som dubbeltimme. I åk 1 kan en laborationstimme läggas ihop med en timme för studietekniska övningar.) Tillgången till halvklasslektioner är emellertid begränsad och detta är särskilt kännbart i åk 3 där man har få lektioner med delad klass och en kurs som väl lämpar sig för laborativt arbete. Det är därför önskvärt att eleverna kan laborera även under helklasslektionerna. För att detta skall kunna genomföras kan det behövas tillgång till två undervisnings-salar samtidigt t ex en lärosal och en laborationssal. Där detta går att ordna är det givetvis att rekommendera. De alternativa kurserna i slutet av åk 3 fordrar också tillgång till flera lokaler än enbart en lektionssal t ex något eller några grupperum.

Ett laborativt arbetssätt kräver också en utrustning som är avpassad till detta. I första hand behövs god tillgång till grundläggande mätutrustning, speciellt elektrisk såsom uni-



versalinstrument, oscilloskop, räknare, tongeneratorer. Mätobjekt och kringutrustning av olika slag såsom mekaniska, elektriska och optiska komponenter är relativt billiga att anskaffa och torde inte erbjuda svårigheter att få i tillräckligt antal. Genom att arbeta efter ett stationssystem kan eleverna få möjlighet att använda dyrbarare utrustning som bara kan finnas i enstaka exemplar.

### Samverkan med andra ämnen

Ämnena matematik och fysik hör naturligt ihop. De flesta momenten i fysikkursen är avsedda att behandlas även matematiskt. Det är viktigt att eleverna får tillämpa sina matematiska kunskaper i fysiken.

Då en matematisk definition läggs som grund för en fysikalisk storhet t ex då hastighet och elektrisk ström definieras med hjälp av derivatbegreppet bör skillnaden mellan den matematiska definitionen och den fysikaliska realiteten diskuteras.

Räknedosor, både programmerbara (ev datorer) och icke programmerbara, är naturliga hjälpmedel i fysikundervisningen. De spar tid vid numeriska beräkningar i samband med laborationer och problemlösning och gör det möjligt att lösa flera uppgifter med innehåll hämtat från teknik, geovetenskaperna, astronomi, atom- och kärnfysik. Det är viktigt att eleverna lär sig att göra överslagsberäkningar utan användning av dosor och att bedöma resultatens rimlighet både ur matematisk och fysikalisk synpunkt.

Den programmerbara dosan kan t ex användas för att lösa fysikens differentialekvationer med hjälp av stegmetoden. Ur fysikalisk synpunkt är denna metod värdefull är den bygger på ett upprepat användande av de grundläggande fysikaliska sambanden. Det är emellertid inte meningen att man i fysikundervisningen skall avsätta tid för genomgång av matematiska metoder. Det är väsentligt att matematik och fysik samarbetar. En växelverkan mellan de båda ämnena stärker förståelsen för bådadera.

Läraren i fysik bör vara orienterad om vad eleverna sysslar med i övriga naturvetenskapliga och tekniska ämnen för att kunna anknyta och hänvisa till dessa. På den tekniska linjen är det naturligt att hämta exempel från de tekniska ämnena och deras laboratorier.

Inom gymnastik, idrott och sport hittar man många intressanta användningsområden för fysikaliska mätningar såsom undersökning av reaktionstider, fotografering med stroboskopisk teknik, mätning av krafter och effekter. Sådana undersökningar gör det möjligt att studera och analysera rörelsemönster, tekniken vid hopp och kast, startförloppet vid löpning etc.

Ämnena fysik och samhällskunskap kan ibland komplettera varandra. I fysikundervisningen tangeras områden såsom energipolitik, miljödebatt vilka behandlas i samhällskunskapen. Lärarna i de båda ämnena kan ha intresse av att gemensamt ordna studiebesök på olika arbetsplatser.

Det är viktigt att eleverna kan redovisa sitt arbete både muntligt och skriftligt. Någon utförlig skriftlig redovisning kan man av tidsskäl mera sällan kräva i fysikundervisningen. Någon gång per läsår bör dock eleverna få tillfälle att utarbeta en skriftlig rapport. Detta kan då ske i samarbete med lärare i svenska. Den språkliga utformningen diskuteras och behandlas i ämnet svenska medan sakinnehållet granskas av läraren i fysik.

För fortsatta studier har eleverna nytta av ett naturvetenskapligt ordförråd i engelska. Det är lätt att hitta väl-skrivna och lättlästa engelska texter med naturvetenskapligt innehåll, som eleverna kan studera i ämnet engelska och vars fysikaliska innehåll fysikläraren kan hjälpa till med att tolka.

### Bedömning

Bedömningen bör utformas så att den tar hänsyn till ämnets hela målsättning.

Resultaten av de skriftliga proven (särskilt de centralt utfärdade) har av tradition haft ett dominerande inflytande. Det finns därför risk att det är de teoretiska proven som styr undervisningen och att lärarnas och elevernas ansträngningar inriktas mot teoretisk problemlösning. En undervisning som betonar ett experimentellt och laborativt arbetsätt bör ge eleverna möjligheter att också bli bedömda på grundval av sina experimentella kunskaper och färdigheter. Man kan därför som komplement till de teoretiska proven ge laborativa prov och i undervisningen ge tillfälle till såväl teoretisk som experimentell problemlösning.

Prov används i övervägande grad som slutprov efter en lång period av undervisning. Mera sällan används de i diagnostiskt syfte dvs för att ge besked om vilka svårigheter eleverna har, vilka missuppfattningar de gör etc. Genom att i större utsträckning använda diagnostiska prov får läraren bättre möjligheter att ge eleverna hjälp.

Vid betygsättningen skall hänsyn tas till elevernas resultat vid teoretiska och laborativa prov samt vid deras prestationer under lektioner och laborationer.

### Kommentarer till kursmomenten, förslag till elevexperiment

Lärostoffet är uppdelat i 19 olika kursmoment. I följande trespaltiga uppställning redovisas för varje kursmoment i den vänstra spalten delmomenten, i den mellersta spalten kommentarer och i högra spalten förslag till elevexperiment.

Siffrorna inom parentes efter varje rubrik anger det antal effektiva undervisningstimmar som förslagsvis ägnas åt kursmomentet. Vid beräkningen av det totala antalet effektiva timmar har antagits att av läsårets 40 veckor endast 28 kan användas för effektiv undervisning. Detta motsvarar ett bortfall med c 30 % på grund av skrivningar, lov m m. De olika kursmomenten är uppställda så att de kan läsas i den ordning de står.

Förslagen till elevexperiment avses underlätta planeringen av den experimentella delen av kursen. Förteckningen upp-tar givetvis blott ett urval av tänkbara alternativ. För att ge möjligt till variation och anpassning till olika typer av utrustning innehåller förslaget ändock flera upp-gifter än vad som rimligen hinnes med.

Delmoment

Längd, tid, massa, hastighet

SI

Kommentar

För att få en intresseväckande inledning kan man förslagsvis kortfattat behandla något tema av följande typ: "Från mikro- till makrokosmos", "Fysik och samhälle", "Fysikens världsbild".

Mätningars betydelse för vårt dagliga liv diskuteras. Behovet av ett internationellt enhetssystem belyses. Översikt kan ges av omfånget av mätningar i rum och tid, i massa och hastighet från mikro- till makrokosmos.

Medelhastighet och momentanhastighet behandlas. Momentanhastighet definieras som

$$\frac{\Delta s}{\Delta t}$$

då  $\Delta t$  är litet. Grafisk representation bör kunna underlätta förståelsen.

Begreppet acceleration behöver ej införas.

Proportionella storheter

Grafer

Densitet

Experiment som leder till proportionalitet mellan två storheter utförs, motsvarande graf ritas och tolkas och motsvarande förhållningssamband uppställs. Densitetsbegreppet bör behandlas i detta sammanhang.

Noggrannhet och antal värdesiffror diskuteras kortfattat i samband med experiment och beräkningar.

Förslag till eleveexperiment

Mätning med skjutmått, mikrometer. Tid- och hastighetsbestämning med tempograf och elektronisk korttidsmätare.

Fotografering av en rörelse med stroboskopisk teknik.

Belastning - nedböjning för en bladfjäder. Väg-tid diagram för en rörelse med konstant hastighet. Massa-volym-diagram. Bestämning av densitet.



## 2 KRAFTER OCH JÄMVIKT (9)

### Delmoment

Tyngdkraft, krafter, krafters sammansättning

### Kommentar

Då man här börjar med kraftbegreppet kan man utgå från vardagserfarenheter av den elastiska kraften.

Enheten 1 N införs utan definition (se mom 3 och 9)

Proportionalitetsfaktorn  $g$  mellan tyngdkraft och massa införs och anges i N/kg

Vektorstorheter

Vektorrepresentationen av krafter införes.

Verkan och motverkan

Flera situationer där ömsesidiga krafter är i verksamhet diskuteras.

Friktionskraft

Begreppet friktionskraft behandlas och dess praktiska anknýtningar uppmärksammas. Friktionstal behöver ej införas.

Kraftmoment, kroppars jämvikt, tyngdpunkt

Jämviktstillkoren tillämpas på enkla fall med anknýtning till vardagslivet.

Omvänd proportionalitet kan här införas, åskådliggöras grafiskt och formuleras algebraiskt.

### Förslag till elevexperiment

Sambandet mellan förlängning och kraft för en fjäder.

Proportionalitet mellan tyngd och massa. Undersökning av olika kraftsituationer där krafterna bildar vinkel med varandra.

Undersökning av krafterna vid lutande plan

Undersökning av kraft och motkraft  $t$  ex mellan föremål och underlag vid glidning, mellan vätska och föremål, nedsänkt i vätskan.

Undersökning av glidfriktion

Momentlagen.

Undersökning av kraftens beroende av avståndet från vridningspunkten för konstant vridförmåga.

Bestämning av tyngdpunkter.

Delmoment

"Energiförbrukning - energi-försörjning"

Arbete, lägesenergi, rörelse-energi

Kommentar

Den centrala roll som energi-omvandlingar spelar i natur och samhälle diskuteras.

Utgående från en intuitiv uppfattning av energibegreppet kan man motivera att uttrycket för mek. arbete  $W = F_s$  är ett lämpligt mått på en energiöverföring.

Uttrycket  $W_p = mgh$  erhålls direkt ut lyftarbetet.

$W_k = \frac{1}{2} mv^2$  får tas fram experimentellt och man kan påpeka att enheten för kraft, 1N, är vald så att konstanten blir  $\frac{1}{2}$ . Kraft-enheten diskuteras utförligare i åk 2.

Effekt  
Energiomvandlingar  
Friktion och friktionsarbete

Kvantitativa beräkningar av energiomvandlingar tas upp i samband med de olika formerna av mek. energi och friktionsvärme.

Förslag till eleveperiment

Arbetet vid förflyttning längs ett lutande plan.

Hastigheten hos ett föremål som funktion av det utträttade arbetet vid rörelse under inverkan av en konstant kraft.

Hastighet-fallsträcka vid fritt fall.

Stighöjden hos föremål som med olika utgångshastighet kastas rakt upp.

Bromssträcka - hastighet vid glidfriktion.

Energiomvandling vid pendelrörelse. Potentiella energin för en fjäder - rörelseenergin för en vagn, som skjuts i väg med en fjäderkatapult, som funktion av en fjäders sträckning.

Delmoment

Kommentar

Förslag till eleveperiment

Positiva och negativa laddningar, ledare och isolatorer.

Coulombs lag

Elektrisk ström

Spänning och elektrisk energi

Samband mellan spänning och ström, resistans

Inledningsvis kan man diskutera elektroteknikens betydelse i samhället.

Begreppen fältstyrka och potential sparas till åk 2.

Eleverna bör ges god färdighet att koppla och göra mätningar i enkla strömkretsar samt förmåga att beräkna strömmar, spänningar, resistanser och energiomvandlingar.

Mätinstrumenten kan införas som "svarta lådor". Enheten 1 A kan här införas utan sträng definition. Begreppet spänning får baseras på begreppen laddning och energi:

$$U = \frac{W}{Q}$$

Serie- och parallellkoppling av resistorer behandlas.

Resistansens beroende av en metalltråds dimensioner och material undersöks experimentellt. Begreppet resistivitet behöver ej införas.

Emk och slutna strömkretsar

Coulombs lag

Mätning av strömmar och spänningar.

Bestämning av effekt.

U-I-diagram för linjära och icke linjära element.

Bestämning av ersättningsresistans vid serie- och parallellkoppling av resistorer.

Emk och inre resistans för en spänningskälla.  
Undersökning och mätning med bryggekoppling. Samband mellan emk och temperatur för termoelement.

Delmoment

Värmeenergi, temperatur, tillståndsförändringar

Kommentar

Elevernas förtrogenhet med el.mätningar gör det nu möjligt att mäta energier och temperatur på elektrisk väg.

Begreppen värmekapacitet, smält- och ångbildningsentalpitet (värme) behandlas.

Tryck, Boyles och Charles lagar, kelvinskalan

Gaslagarna behandlas experimentellt. Kelvinskalan införs genom villkoret att proportionalitet skall råda mellan tryck och temperatur i en gastermometer. Den gaskinetiska modellen introduceras och man gör proportionaliteten mellan den genomsnittliga translatoriska rörelseenergin hos gasmolekylerna och temperaturen trolig.

Energiprincipen

Behandlingen av energiöversättningen och energiöverföring ger talrika anknäringar till vardagsliv och aktuella tekniska problem. Globala anknäringar bör diskuteras. Energiprincipen formuleras i allmängiltig form. Diskussion om energins användbarhet bör kunna leda till att termodynamikens andra huvudsats berörs.

Förslag till elevexperiment

Mekanisk energi till värme - undersökning med friktionströmma.

Omvandling av el.energi till värme - bestämning av värmekapacitet och värmekapacitet.

Temperaturmätning med motståndstermometer och/eller termoelement. Bestämning av smält- och ångbildningsentalpitet (värme).

Tryck - volym - diagram för en gas vid konstant temperatur.

Tryck - temperatur - diagram för en gas vid konstant volym.

Approximativ bestämning av solar-konstanten.



## 6 ELEKTRISKA FÄLT (13)

### Delmoment

Elektrisk fältstyrka, potential

### Kommentar

Behandlingen koncentreras här till det homogena elektriska fältet.

Fältstyrka och potentialförhållanden i en plattkondensator och i en ledare, som ingår i en strömkrets, diskuteras.

Oscilloskopet som mätinstrument introduceras.

Kondensatorn

Sambandet mellan en kondensators kapacitans och dess dimensioner behandlas. Permittiviteten för vakuum införs.

Elementarkvantum

Potentialfördelning i sluten krets, RC-krets

Behandlingen av likströmskretsar repeteras och kompletteras med "potentialvandring".

Strömmens tidsberoende vid RC-kretsar diskuteras och visas experimentellt.

Kvantitativa beräkningar t ex på uppladdningsströmmen vid olika tidpunkter kan behandlas som överkurs.

### Förslag till eleveexperiment

Spänningsmätning med oscilloskop.

Undersökning av el. fält i ett ledande skikt - bestämning av ekvipotentiella linjer och fältstyrka

Sambandet mellan laddning och spänning för en kondensator.

Bestämning av kapacitansen för kondensatorn. Bestämning av ersättningskapacitanser vid serie- och parallellkoppling av kondensatorer.

Undersökning av upp- och urladdningsförlopp för en kondensator (långsamma förlopp kan studeras med visarinstrument eller xy-skriver, snabba med oscilloskop).

DelmomentKommentarFörslag till eleveperiment

Magneter, flödeslinjer

En orientering ges om jordens magnetfält

Magnetfältet kring en strömförande ledare

Kraften på en strömförande ledare och på en laddad partikel i magnetfält

Sambandet  $F = IlB$  påvisas experimentellt. Man kan sedan härleda uttrycket för kraften på en laddad partikel och experimentellt undersöka den med elektronstrålerör.

Magnetisk flödestäthet

Kraftverkan på rak, strömförande ledare i ett homogent magnetfält. Undersökning av magnetfält med hjälp av kraftverkan på en strömförande ledare.

Flödestätheten kring en lång rak ledare och i en lång spole

Mätning av flödestätheten kan ske t ex med Hallsond. I moment 11 kan man återkomma till flödesmätning.

Enheten för elektrisk ström

Elektromagnetismens tillämpningar i motorer, reläer etc kan något beröras.

Undersökning av magnetsfältet från en rak, strömgenomfluten ledare med hjälp av kompassnål.

## 8 RÖRELSEBESKRIVNING (13)

### Delmoment

v-t-graf

Acceleration

Tolkning av a och s i v-t-graf

### Kommentar

Derivator och integraler bör redan ha behandlats i matematikkursen. Rörelsebeskrivningen kan då göras på olika sätt. Dels ritas s-t-grafer och v-t-grafer, varefter grafernas lutning och arean under v-t-grafen tolkas. Dels definieras hastighet och acceleration som derivator och enkla typer av rörelse behandlas matematiskt.

Återhållsamhet bör iakttas med de algebraiska sambanden för konstant acceleration mellan s, v, a och t. Förslagsvis nöjer man sig med  $v = v_0 + at$  och  $s = \frac{1}{2}(v_0 + v)t$ . Uppgifter där man behöver uttrycket  $v^2 = v_0^2 + 2as$  uppskjuts till mom 9, där de i stället löses med energiresonemang.

Behandlingen koncentreras till rörelse i en dimension. En kortare generalisering, vid vilken storheternas vektorkaraktär framkommer bör dock genomföras

### Förslag till eleveperiment

Upptagning och analys av s-t- och v-t-diagram för olika typer av rörelse med variabel och konstant acceleration (med hjälp av tempo-graf stroboskopisk teknik eller korttidsmätare).

## 9 KRAFT OCH RÖRELSE (20)

DelmomentKommentarFörslag till eleverperiment

Begreppsbildningen inom mekanik tar lång tid i anspråk. Många företeelser i vardagslivet står skenbart i motsägelse till Newtons mekanik. Tröghetskrafter uppträder t ex mycket påtagligt i många vardagssituationer. Man bör ta upp och diskutera sådana och lära eleverna att analysera dem utifrån ett inertialsystem och vänja dem vid att resonera med hjälp av Newtons lagar. Vid problemlösning bör man därför undvika att införa tröghetskrafter.

Tröghetslagen

Rörelse under inverkan av en konstant kraft

Sambanden  $F \Delta t = \Delta(mv)$  och  $F = ma$

Rörelsemängd

Antingen impulslagen eller kraftekvationen kan betraktas som den klassiska mekanikens grundläggande samband. Vilken av dem som prioriteras är en smaksak. Presenteras båda får man göra klart att det rör sig om olika sätt att uttrycka samma sak.

En av lagarna bör göras till föremål för grundläggande experimentell undersökning. Lagarnas vektorkaraktär påvisas. Sambandet mellan  $F=ma$  och  $W=\frac{1}{2}mv^2$  bör visas för ett enkelt specialfall.

Rörelsemängdens beroende av kraft och tid vid linjär rörelse (alt. accelerationens beroende av kraft och massa).

Delmoment

Stöt, lagen om rörelsemängdens bevarande

Kommentar

Stötförlopp som sker med och utan förlust av rörelseenergi behandlas.

Förslag till eleveexperiment

Undersökning av stötförlopp.  
Bestämning av massa genom stötförsök.  
Bestämning av hastigheten t ex för en pistolkula eller pil med någon metod som utnyttjar lagen om rörelsemängdens bevarande.

Gaskinetisk modell

Den gaskinetiska modellen som införts i åk 1 kan nu fördjupas. Momentet är dock att betrakta som överkurs. Brownsk rörelse, partialtryck, Boyles lag diskuteras med utgångspunkt i modellen. Tryckets beroende av molekylhastigheten kan härledas.

DelmomentKommentarFörslag till elevexperiment

Det relativt höga timtalet som föreslagits för detta avsnitt skall möjliggöra en lugn studietakt med en omsorgsfull behandling av de dynamiska förloppen. Momentet ger naturliga anknytningar till vardagsliv, astronomi och rymdfart.

Rörelse i homogena fält

Kaströrelse samt laddade partiklars rörelse i homogena elektriska fält behandlas. Det torde vara enklast att betrakta de lodräta och vågräta projektionerna av kaströrelsen var för sig. De fysikaliska lagarnas invarians vid galileitransformation kan exemplifieras.

Fotografering av kastbana med stroboskopisk belysning och analys av banan.

Gravitationslagen

Centralrörelse

Laddad partikels rörelse i magnetfält

Centralrörelsen behandlas utan att man in- för tröghetskrafter.

Centripetalkraftens beroende av massa, frekvens och banradie vid cirkelrörelse.

En partikels bana i olika kraftfält kan beräknas enligt stegmetoden med hjälp av räknedosa (dator). Sådana beräkningar kan underlätta förståelsen av rörelselagarna.

Undersökning av cirkulära elektronbanor i elektronstrålerör och bestämning av  $e/m$ .

Potentiell energi i gravitations- och coulombfälten  
Frigörelsearbete

Dessa båda moment betraktas som överkurs.

## 11 ELEKTROMAGNETISK INDUKTION (14)

### Delmoment

Magnetiskt flöde  
Induktionslagar

### Kommentar

Om det finns experimentella möjligheter bör induktionslagen undersökas kvantitativt såväl på formen  $E = lvB$  som på formen  $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$

Hallsondens funktion behandlas som överkurs.

### Förslag till elevexperiment

Kvalitativa undersökningar av den inducerade spänningens riktning och storlek i olika situationer (Lenz lag).

Kvantitativ bestämning av den inducerade spänningen i spole med varierande magnetiskt flöde (t ex lineärt växande och avtagande).

Bestämning av magnetisk flödetäthet med hjälp av roterande provspole. Bestämning av magnetisk flödetäthet med hjälp av fast provspole i sinusformade växelvärd.

Induktans, RL-krets

Strömmens tidsberoende i RL-kretsar diskuteras och visas experimentellt. Tida beräkningar med räknedosa enligt stegmetoden kan öka förståelsen.

Oscilloskopstudier av RL-krets



DelmomentKommentarFörslag till elevexperiment

Momentet skall ges en i huvudsak experimentell inriktning. Experiment med lågfrekvent spänningsgenerator kan rekommenderas. Tonvikt skall läggas på fysikaliska resonemang kring momentanvärdan och fasförskjutningar främst vid enbart resistans, induktans och kapacitans. Eftersom vår el. försörjning sker med växelspanning bör man ge exempel på växelströmmens fördelar. Detta kan ske utan att framställningen blir för teknisk.

Sinusformad växelspanning och  
- ström vid resistiv belastning  
Effektivvärdan

Sinusförlopp representeras dels som en projektion av cirkelrörelse (roterande visare) dels algebraiskt.

Ström- och spänningsförlopp vid  
krets med enbart L eller C  
Fasförskjutning  
Impedans och effekt

Reaktansuttrycken  $\omega L$  och  $1/\omega C$  härleds.

Utspänningens beroende på varvtalet för en cykelgenerator.  
Förhållandet mellan toppvärde och effektivvärde.

Frekvensmätning med oscilloskop.  
Undersökning av fasförskjutningar med oscilloskop.

Impedansens beroende av frekvensen för kondensator och spole.  
Bestämning av kapacitans (induktans) för en kondensator (spole) genom impedansbestämning.  
Effektmätning med wattmeter.

Något om RL- och RC-kretsar,  
visardiagram

Kan betraktas som överkurs.

DelmomentKommentarFörslag till elevexperiment

Momentet lämpar sig mycket väl för elevexperiment. Förslagen till uppgifter är endast ett axplock av de möjligheter som finns.

Harmoniska svängningar,  
fjädrarn

Eftersom roterande visare används i föregående moment är det naturligt att beskriva den harmoniska svängningen med samma metod. Man kan också utgå från Newtons andra lag och Hookes lag och ställa upp en differentialekvation och ge lösningen. Ett alternativ är att utgående från de båda lagarna med hjälp av stegmetoden beräkna elongationens beroende av tiden.

Fotografering i stroboskopisk belysning av harmonisk svängningsrörelse och analys av rörelsen.

Svängningstidens beroende av massa och fjäderkonstant vid svängningar i spiral- och bladfjädrar.

Pendeln

Kopplade svängningar, resonans

Resonansfenomenets stora betydelse för olika delar av fysiken exemplifieras. Man kan återknyta till detta moment i 14 och 16.

Bestämning av  $g$  med pendelförsök. Amplitud-frekvens-diagram för ett svängande system utsatt för tvungna svängningar.

Pulsers och vågors utbredning  
Reflexion, brytning, böjning  
Interferens  
Superposition  
Stående våg  
Akustik, ultraljud, infraljud

Experiment med vattenvågor.  
Samband mellan våglängd och frekvens för stående vågor i strängar och fjädrar.  
Bestämning av ljudhastigheten med flera olika metoder.

Ljud- och bullermätningar hör ej till momentet men deras betydelse för t ex arbetsmiljön kan uppmärksammas (se moment 19).

Dopplereffekten

Behandlas kvalitativt.

Delmoment

Dämpade och odämpade elektriska svängningar

Uppställande och lösning av differential-ekvationer kan illustrera användningen av matematiska modeller i fysiken och bör behandlas i samarbete med matematiken. Tidigare antydda eller uppställda differentialekvationer vid RC-, RL-kretsen och den harmoniska svängningen kan nu behandlas och lösningen diskuteras i anslutning till de fysikaliska förloppen.

Elektromagnetiska vågor  
Det elektromagnetiska spektret

Genom korta filmer, TV-band eller bildserier kan man ge exempel på användningen av de olika delarna av det elektromagnetiska spektret och dess betydelse för vår information från omvärlden (röntgen, UV, IR, radar, TV, radioastronomi).

Strålningslagarna

Kan huvudsakligen presenteras i grafisk form.

Reflexion, brytning, böjning,  
Interferens  
Polarisation

Reflexions- och brytningslagarna för ljuset behandlas. Ljusets vågegenskaper demonstreras.

Tillämpad optik och fotometri ingår bland de alternativa kurserna.

Förslag till eleveexperiment

Undersökning av dämpade el.svängningar med oscilloskop.

Transistorkopplad svängningsgenerator - svängningtidens beroende av L och C.

Bestämning av induktansen i en svängningskrets med känd kapacitans.

Experiment med cm-vågor.

Undersökning av ljusets brytning - bestämning av brytningsindex.

Våglängdsbestämning med dubbelspalt.

Våglängdsbestämning med gitter.  
Upplösningsförmågan för kikare.

DelmomentKommentarFörslag till eleveexperiment

Ljushastighetens konstans

Några exempel på fenomen som inte kan förklaras med den klassiska fysiken behandlas såsom ljushastighetens konstans,  $\mu$ -meson-paradoxen, gränshastigheten för accelererade partiklar. Som exempel på en konsekvens av ljushastighetens konstans kan man eventuellt härleda formeln för tidsdilatationen och sedan förklara

Massans hastighetsberoende

Från litteratur eller på annat sätt hämtade uppgifter om resultatet från hastighetsmätning på högenergetiska partiklar ger underlag för att diskutera massans hastighetsberoende. Experimentens överensstämmelse med de relativistiska uttrycken kan sedan verifieras genom beräkningar (med räknedosa).

Massa - energi - ekvivalensen

Ytterligare exempel på massa - energi - ekvivalensen behandlas i moment 17.

En djupare förståelse för relativitetsteorin kan ges i en alternativkurs i moment 19.

Delmoment

Fotoelektrisk effekt, fotonbegreppet

Elektrodiffraction, materievågor, sannolikhetsstolkningen

Partikel- och vågmodellen för elektronen  
Väteatomen, energinivåer, modell  
Emissions- och absorptionspektra, röntgenspektra

Krystalstruktur och halvledare

Kommentar

Energienheten 1 eV bör införas.

Uttrycket för de Broglie-våglängden tas fram i samband med experiment med elektrodiffraktionsrör.

Vågrörelseläran experiment med stående vågor i en och två dimensioner gör det troligt att det behövs tre tal (kvanttal) för att beskriva en stående våg i tre dimensioner. Detta kan läggas till grund för en modell för väteatomen; alternativt kan Bohrs atommodell beskrivas.

Energiniivådiagram kan utgöra grunden för förståelse av atomens byggnad likaväl som för egenskaperna hos ledare, halvledare och isolatorer. Franck-Hertz-försök diskuteras och demonstreras experimentellt.

Det periodiska systemets uppbyggnad och pauliprincipen kan anknytas till tidigare behandling i kemin.

Röntgenstrålningens egenskaper kan demonstreras experimentellt.

Betydelsen av den stora tekniska utvecklingen på halvledarområdet belyses. Principen för lasern och dess användning får betraktas som överkurs.

Kan betraktas som överkurs. En utförligare behandling av halvledarfysiken med dess rika möjligheter till experimentellt arbete kan ske i moment 19

Förslag till elevenexperiment

Undersökning av bromsspänningens beroende av våglängden för en vakuumfotocell - uppskattning av Plancks konstant.

I-U-diagram för lysdioder - samband mellan ljusvåglängden och lägsta spänning för emission för några olika dioder.

Undersökning av spektra.  
Identifiering av ett ämne med hjälp av dess spektrum.

Uppkoppling och undersökning av några elektriska kretsar med fotocell, fotodiod, fotomotstånd.

DelmomentKommentarFörslag till elevexperiment

Radioaktivitet, dektorer  
 $\alpha$  -,  $\beta$  - och  $\gamma$ -strålning

Räkneröret (GM-röret) och dess karakteristika. Undersökning av bakgrundsstrålningen. Absorption av  $\beta$  - och  $\gamma$  - strålning. Energifördelningen hos  $\beta$ -partiklar undersökt med enkel spektrometer. Strålningens avståndsberoende.

Sönderfall, halveringstid

Uppsamling av radioaktiva dammpartiklar antingen på en spänningsförande tråd eller genom att man suger luft genom ett filter - bestämning av halveringstiden för radioaktiviteten.

Kärnreaktioner, bindningsenergi

Fission, fusion  
 Orientering om kärnreaktorer, energiproduktion

Radioaktiva ämnens användning i medicin och teknik, orientering om dosimetri, reaktoreernas roll i samhället, nya typer av reaktorer (breedern, fusionsreaktor) är exempel på områden som kan behandlas.

I avsnittet berör man några av vår tids stora problem som mer utförligt behandlas i ämnet samhällskunskap. Det finns också anledning att söka samarbete med ämnena biologi och kemi.

Delmoment

Solen och planetsystemet  
Fysikaliska förutsättningar för  
liv

Kommentar

I momentet bör eleverna få möjlighet att använda sina kunskaper från olika delar av fysiken. Solens fysik behandlas med särskild vikt lagd vid energiutstrålning och energibalans. Förutsättningar för liv i planetsystemet diskuteras. Speciellt uppehåller man sig vid den strålning jorden mottar och jordatmosfärens fysik. Jordens energibalans behandlas.

Extrema materieformer  
Kosmologier

Förslag till elevexperiment

En översikt ges över materiens olika former i universum från ultravakuum till de supertäta tillstånden. Modelltänkandet kan här återigen aktualiseras. De teoretiska modellerna har inom astrofysiken ofta legat långt före den experimentella bekräftelsen. En fördjupning av astrofysiken kan ges i moment 19. Olbers paradox kan vara ett lämpligt diskussionsunderlag till några viktiga teorier om universums byggnad.



## 19 ALTERNATIVA KURSER (28)

Två av följande områden skall väljas

- 1 Relativ rörelse, tröghetskrafter (14)
- 2 Optiska instrument (14)
- 3 Ljud- och ljusmätning (14)
- 4 Transformatorn och trefassystem (14)
- 5 Relativitetsteori (14)
- 6 Halvlederfysik med tillämpningar (14)
- 7 Termodynamik (14)
- 8 Partikelfysik (14)
- 9 Astrofysik (14)
- 10 Annat lämpligt område (14)

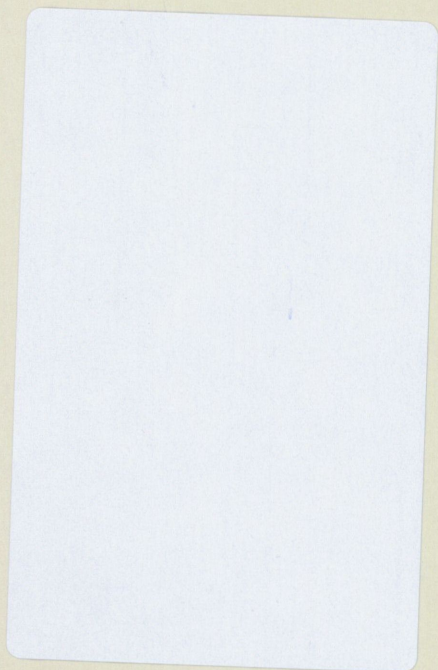
Vid val av alternativa moment bör om möjligt elevernas synpunkter beaktas. Som "annat lämpligt område" kan man tänka sig idéhistoriska eller samhällsanknutna områden. Projekt i samverkan med andra ämnen kan komma i fråga. För enstaka elever eller mindre elevgrupper kan man också tänka sig mer teoretiska områden som Schrödingerekvationen eller Maxwells ekvationer.







BÖTEBORG  
UNIVERSITETSBIKLIOTEK  
BIBLIOTEKET I MÖLNDAL





Läroplan för gymnasieskolan

Lgy<sup>70</sup>



Supplement 32



LiberLäromedel  
Utbildningsförlaget

ISBN 91-47-712