

NATURLÆRE

Formål

Undervisningen i naturlære skal vænne eleverne til at iagttage og ræsonnere over fysiske og kemiske fænomener, og den skal meddele dem et ganske elementært, på simple forsøg og praktiske erfaringer grundet kendskab til en række af de vigtigste af naturlærens fænomener og love, især sådanne, som de vil komme ud for i det daglige liv.

Fysikundervisningen i realklasserne har derudover dels sigte mod den afsluttende realeksamen og dels mod at forberede en del af eleverne i 1. og 2. realklasse til gymnasieundervisningen. Under hensyn hertil samt til elevernes større modenhed er det af væsentlig betydning, at de erkendte regler og love gengives og læres nøjagtigt af eleverne.

Det større timetal, der tillægges faget i

3. realklasse, teknisk linje, tilsigter gennem en bredere undervisning at give særligt egnede og interesserede elever en fylldigere elementær viden i naturlære, end der er mulighed for i 3. alm. realklasse. Eleverne skulle herved blive stimulerede til og være bedre udrustede til at gennemføre en videregående teknisk uddannelse.

Ved lejlighedsvis omtale af de store forskeres liv og indsats og af den moderne naturvidenskabelige og tekniske udviklings konsekvenser bør det fremhæves, at der er en sammenhæng mellem den naturvidenskabelige forsknings resultater og menneskenes velfærd. I undervisningen bør faget optræde i harmoni med og ikke i modsætning til de humanistiske fag, og det bør fremhæves, at naturlæren er en del af vor fælles kulturelle og humanistiske arv.

Indhold og omfang

Nedenanførte systematiske stoffordeling for de enkelte klasser er ikke bindende med hensyn til rækkefølgen, idet stoffet kan behandles systematisk, koncentrisk eller tværgående eller gennem en blanding af disse metoder. De anførte emner bør behandles efterhånden gennem klasserne, men det overlades til læreren at uddybe enkelte emner særligt og at gå lettere hen over andre.

Overalt, hvor det kan støtte forståelsen, bør atom- og molekylbygningen samt elektron- og molekylbevægelsen indgå som

et naturligt led i undervisningen til forklaring af de observerede fænomener.

I tilslutning til undervisningen omtales overalt, hvor det er muligt, det daglige livs risiko: Brand, elektricitet, belysningsgas, flaskegas, kulilte (motorer, kakkelovne, skorstene), sprængstoffer (forsaget ammunition, hjemmelavet fyrværkeri) og hastighedsproblemet i trafikken.

I 2. del af betænkningen påtænkes optaget et kapitel om risikomomenter i skolens fysik- og kemiundervisning og i det daglige liv.

6. og 7. skoleår.

Mål, vægt og vægtfylde, idet der indledningsvis ved vægtfyldeberegningerne kun arbejdes med rumfang, der kan udtrykkes i hele **tal**.

Vægtstangsreglen belyst ved enkle, instruktive forsøg og nogle eksempler fra det praktiske liv.

Væsketryk og lufttryk. Torricellis forsøg og barometre. Nogle pumpetyper: Trykpumpen, cykelpumpen, centrifugalpumpen, vandluftpumpen og eventuelt andre.

Udvidelse ved opvarmning (termometre).

Varmestrømninger i vand og luft.

Gode og dårlige varmeledere, varmeisoleringsring.

Smeltning, kogning og fordampning.

Magneter, magnetisering. Kompasset.

Det galvaniske element.

Den elektriske strøms varmekvirkning, anvendt f. eks. i glødelampen, strygejernet, varmepladen.

Strømmens magnetiske virkning (Ørstedes

forsøg) med anvendelse f. eks. i ringeapparatet, telegraphen, telefonen (herunder lidt om lyd) og jævnstrømsmotoren. Fremstilling af vekselstrøm baseret på simple induktionsforsøg.

Spejling.,

Brydning i glas. Den praktiske anvendelse af linser (briller og fotografiapparater) gennemgået alene på grundlag af forsøg. Grundstoffernes og simple kemiske forbindelsers opbygning (molekyler og atomer).

Vandets og luftens bestanddele.

Forbrænding.

Forbrændingsmotoren.

*Det anførte stof tænkes gennemgået i både a-, b- og c-klasser, dog således at **der** i b-klasser gives en mere dybtgående behandling af de enkelte emner end i a-klasser, og således at undervisningen i c-klasser i særlig grad tilrettelægges efter elevernes forskellige forudsætninger.*

8. og 9. klasse.

Naturlære kan medtages som alment (obligatorisk) eller valgfrit fag.

A. Alment.

Tyngdekraft.

Vægtfylde af faste legemer og væsker, Arkimedes' lov.

Lidt om faste legemers bevægelse belyst ved praktiske eksempler. Hastighed og acceleration. Inertiens lov. Det frie fald.

Flyvning, raketter.

Snor- og vandbølger. Bølgelængde.

Lydbølger. Opståen. Hastighed. Toner. Lydgivere.

Lysbølger. Opståen. Tilbagekastning. Brydning i vand og glasprismer. Billeddannelse ved linser. Samlelinsens anvendelse i almindeligt anvendte optiske apparater.

Newtons forsøg.

Elstrømmen. Måling af strømstyrken.

Spændingskilder og måling af spændingsforskelle. Modstand.

Generatorer. Grundforsøg over induktion.

Vekselstrømsgenerator. Jævnstrømsgenerator. Tændingsspole.

Elektriske husinstallationer.

Elmotorer.

Arbejde og energi.

Bevægelses- og beliggenhedsenergi.

Varmeenergi. Kaloriebegrebet belyst ved simple forsøg, f. eks. blanding af vandmængder med forskellig temperatur.

Kemisk energi. Forbrændingsmotorer.

Elektrisk energi. Transformation.

Energioverførsel.

Atomkerneenergi. Atomkernens opbygning. Isotoper. Kædereaktion. Atomreaktor.

Omsætning mellem forskellige energiformer.

Kemi: Behandling af enkelte emner

fra hverdagslivets kemi: Vaskemidler. Brændstoffer. Enkelte gødningsstoffer. Metalfremstilling og de almindeligste metaller's anvendelse.

B. Valgfrit

Her må undervisningen i fysik og kemi omfatte et mere eller mindre specielt stof.

Skoien udarbejder selv planer over undervisningens omfang og indhold og indsender dem til godkendelse.

C. Forberedelse til teknisk forberedelseseksamen.

Der henvises til side 178 f.

1. og 2. realklasse.

Vægtfyldebestemmelse af faste legemer og væsker. Arkimedes' lov. Boyle-Mariottes lov.

Tyngdekraft og tyngdepunkt. Ligevægtsbetingelser for faste legemer. Vægtstænger, trisser og taljer samt andre arbejdsredskaber.

Kræfters sammensætning og opløsning.

Elementær bevægelseslære belyst ved praktiske eksempler. Hvile, jævn og ujævn bevægelse. Lidt om arbejde og energi.

Tyngdeacceleration, den almindelige tiltrækning, herunder lidt om Jordens og månens bevægelse og kunstige satellitter.

Kaloriebegrebet belyst ved simple forsøg, f. eks. blanding af vandmængder med forskellig temperatur.

Lydens opståen, hastighed og bølger. Toner. Lydgengivere.

Lysets opståen. Lysets tilbagekastning fra plane og hule spejle, indfalds- og tilbagekastningsvinkler. Lysets brydning i vand og i glasprismer. Billeddannelse ved linser, synsvinkler.

Samlelinsens anvendelse i lup, mikroskop, astronomisk kikkert, spejlteleskop og prismekikkert.

Det kontinuerte spektrum (farver, ultraviolette og infrarøde stråler).

Fluorescens.

Elstrømmen. Dens tilknytning til atomer og elektroner.

Måling af elstrømmens styrke, spændingsforskel og modstand baseret på enkle forsøg. Ohms lov for et lederstykke.

Elstrømmens kemiske virkning (dissociation af syrer og enkelte salte) og dens praktiske udnyttelse ved elektrolyse og akkumulatorer.

Magnetiske kraftlinjer. Grundforsøg over induktion som grundlag for jævnstrømsgeneratoren og enfaset vekselstrømsgenerator.

Transformation af pulserende strøm (tændingsspolen og induktionsapparatet) og af vekselstrøm.

Elektrostatiske grundforsøg og elektrisk felt. van de Graaff generatoren.

Elektriske husinstallationer.

Uorganisk kemi: Syrer, hydroxider og salte. Det kemiske tegnsprog og dets anvendelse ved simple reaktioner, uden støkiometri. Lette kvalitative analyser. Metalfremstilling.

3. realklasse (alm.).

Som indledning til stoffet gennemgås begreberne:

Kraft, masse, arbejde, energi og effekt.

Energiformerne:

Mekanisk energi: Beliggenhedsenergi, bevægelsesenergi.

Varmeenergi: Varmefylde, smeltevarme, Fordampningsvarme. Dieselmotor, benzinator.

Kemisk energi: Forbrændingsvarme. Vælg Enkelte støkiometriske beregninger i tilslutning til de udførte kemiske forsøg.

Elektrisk energi: Joules lov. Effekt og energi. Vekselstrøm (en- og trefaset). Ensretning. Elmotorer. Transformer. Elektrisk energioverførsel.

Atomkerneenergi: Atomets opbygning. Isotoper. Kædereaktion. Atomreaktor. Omsætning mellem forskellige energiformer.

3. realklasse (teknisk linje).

Som »obligatorisk« stof læses det under 3. alm. realklasse anførte stof, idet kemien udvides til at omfatte kendskab til det periodiske system, med en omtale af de vigtigste grundstoffer samt enklere konstitutionsformler. Enkle forsøg til belysning af neutralisations- og fældningsprocesser. Ionteorien anvendt på eksempler under behandlingen af syrer, hydroxider og salte.

Fysikpensummet udvides **til** yderligere at omfatte en uddybning af emnerne:

Hastighed og acceleration.

Inertiens lov.

Jordens tyngdefelt (det frie fald, pendulet og det skrå kast).

Linseformlen, linsesystemer med anvendelse som f. eks. i fotografiapparatet, sigtekikkert m. m.

Derudover anvendes ca. 10 % af timerne til et valgfrit emne inden for:

- a. mekanik
- b. elektronik
- c. lyslære
- d. kernefysik
- e. astronomi.

Rapporter over mindst 15 elevøvelser affattes i en kort og klar form, hvoraf det fremgår, at eleverne gennem deres selvstændige arbejde har erhvervet forståelse af og indføling i stoffet. Elevøvelserne kan omfatte en række mindre forsøg eller en kombination af en større samlet opgave og nogle mindre forsøg.

Med henblik på den eventuelle særlige prøve i faget, som kan træde i stedet for den skriftlige prøve i fremmedsprog, fremhæves det, at eleverne må have opnået færdighed i og forståelse af tegning af apparater og diagrammer samt være fortrolige med opgaveregning.

Sløjdfysik.

Dersom sløjdfysik tages op i undervisningen, bør der normalt afsættes særlige timer

dertil ud over de fastsatte timer til den egentlige fysik.

Metoder og hjælpemidler

A. Metoder.

Undervisningen bør gennem alle klasser tage sit udgangspunkt i elevernes selvstændige øvelser og i lærerens demonstrationsforsøg, hvori eleverne eventuelt kan være aktive deltagere. Fagets tilknytning **til** det daglige livs foreteelser må fremhæves.

Nogle emner belyses bedst gennem læ-

rerens demonstrationsforsøg, andre gennem elevernes egne øvelser. Det bør dog tilstræbes, at elevøvelserne anvendes i så vidt et omfang som muligt, dels fordi iagttagelsesmulighederne for børnene her er væsentligt bedre end ved demonstrationsforsøg, dels fordi egne forsøg virker mere

tilfredsstillende på børnene og herigennem medvirker til at stimulere interessen for faget.

Eleverne må opøves i at gøre iagttagelser og at drage slutninger ud fra disse for derved at få indsigt i naturlovene og herigennem blive i stand til at løse konkrete problemer.

Elevøvelser.

Antallet af en classes elevøvelser må under hensyn til stofområdet og klassens anlæg overlades til lærerens skøn. Elevøvelserne må altid være i den nøjeste sammenhæng med det stof, der undervises i. Det må anses for mere værdifuldt, at der udføres et mindre antal godt gennemarbejdede elevøvelser end et større antal uden nogen egentlig gennemarbejdning.

For at øvelserne kan få den tilsigtede virkning, er det nødvendigt, at de er grundigt gennemtænkt fra lærerens side. Der må gives en nøje instruktion som forbedrelse til øvelsen, enten mundtligt eller gennem en skriftlig anvisning, der normalt må gennemgås i store træk.

Det er erfaringsmæssigt heldigt, at eleverne arbejder sammen to og to, ikke alene af praktiske grunde, men også fordi det er gavnligt, at hver elev kan drøfte forsøget med en kammerat. Kun undtagelsesvis bør der være mere end to på hvert hold. Det er mest hensigtsmæssigt, at holdene arbejder hver for sig på grundlag af de givne anvisninger. Forsøgsresultaterne bør i almindelighed nedskrives af eleverne i form af svar på konkret stillede spørgsmål.

Elevernes indføring i denne arbejdsform vil i mange tilfælde kræve, at man tager de første øvelser igennem som klasseundervisning, hvorefter man går over til den friere arbejdsform.

Lejlighedsvis kan man opnotere hvert holds resultater på tavlen, så sammenligning kan foretages. Svarene på de stillede spørgsmål skal angå de umiddelbare iagttagelser, og klassen kan da i forbindelse med læreren udlede de almene regler og

forme den forklaring, der hører til på dette klassetrin.

For at sikre tilegnelsen må der kunne eksamineres i elevøvelserne, således at eleverne forklarer, hvad de har foretaget sig under øvelserne, hvilke iagttagelser de har gjort, og hvad de har lært deraf. Eksaminationen kan knyttes til en gentagelse af øvelserne.

Demonstrationsforsøg.

Ved lærerens demonstrationsforsøg bør man udnytte alle muligheder for at skærpe elevernes iagttagelsesevne. Her er anledning til gennem samtale med klassen samtidig med forsøget at ræsonnere over de fysiske fænomener. Opstillinger bør være let overskuelige og gerne understøttet af tegning på tavlen. Også her kan iagttagelserne give anledning til nedskrivning.

Det er vigtigt, at man ikke på forhånd orienterer eleverne om ting, de selv kan iagttage gennem forsøgene; f. eks. bør eksistensen af to forskellige magnetpoler konstateres ved eksperimenterne, der bør varieres på mange måder, inden man slår reglerne fast.

Forsøgene bør endvidere gennemføres i en logisk rækkefølge og gerne således, at eleverne kan forudse, hvad der vil ske under bestemte omstændigheder. Undertiden kan man opfordre eleverne til selv at udtænke forsøgskonstellationer.

Eksempler på undervisningens tilrettelæggelse.

Den enkelte lærer bør være frit stillet med hensyn til, hvordan han vil tilrettelægge undervisningen, og han er således ikke bundet til at følge lærebogens plan.

Det vil i mange tilfælde være muligt at gennemgå et praktisk emne (vandværk, drivkraft og andre) og derved komme gennem store afsnit af pensum.

Nedenfor anføres nogle eksempler på emnebehandling:

Eksempel 1.

Metersystemet og målinger.

Behandlingen af dette emne er ret systematisk opbygget, og emnet i sin helhed kan vanskeligt gennemgås i begyndelsen af 6. skoleår; men det vil egne sig til en koncentrisk behandling. Det lettere kan tages i 6. skoleår, hvorefter man i 7. skoleår, hvor eleverne er noget mere modne og fortrolige med terminologien, atter kan tage problemerne op.

Metersystemets opbygning og om sætninger inden for metersystemet forudsættes kendt fra regneundervisningen. Her skal gennem arbejde med metersystemet indøves målinger med opgaven eller størst mulig nøjagtighed, og samtidig skal eleverne gøres fortrolige med arbejdet i fysiklokalet.

Begge disse formål gør det nærliggende i dette afsnit at lægge hovedvægten på elevernes selvstændige arbejde. Øvelserne må formes som konkrete opgaver, så eleverne får anvisning på,

- 1) hvad de skal gøre, og
- 2) at de skal notere forsøgsresultaterne som svar på direkte spørgsmål.

I det følgende skal gives en oversigt over opgaverne, som ikke her er udformede som færdige til brug i undervisningen.

Længdemål.

1. Måling af afpassede længder:
 - a. i hele cm (fremstillet materiale),
 - b. i hele mm (fremstillet materiale).
2. Måling af ikke-afpassede længder:
 - a. længden af bordet i hele cm,
 - b. længden af bogen i hele cm,
 - c. længden af bogen i hele mm,
 - d. længden af lokalet i hele m og i hele cm.
3. Måling af krumme linjers længde (målebånd):
 - a. omkredsen af et cylinderglas, helt antal mm,

- b. omkredsen af et rør, helt antal mm,
- c. omkredsen af et træ 1 m over jorden, helt antal cm.

4. Måling af rørdiametre og dybder (skydelære, demonstration):
et cylinderglas.
5. Måling af større længder (langt målebånd., flytning af målebånd):
 - a. længden af klasseværelset, helt antal m,
 - b. skolegårdens længde, helt antal m.
6. Måling af små længder (mikrometer-skrue, eventuelt ved demonstration):
 - a. tykkelse af en blyantstift,
 - b. tykkelsen af blomstertråd,
 - c. tykkelsen af et stykke papir (mål f. eks. 10 blade).
7. Måling af længder, der er helt eller delvis utilgængelige:
 - a. højden af en elev,
 - b. højden af en telefonpal,
 - c. højden af et træ.

Herefter omtales de to forudsætninger for målinger:

1. måleenheden,
2. måleredskabet,

og målenøjagtigheden:

1. dens mulighed,
2. dens betydning.

Flademål.

I henhold til det foregående omtales først måleenheden, som først er vilkårlig, men hensigtsmæssigt valgt.

1. Et afpasset rektangels areal måles med et vilkårligt kvadrat af karton (dækket én gang og kun én gang).
2. Måleenhederne cm^2 , dm^2 og m^2 vises og omtales. Et afpasset rektangel måles med 1 dm^2 i karton ved dækning én gang og kun én gang.

3. Det undersøges, om det er nødvendigt at foretage målingen ved dækning, eller om der er en nemmere metode. **Meterstokken** kan altså også bruges som måleredskab.
4. Påvisning af, at $1 \text{ m}^2 = (10 \cdot 10) \text{ dm}^2$ og $1 \text{ m}^2 = (100 \cdot 100) \text{ cm}^2$.
5. Måling af arealer:
 - a. afpassede rektangler i cm^2 , dm^2 osv.,
 - b. ikke afpassede rektangler, siderne måles i helt antal cm, mm osv.,
 - c. eventuelt andre figurer, trekanter osv., (trekant omformes efterhånden til parallelogram).

Rummål.

Måleenhed: cm^3 , dm^3 osv.

1. Rumfang af en træklods (afpasset 3 cm X 4 cm X 5 cm).
Det fastslås, at den ikke kan måles direkte med måleenheden, men at man jo kunne tænke sig den savet ud i cm^3 . Eller man kunne bygge en lige så stor klods af klodser på 1 cm^3 og bagefter tælle disse.
Herved anskueliggøres, hvad man forstår ved et rumfang, et begreb, der ofte er uklart for eleverne.
2. Det undersøges, om direkte måling med enheden er nødvendig, eller om der er en nemmere måde.
Også her kan meterstokken altså bruges som måleredskab.
3. Fremstilling af en sammenfoldelig terning i tyndt karton af rumfang 1 dm^3 .
Hertil bruges 3 stykker karton, 1 stykke 10 cm X 41 cm og 2 stykker 10 cm X 11 cm. Ved tegning og farvelægning antydes inddeling i flader, stænger og terninger; farvelægning fremhæver virkningen (hjemmearbejde).
4. Anskueliggørelse af, at $1 \text{ dm}^3 = (10 \cdot 10 \cdot 10) \text{ cm}^3$ (æske $1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$), og at $1 \text{ m}^3 = (10 \cdot 10 \cdot 10) \text{ dm}^3$

8 terninger med 3 huller.
ved trådmodel eller 12 stænger à 1 m og

5. Måling af rumfang:
 - a. afpassede klodser (hele cm),
 - b. ikke afpassede klodser eller kasser med opgiven nøjagtighed for længdemål.

Rumfang af væsker.

Rumfanget af en væske måles let i liter, deciliter og milliliter.

Måleredskab: litermål og måleglas.

Måleenhed: $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ liter}$,

$1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$.

1. Aflysning af måleglas.
2. Hvor meget rummer
 - a. et reagensglas,
 - b. et cylinderglas,
 - c. en flaske.
3. Afmåling af et opgivet antal cm^3 .
Nøjagtig afpasning af væskeoverfladen ved hjælp af et glaser brugt som pipette.
4. Rumfang af uregelmæssige og cylindriske faste legemer:
 - a. et cylinderformet lod,
 - b. en sten,
 - c. en korkprop.

Vægt.

Måleenhed: først vilkårlig valgt (mønter, søm el. lign.), derefter gramsystemet.

Måleredskab: skålvægt (indstilling og behandling af skålvægten):

- a. skålene lige over bordfladen,
- b. begynd med de store lodder.

1. Vejning:
 - a. afpasset vægt (helt antal g),
 - b. ikke afpasset vægt, f. eks. blyant, pen osv.,
 - c. hvor meget vejer en tændstik (vej f.eks. 10)?

2. Vejning med tarering:
 - a. afvej 10 g vand (måleglas),
 - b. afvej 50 g sand (porcelænsskål).
3. Vejning med emballage:
 - a. hvor meget vejer vandet i flasken?
 - b. hvor meget vejer 10 cm³ sand?
4. Vejning af lette og tunge ting fører til omtale af andre vægte (analysevægt, decimalvægt).
5. Hurtig vejning fører til omtale af bismar, brevvægt, elektrisk vægt.

Vægtfylde.

1 cm³ af forskellige stoffer vejes, og forskellen konstateres. Det er praktisk: at kunne udtrykke, hvor »tungt« et stof er. Forudsætningen er, at vi hver gang taler om lige store rumfang. Vi vælger at tale om 1 cm³.

1. Et stykke jern (helt antal cm³):
 - a. hvor mange g vejer jernet?
 - b. hvor mange cm³ er jernets rumfang?
 - c. hvor mange g vejer 1 cm³?
2. Flere tilsvarende eksempler med faste stoffer.
3. Tilsvarende eksempler med væsker.
4. Atmosfærisk luft (demonstration).
5. $\frac{t}{m}, \frac{kg}{dm^3}, \frac{g}{cm^3}$ omtales.

Eksempel 2.

Elektromagnetisme.

- I. Den elektriske strøm skaber magnetisme.
1. H. C. Ørstedes forsøg (elevøvelse).
 - a. Eleverne iagttager en strømførende lednings virkning på en magnetnål.
 - b. Tommelfingerreglen læres.
 - c. Tommelfingerreglens rigtighed eftervises. Ledningens placering i forhold til magnetnålen varierer, og strømretningen ændres.

- d. Kompasgalvanoskopets og/eller vertikalgaltroskopets indretning undersøges, dets anvendelse til påvisning af henholdsvis svage strømme og strømretning iagttages.
2. En strømførende spole er en magnet (elevøvelse).
 - a. En spole bliver magnetisk, så snart der sendes en strøm gennem den, og umagnetisk, så snart strømmen afbrydes. En magnetnål anvendes til påvisning af polernes art. Polernes afhængighed af strømretningen vises.
 - b. Gribereglen læres.
3. En elektromagnets styrke afhænger af jernkerne, strømstyrke og vindingstal (elevøvelse).
 - a. En strømførende spole føres hen til en dyng af jernfilspåner, virkningen iagttages. Spolen forsynes med en jernkerne, hvis magnetiske tilstand først undersøges, og forsøget gentages.
 - b. Spole med jernkerne, skydemodstand og glødelampe forbindes i serie. Det undersøges, hvor mange filspåner elektromagneten kan bære ved henholdsvis stærk og svag strømstyrke. Strømstyrken »måles« ved hjælp af lysstyrken.
 - c. To spoler med jernkerne, men med forskelligt vindingstal, forbindes i serie. Spolernes bæreevne med hensyn til filspåner undersøges.
4. En elektromagnets jernkerne laves af blødt jern (elevøvelse).
 - a. I en spole anbringes et stykke blødt jern (transformatorblik). Når strømmen slutes, tiltrækkes mange filspåner: blødt jern bliver let magnetisk. Når strømmen afbrydes, falder de fleste filspåner af igen: blødt jern taber let sin magnetisme igen.
 - b. I spolen anbringes et stykke stål (urfjeder). Når strømmen slutes, tiltrækkes færre filspåner end før:

stål er vanskeligere at magnetisere. Når strømmen afbrydes, bliver fil-spånerne hængende: stål bevarer sin magnetisme.

II. Nogle eksempler på elektromagneters anvendelse.

1. Løfteværktøj.
 - a. En kraftig elektromagnets bæreevne undersøges.
 - b. Den praktiske anvendelse omtales.
2. Telegrafien.
 - a. Ved hjælp af en elektromagnet, en fjeder og en afbryder vises, hvorledes man kan styre en bevægelse ved hjælp af den elektriske strøm, uafhængigt af afstanden.
 - b. Telegrafapparatets indretning undersøges, og dets virkning vises.
3. Relæ.
 - a. Den i 2. a. omtalte egenskab kan anvendes til at slutte eller afbryde en anden strømkreds.
 - b. Enkelte relætyper vises, deres anvendelse omtales, herunder maksimalafbryderen og dens betydning som sikring.
4. Harnnerafbryder.
 - a. Ved hjælp af en elektromagnet, en fjeder og en strikkepind bygges en harnnerafbryder.
 - b. Harnnerafbryderens anvendelse i ringeapparatet vises.
5. Telefonen.
 - a. En mikrofonmodel (dåse med kul-korn) og en glødelampe forbindes i serie. Det vises, hvorledes strømstyrken (lysstyrken) retter sig ind efter trykpåvirkningerne på mikrofonen.
 - b. En kort gennemgang af lydens opståen og udbredelse: en lydbølge består af en fortætning og en fortynding, tonehøjden afhænger af frekvensen.

- c. Glødelampen erstattes af en spole, hvori er anbragt en permanent magnet. Foran magneten anbringes en fjeder. Fjederens bevægelse styres ved tryk på mikrofonen.

- d. Et telefonapparat undersøges.

6. Højtaler.

- a. En spole ophænges, så den kan svinge frit. En permanent magnet fastspændes i et stativ, og den ene pol føres ind i spolen. Det vises, hvorledes spolens udsving retter sig efter strømstyrke og strømretning.
- b. En højtaler undersøges.

7. Elmotoren.

Eksempel 3.

Vand,

Som eksempel på et praktisk emne, der i sig selv indeholder en interessevækkende og interessebevarende motivering, og som giver anledning til at behandle en del fysiske og kemiske spørgsmål, skal anføres følgende tilrettelæggelse grupperet om *vand*.

De forskellige punkter kan behandles i den anførte rækkefølge, hvor problemerne rejser sig efterhånden til undersøgelse; men flere af punkterne i emnerækken kan også udskydes, uden at sammenhængen derfor behøver at brydes.

1. *Vand:* Hvad bruger vi vand til?

- a. Drikkevand, rent og urent vand. En dråbe vandværksvand og en dråbe destilleret vand inddampes hver for sig på en glasplade.
- b. Vask med og uden sæbe. Sæbe bringes til at skumme i hårdt vand og i blødt vand.
- c. Madlavning. Som bestanddel af maden. Et stykke franskbrød tørres. Til afkøling. Kogning. Hvorfor koger vi f. eks. kød?
- d. Planterne. Potteplanter, der mangler vand, har passende med vand, får for meget vand. Regnvand, tørre og fugtige årstider.
- e. Ildslukning.

2. *Hvordan får vi vand?*
 - a. Tidligere: brønde, overfladevand.
 - b. I nutiden: vandhanen, en model vises og tegnes. Vandtrykket forskelligt efter beliggenhed og tidspunkt. Springvand med forskelligt vandtryk vises - trykket afhænger af vandhøjden. Vandledninger, tykke og tynde rør, rustdannelse. Hvorfor ligger vandledninger i jorden?
3. *Kan vandet løbe opad?*
 - a. Vandtårnet. Skematisk tegning af vandledning fra vandtårn til hus eller, hvis det er på landet, evt. en gårds vandforsyning fra eget vandværk.
 - b. Forbundne kar, åbne, form, størrelse og stilling.
 - c. Kloak, vandlås (glasrør som model).
 - d. Hæverter, virkemåde og brug demonstreres, wc-cisternen, akvarietømning.
4. *Vandværket. Hvordan får man vandet op af jorden? (Skematisk tegning af vandværket).*
 - a. Lufttryk, Torricellis forsøg. Barometre.
 - b. Ventilpumpen, centrifugalpumpen.
5. *Hvorledes renses vandet?*
 - a. Overfladevand, kildevand. Vandets rensning i jorden. Demonstration med to vide glasrør med lærredsbund som filtre, det ene med flere lag af fint grus og sand, og det andet med findelt, tørt ler.
 - b. Vandets rensning på vandværket. Filtre.
 - c. Bundfald, filtrering.
 - d. Opløsninger, inddampning, destillation (vand i medicin og på laboratorier).
 - e. Undersøgelse af havvand.
 - f. Luft i vandet.
6. *Hvor stammer vandet i jorden fra?*
 - a. Vandets kredsløb i naturen. Fordampning og fortætning.
 - b. Luftstrømninger. Skyer og regn.
 - c. Regnen på gaden og på marken.
7. *Stillestående vand og vand i bevægelse.*
 - a. Søer og floder. Mergelgrave (kunstigt åndedræt). Sluser, vandfald.
 - b. Vandet som drivkraft. Vandhjul. Turbiner. Elkraft.
 - c. Hav og søer i samfærdselens tjeneste. Skibe.
8. *Hvor trykker vandet i en beholder?*
 - a. Demonstration af bundtryk og sidetryk og praktiske anvendelser.
 - b. Tryk i vand i øvrigt. Boyles ventil. (Opdrift.)
 - c. Væskeoverflader, molekyltæthed.
 - d. Vandets sammenhængskraft.
 - e. Hårrørvirkning med eksempler og demonstration. Vandsugende og vandskyende stoffer.
9. *Vandets tilstandsformer m. m.*
 - a. Is, vand, damp.
 - b. Temperatur.
 - c. Udvidelse og sammentrækning, termometre.
 - d. Varmestrømninger i vand. Kolde og varme havstrømme.
 - e. Opbevaring af koldt vand i varme lande.
10. *Vandets bestanddele (kemi).*
 - a. Atomer og molekyler. Atommodeller til demonstration.
 - b. Vand fremstilles ved forbrænding af brint.
 - c. Vandsønderdeling.
 - d. Luftarterne brint og ilt, hvorledes de også kan fremstilles, deres egenskaber, hvor de findes i naturen.
 - e. Kemiske forbindelser. Eksempler med demonstration.
 - f. Forbrænding: i laboratoriet, i det praktiske liv, i os selv.

Som grundlag for behandling af emnet *vand* kan anvendes en fysikbog, der er så bredt skrevet, at man kan hente oplysninger og eksempler fra den. Behandlingen bygger helt igennem på iagttagelser i naturen samt på demonstrations- og elevøvelser. Resultaterne af arbejdet fremtræ-

der i elevernes arbejdsbøger, der indeholder beskrivelser med tegninger af demonstrations- og elevøvelser samt de indvundne erfaringer formulerede i korte sætninger. Arbejdsbogen udgør sammen med passende udvalgte stykker af fysik/kemibogen elevernes kundskabsgrundlag.

Atomer og molekyler.

Det er i ovenstående plan og vejledning fremhævet, at læren om atomer og molekyler bør indgå som et naturligt led i undervisningen.

Det skal her anføres, i hvilket omfang og på hvilke områder man vil finde det forsvarligt og pædagogisk tilrådeligt at medtage dette stof i folkeskolens undervisning.

6. og 7. skoleår.

Oversigt over den del af undervisningsstoffet, som vedrører atomer og molekyler:

Væsketryk og lufttryk. Torricellis forsøg og barometre.

Udvidelse ved opvarmning.

Smeltning, fordampning og kogning.

Grundstofferne og simple kemiske forbindelsers opbygning (molekyler og atomer).

Her kan begreberne *molekyle* og *molekylbevægelse* indføres ved beskrivelsen (forklaringen) af lufttryk, og til støtte for antagelsen af lufttrykkets kinetiske natur kan man benytte røgkammerforsøget (Brown-ske bevægelser) samt det eksperiment, hvorved man viser, at lugtende dampe (luftarter) som parfume o. a. udbreder sig i luften i en stue, selv om der ikke er strømninger i luften.

Ved beskrivelsen af røgkammerforsøget kan man komme ind på en omtale af, at molekylernes bevægelse bliver livligere ved opvarmning af luften, stoffet (»Molekylbevægelsen livligere ved højere temperatur«).

Væsketryk og udvidelse ved opvarmning beskrives kun fænomenologisk. Stoffernes molekylbillede kan være en udmærket støtte ved beskrivelsen af et stofs forskellige tilstandsformer og overgangene mellem disse; men ved omtalen af smeltevarme (størkningsvarme) og fordampningsvarme (fortætningsvarme) nævnes blot, at omdannelsen kræver (afgiver) energi (varme), og at dette ikke medfører en ændring af molekylernes bevarelse (bevægelsesenergi) og dermed stoffets temperatur, men alene medfører en omlejring af molekylerne, så disse får større bevægelsesfrihed (»Konstant temperatur - uforandret bevægelse«).

Under omtalen af grundstoffer og simple forbindelsers opbygning udvides læren om molekyler, så atombegrebet indføres; ved anvendelse af nogle få atomsymboler vises eksempler på, hvorledes man kort kan karakterisere et stofs sammensætning.

7.-3. realklasse.

Oversigt over den del af undervisningsstoffet, som vedrører atomer og molekyler:

Elementær bevægelseslære belyst ved praktiske eksempler. Lidt om arbejde og energi.

Tyngdeaccelerationen, den almindelige tiltrækning.

Kaloriebegrebet belyst ved simple forsøg. Lydens opståen, lydhastighed og lydbølger. Elektrisk strøm. Dens tilknytning til atomer og elektroner.

Den elektriske strøms kemiske virkning og

dens praktiske udnyttelse ved elektrolyse.

Uorganisk kemi: Det kemiske tegnsprog og dets anvendelse ved beskrivelse af simple kemiske reaktioner.

Enkelte støkiometriske beregninger.

Her er ikke anledning til en udvidelse af stoffernes molekylbillede, men det er naturligt at bruge det ved beskrivelse af lydudbredelse (lydbølger, fortætning og fortynding).

Elektricitetslæren indledes med en beskrivelse af atomet som bestående af positiv kerne, omgivet af negative elektroner, hvoraf den eller de yderste let lader sig fjerne eller udskifte. Vedrørende metallisk og elektrolytisk ledning fremhæves, at man bør indskrænke sig til at forklare den elektriske strøm i metaltråd som en forskydning af negative elektroner (udskiftning fra atom til atom), uden at atomer og dermed stof flyttes, mens elektrisk strøm i en elektrolyt forklares som en vandring af ioner, positive og negative, således at begge arter samtidig deltager i ladningstransporten, og at dette medfører en stoftransport og en stofadskillelse.

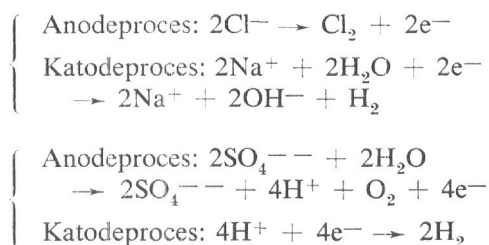
De elektrostatiske grundforsøg forklares som en overføring af elektroner fra et legeme til et andet; overskud af elektroner svarer til negativ ladning, underskud af elek-

troner svarer til positiv ladning. Kun negativ ladning kan flyttes ved (metallisk) ledning.

Indførelse af det kemiske tegnsprog rummer ikke noget principielt nyt fra 6.-7. skoleår, det er blot en udvidelse af listen over atomsymboler; men indførelse af atombegrebet bør nu være baseret på kendskab til de kemiske grundlove, eksperimentelt begrundet.

De kemiske reaktioner opskrives normalt som molekylreaktioner som til eksempel $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$, og kun undtagelsesvis – f. eks. for neutralisationsprocesser – som ionreaktioner.

Ved elektrodeprocesser ved elektrolyse kan man ret enkelt gøre rede for ladningstransport og stofdannelse, når man udelader de mere eller mindre hypotetiske »mellemprocesser«, således til eksempel:



Udviklingen har da været: Molekylet, atomet, elektronen og ionen, henholdsvis den positive og den negative ion.

B. Hjælpemidler»

Lokaler og installationer.

Der påtænkes udarbejdet retningslinjer for udformningen af egnede fysiklokaler og deres tekniske installationer.

Samlinger.

Læseplansudvalget har ladet udarbejde fortegnelse over en normalsamling, som vil dække den i læseplanen anførte undervisning i -naturlære på alle klassetrin bortset fra 3. realklasse, tekniske linje.

Lærebøger.

De anvendte lærebøger bør være så bredt udformet, at gold udenadslæren udelukkes. Det må anses for nyttigt, at lærer og elever i fællesskab udarbejder kortfattede oversigter, der sammen med elevernes tegninger og notater fra elevøvelserne og demonstrationsforsøgene danner kundskabsgrundlaget for den endelige indlæring.

Med hensyn til læsestuearbejdets anvendelse henvises til kapitel 28.

Eksamen

Under »Metoder og hjælpemidler« er undervisningens eksperimentelle grundlag, elevernes selvstændige arbejde og bredt skrevne lærebøger fremhævet som væsentlige forudsætninger for en tilfredsstillende undervisning i naturlære. Skal denne undervisning gennemføres, må realeksamen virke fremmende herpå, og eksamensformen må derfor tilrettelægges i overensstemmelse med undervisningsformen. Dette opnås ved

1. at læreren giver spørgsmålene, og
2. at eksaminationsformen ved eksamen bringes i samklang med den daglige undervisningsform, således at der i størst mulig udstrækning eksamineres i tilknytning til udførte elev- og demonstrationsøvelser, idet eleven under eksaminationen gerne må have adgang til sine notater fra øvelserne.

Elevernes selvstændige arbejde med emnet bør danne udgangspunktet for eksaminationen, der efter emnets art kan knyttes til et apparat, en forsøgsopstilling eller et forsøg, men den bør kun i undtagelsestilfælde begrænses til tegning og fortælling alene. Derimod vil tegning til klargøring af enkeltheder ved et apparat eller en forsøgsopstilling, tegning af kurver, der er fremkommet som resultat af et forsøg, samt tegning af diagrammer være naturlige led i

eksaminationen. Ved bedømmelsen bør elevens virkelige forståelse af og fortrolighed med emnet tælle med stor vægt, medens opremsning af tørre fakta og tal alene ikke kan anses for en god præstation.

Specielt om 3. realklasse, teknisk linje, bemærkes, at eksamen her efter udvalgets opfattelse bør kunne omfatte skriftlig og mundtlig prøve. Den *skriftlige prøve* bør efter skolens valg kunne bestå i a) løsning af opgaver eller b) gennemførelse af et eksperiment med påfølgende udformning af en rapport, som indeholder svar på konkret stillede spørgsmål, tegning af diagrammer og eventuelt kurver samt løsning af opgaver. Ved den *mundtlige prøve* foreslås det, at der eksamineres i to spørgsmål. Hovedspørgsmålet bør falde inden for det obligatoriske stof, medens det mindre bispørgsmål tages inden for det obligatoriske eller det valgfri stofområde. Det valgfri stof bør være repræsenteret inden for eksamensspørgsmålene. Ved bedømmelsen bør præstationen i bispørgsmålet kun påvirke den samlede karakter for mundtlig prøve med en tredjedel.

De i årets løb udarbejdede rapporter bør forelægges censor ved eksamen.

Det anbefales, at karaktererne ved den skriftlige og den mundtlige eksamen opføres særskilt på eksamensbeviset.

Undervisningen i 8. og 9. klasse til teknisk forberedelseseksamen

Undervisningen skal meddele eleverne kundskaber i naturlære i hovedtræk svarende til realklassernes pensum. Efter aflagt prøve (teknisk forberedelseseksamen) skulle eleverne have forudsætning for overgang til en mellemteknisk uddannelse på lige fod med elever fra 3. alm. realklasse.

For at opnå det ønskede resultat tildeles der faget et større ugentligt timetal; det

nedenfor anførte pensum påregnes at kunne gennemgås med 6 ugentlige timer i begge klasser.

Indhold og omfang.

Indledning:

Mål, vægt, vægtfylde. Opdrift i væsker. Arkimedes' lov.

Varmeenergi:

Tilstandsformerne beskrevet ved molekylbevægelse.

Måling af varmemængder. Fast stofs varmemefylde.

Smeltning, størkning (underafkøling).

Smeltevarme. Væskers varmemefylde. Fordampningsvarme (fortætningsvarme).

Mættede dampes tryk. Boyle-Mariottes lov (manometre).

Luftarters fortætning (kuldemaskiner).

Bevægelsesenergi:

Inertiens lov. Jævn og ujævn bevægelse. Hvile.

Det frie fald (tyngdeacceleration).

Vægtstænger, trisser. Kraft og arbejde. Kræfters sammensætning og opløsning.

Magnetisme:

Magneter. Magnetiske kraftlinjer. Kraftfeltet. Kompasset. Jordmagnetisme (misvisning).

Lyslære:

Bølgebevægelse, forskellige former for denne. Lysets bølgenatur. Lysbrydning i glas og vand. Linser. Billeddannelse ved samlelinsen.

Linsers anvendelse: øjet, luppen, astronomisk kikkert, prismekikkert, mikroskop, lysbilled- og fotografiapparat.

Lys og spektre.

Ved omtalen af optiske instrumenter behandles forstørrelsen.

El-energi:

Atomer, elektroner og ioner. Elstrømmen, dens kemiske og magnetiske virkning samt dens varme virkning. Modstand.

Spændingsforskel. Ohms lov.

Grundforsøg over induktion. Anvendelse af induceret spænding f. eks. i tændingsspolen og induktionsapparatet.

El-energi og effekt. Joules lov. Omsætning af el-energi til andre energiformer.

Generator til frembringelse af jævnstrøm og vekselstrøm.

Vekselstrømmens spænding, strømstyrke og effekt,

Elektrostatik:

Gnidningselektricitet (elektronflytning). El-ladning og -felt. van de Graaff generatoren.

A tomkerneenergi:

Isotoper., fission (reaktor), fusion (solen).

Kemi:

Syrer, hydroxider og salte. Det kemiske tegnsprog og dets anvendelse ved simple reaktioner (uden støkiometri).

Lette kvalitative analyser. Metalfremstilling.

Metoder og hjælpemidler.,

Da man kan regne med, at de elever, der optages i de tekniske forberedelsesklasser, er praktisk anlagte, bør der i disse klasser lægges vægt på, at den teoretiske indlæring sker gennem elevernes selvvirksomhed (elevøvelser) overalt, hvor det er muligt. De erkendte love og regler samles i oversigter, der sammen med besvarelsen af konkret stillede spørgsmål danner kundskabsgrundlaget.

Eksamen.

Ud over det på side 178 i afsnittet »Eksamen« anførte bemærkes følgende:

Det samlede antal spørgsmål, der er givet af læreren, bør stort set dække $\frac{3}{5}$ af hele stoffet.

Elevernes selvstændigt udarbejdede rapporter fra elevøvelserne og notater fra demonstrationsforsøg (eventuelt tegninger) bør forelægges censor ved eksamen.