

CAPENSIS NO

# FYSIK 7-9

LÄRARHANDLEDNING - 22



NIKLAS ÅKESSON OCH INGRID MARTENS

CAPENSIS FÖRLAG AB

# FYSIK 7-9

## INNEHÅLL

### FYSIK 7-9

Inledning	3
Läromedlets komponenter	4
Tips på webbplatser	5
Centralt innehåll i årskurs 7-9	6
Utdrag ur Skolverkets kommentarmaterial	8
Om betygskriterier och betygssättning	12
Läsårsplanering	14
1 Fysik som vetenskap	16
2 Materia, energi och krafter	18
3 Vårt hem i universum	20
4 Temperatur och tryck	22
5 Väder och klimat	24
6 Mekanik och rörelse	26
7 Elektricitet och magnetism	28
8 Ljud och andra vågor	30
9 Elektromagnetiska vågor	32
10 Kärnfysik och strålning	34
11 Energi, arbete och effekt	36
12 Energikällor	38
13 Universum	40
14 Fysikens historia och framtid	42
15 Fysiken i samhället	44

# Inledning

## Om ämnet fysik

Så här lyder den inledande texten i Skolverkets kursplan för ämnet kemi i grundskolan:

”Naturvetenskapen har sitt ursprung i människans nyfikenhet och behov av att veta mer om sig själv och sin omvärld. Kunskaper i fysik har stor betydelse för samhällsutvecklingen inom så skilda områden som energiförsörjning, medicinsk behandling och meteorologi. Med kunskaper om energi och materia får människor redskap för att kunna främja hållbar utveckling.”

## Fördjupad förståelse

Undervisning i fysik ska ge eleverna en allmänbildning om hur naturen fungerar. Eleverna ska få inblick i det naturvetenskapliga sättet att beskriva världen och ta fram ny kunskap. Många av fysikens begrepp används i dagligt språkbruk med en något annorlunda innebörd än den som används inom professionen. Det finns också många felaktiga uppfattningar om fysikaliska fenomen. Läraren i fysik bör vara medveten om och motverka sådana vardagliga föreställningar.

Eleverna behöver även lära sig att skilja mellan fakta och åsikter. De behöver få träning i att tänka kritiskt och att granska argument.

## Fysiken i samhället

Ett av kursplanens kunskapsområden handlar bland annat om fysikens roll i samhället. Eleverna ska förstå och kunna ta ansvar för hur den egna livsstilen påverkar samhällets möjlighet till en hållbar utveckling. Viktiga samhällsfrågor med koppling till fysik rör exempelvis energi och klimat.

Teknisk utveckling har ofta sin grund i framsteg som sker inom fysikens grundforskning. Fysiken kan hjälpa oss att hitta lösningar på framtidens utmaningar.

## Syftet med lärarhandledningen

Handledningen är avsedd att fylla flera funktioner och innehåller bland annat:

- ♦ **översikt över läromedlets** olika delar i relation till läroplanens centrala innehåll och kunskapskrav
- ♦ **stöd vid läsårsplanering**
- ♦ **vanliga missuppfattningar** och hur de kan motverkas
- ♦ **fakta och fördjupning** som inte tas upp i läromedlets text, men som kan vara bra för läraren att känna till

## Referenser

Skolverket: Läroplan Lgr22 och kommentarmaterial  
Nationellt resurscentrum för fysik, Lunds universitet

Information om vanliga missuppfattningar och vardagliga föreställningar hos elever har hämtats från:  
Andersson, Björn (2008). Att förstå grundskolans naturvetenskap - Forskningsresultat och nya idéer. (Studentlitteratur)

## Läromedlets komponenter

I läromedlet ingår olika slags texter och flera typer av arbetsuppgifter. Varje kapitel avslutas med en sida där kapitlets viktigaste fakta sammanfattas i ett antal punkter. Som komplement finns även en arbetsbok med övningar och förslag på laborationer.

På förlagets webbplats finns bildspel som kan användas exempelvis vid genomgångar med klassen. En QR-kod i början av varje kapitel i läroboken ger en genväg till rätt webbsida. På kapitlets sida finns facit till uppgifter, där eleverna kan kontrollera sina svar.

### Textsidor: Faktatext och bilder

Huvuddelen av texten behandlar det faktainnehåll som nämns i det centrala innehållet för ämnet fysik i årskurs 7-9. Texten har i huvudsak en struktur som innebär att varje uppslag behandlar ett tema. Text, bilder och begrepp som finns på uppslaget utgör en sammanhållen enhet.

### Textsidor: Fördjupningsrutor

På vissa sidor finns fördjupningsrutor. Syftet med dessa texter är att vidga förståelsen eller ge intresseväckande fördjupning. Rekommendationen är att fördjupningstexter inte ingår i underlaget för bedömning av elevernas kunskaper. Ett exempel är de texter som berättar om kända personer som bidragit till fysikens utveckling. Eleverna förväntas inte lära sig detaljer om dessa personer, men de får en inblick i vad som har gjort dem kända genom att läsa igenom texten.

### Textsidor: Begrepp

Kursplanen nämner ”användning av fysikens begrepp” som en viktig förmåga. Förståelse för begreppen är central för att eleverna ska kunna tillgodogöra sig innehållet i texten. De bidrar även till den allmänbildning som behövs för att eleverna i framtiden ska kunna förstå och ta ställning i frågor med anknytning till fysik.

Nya begrepp förklaras på det uppslag där de först introduceras. Ett visst överlapp finns mellan kapitlen. Läromedlet är avsiktligt upplagt på ett sådant sätt att centrala begrepp återkommer flera gånger. På det sättet skapas en förtrogenhet med fysikens beskrivning av världen. För begrepp med mer än en betydelse visas endast den förklaring som är relevant i sammanhanget på det uppslag där begreppet används.

### Uppgifter: A-frågor

A-frågorna är faktafrågor där eleven kan hitta svaren i texten. Tanken är att eleverna arbetar med dem på egen hand. Frågorna är avsedda att vara ett stöd vid inläringen och de kan även användas för egenkontroll av faktakunskaper. Facit finns på webbsidan för varje kapitel.

### Uppgifter: B-frågor

B-frågorna är något svårare än A-frågorna. De testar i större utsträckning elevernas förståelse, och inte enbart faktakunskaper. Vissa uppgifter kräver förståelse för ett större sammanhang. De kan förslagsvis användas vid repetition och sammanfattning av ett avsnitt. Facit finns på webbsidan för varje kapitel.

### Uppgifter: C-frågor

C-frågorna är avsedda för diskussion i grupper eller i hela klassen. Kunskapskraven lyfter fram förmågan att samtala om och diskutera frågor som rör fysik. Det är nödvändigt att eleverna får möjlighet att öva på att resonera och argumentera för olika tankar.

C-frågorna har inte alltid ett ”rätt svar”. Det viktiga är själva diskuterandet, inte vad eleverna kommer fram till. Missuppfattningar behöver förstås korrigeras. I lärarhandledningen finns kommentarer kring alla C-uppgifter. Med hjälp av dessa kommentarer kan läraren hjälpa till om det uppstår osäkerhet.

### Uppgifter: Begrepp

Eftersom begreppen har en central betydelse för kunskaper i fysik finns en uppgift i varje kapitel där eleverna parvis ska förklara begrepp för varandra. Detta ger en repetition och även en övning i att förklara med egna ord. Det är inte meningen att eleverna ska bläddra fram definitionen och läsa upp den. Var observant på begrepp som i vardagligt tal används med annan betydelse.

### Kommentarer för läraren

I denna handledning finns kopplat till varje kapitel ett avsnitt med resonemang kring innehållet. Syftet är att ge läraren stöd om eleverna ställer frågor kring något som är svårt att förstå. Kommentarer visar på hur genomgång av ”svåra” saker kan underlättas och hur vanliga missuppfattningar kan motverkas.

## OBS! ARBETSBOK ÄR UNDER UTVECKLING

### Arbetsbok: Övningar

I arbetsboken finns övningar som syftar till att stödja elevernas utveckling mot läroplanens tre långsiktiga mål för ämnet fysik. Det är dessa mål som ligger till grund för ämnets betygskriterier.

De flesta av övningarna utvecklar förståelsen för fysikens begrepp och förklaringsmodeller. Dessa uppgifter kan eleverna i de flesta fall arbeta med på egen hand, och de kan själva kontrollera sina svar.

Några uppgifter handlar om förmågan att granska information, kommunicera och ta ställning. En del av dessa övningar lämpar sig för grupparbete.

Den tredje typen av övningar utvecklar förmågan att förstå hur naturvetenskapliga kunskaper tas fram genom systematiska undersökningar. Dessa övningar är inte på samma sätt som de övriga knutna till innehållet i ett visst kapitel. I stället finns en progression från enkla till mer krävande uppgifter. Övningarna fungerar bäst om eleverna diskuterar sig fram till svaren.

Facit finns längst bak i arbetsboken. Vissa uppgifter kommenteras i denna handledning i anslutning till varje kapitel.

### Arbetsbok: Laborationer

Laborationer och andra undersökningar ska ingå i undervisningen och utgöra en del av underlaget för bedömning. Det är meningen att eleven ska träna förmågan att ställa upp hypoteser och själv resonera om hur dessa hypoteser kan testas. Därför innehåller vissa av arbetsbokens handledningar inga exakta beskrivningar av hur laborationen ska genomföras.

Många ”traditionella” handledningar för laborationer exakt vad som ska göras och hur. Ibland uppmanas eleven att beskriva resultatet. Det som oftast saknas är det inledande momentet att formulera en hypotes. I många fall är det enkelt att lägga till ett sådant moment, vilket gör laborationen både intressantare för eleverna och mer anpassad till läroplanen.

Börja med att presentera en frågeställning som kan undersökas. Låt eleverna ta fram hypoteser om hur de tror att resultatet kan tänkas bli. Efter undersökningen jämförs resultat med hypotes, och tänkbara slutsatser kan diskuteras. Här blir det även naturligt att fundera över felkällor, vilket är en mycket viktig del av en naturvetenskaplig undersökning.

## Tips på webbplatser

Webbplatserna nedan innehåller material som presenteras av forskare, myndigheter och andra experter inom olika ämnesområden.

Webbplats	Organisation	Innehåll
<a href="http://skolverket.se/undervisning/grundskolan/laroplan-och-kursplaner-for-grundskolan/kursplaner-for-grundskolan">skolverket.se/undervisning/grundskolan/laroplan-och-kursplaner-for-grundskolan/kursplaner-for-grundskolan</a>	Skolverket	Kursplaner enligt Lgr22
<a href="http://skolverket.se/download/18.d9bdf0a17be-a20b43b1a8/1632223452275/Fysik.pdf">skolverket.se/download/18.d9bdf0a17be-a20b43b1a8/1632223452275/Fysik.pdf</a>	Skolverket	Kursplan för ämnet fysik i grundskolan
<a href="http://skolverket.se/getFile?file=9865">skolverket.se/getFile?file=9865</a>	Skolverket	Kommentarmaterial till kursplanen i fysik
<a href="http://fysik.org">fysik.org</a>	Lunds universitet	Nationellt resurscentrum för fysik: Demonstrationer och laborationer som passar för olika stadier
<a href="http://liu.se/forskning/natdid">liu.se/forskning/natdid</a>	Linköpings universitet	Exempel på hur forskning kan användas vid undervisning i naturvetenskap
<a href="https://minprodukt2.studentlitteratur.se/dill/#/tematoc/33223_att_forsta_skolans_naturvetenskap">https://minprodukt2.studentlitteratur.se/dill/#/tematoc/33223_att_forsta_skolans_naturvetenskap</a>	Studentlitteratur/ Björn Andersson	Artiklar om hur elever förstår och resonerar om naturvetenskapliga företeelser
<a href="https://svenska.se/">https://svenska.se/</a>	Svenska Akademin	Betydelsen av begrepp samt deras böjningsformer. Notera att vissa förklaringar är ”vardagliga” och inte exakt så som definitionerna inom fysik ser ut.

## Centralt innehåll i årskurs 7-9

Det centrala innehållet för högstadiet har två kunskapsområden. Ett av dessa områden beskriver ämnesteoretiska delar och det andra handlar främst om den naturvetenskapliga arbetsmetoden.

På nästa sida visas en översikt över vilket centralt innehåll som främst behandlas i lärobokens 15 kapitel och i arbetsboken. Arbetsbokens övningar syftar även till träning av de begrepp och förklaringsmodeller som tas upp i läroboken.

### Fysiken i naturen och samhället

1. Universums uppkomst, uppbyggnad och utveckling samt förutsättningar för att finna planeter och liv i andra solsystem.
2. Partikelmodell av materiens egenskaper samt fasövergångar, tryck, volym, densitet och temperatur.
3. Fysikaliska förklaringsmodeller av jordens strålningsbalans, växthuseffekten och klimatförändringar.
4. Energins flöde och oförstörbarhet samt olika energislags kvalitet. Olika typer av energikällor samt deras för- och nackdelar för samhället och miljön.
5. Partikelstrålning och elektromagnetisk strålning, deras användningsområden och risker.
6. Hur ljus breder ut sig, reflekteras och bryts.
7. Hur ljud uppstår, breder ut sig och kan registreras på olika sätt.
8. Sambandet mellan elektricitet och magnetism samt mellan ström och spänning i elektriska kretsar. Hur kretsarna kan användas i elektrisk utrustning.
9. Krafter, rörelser och rörelseförändringar samt hur kunskaper om detta kan användas, till exempel i frågor om trafiksäkerhet.
10. Några instrument för att mäta fysikaliska storheter, till exempel kraft och ström. Användning av mätvärden i enkla beräkningar, till exempel beräkningar av densitet och hastighet.

### Systematiska undersökningar och granskning av information

11. Observationer och experiment med såväl analoga som digitala verktyg. Formulering av undersökningsbara frågor, planering, utförande, värdering av resultat samt dokumentation med bilder, tabeller, diagram och rapporter.
12. Sambandet mellan undersökningar av fysikaliska fenomen och utvecklingen av begrepp och förklaringsmodeller. De fysikaliska förklaringsmodellernas historiska framväxt, användbarhet och föränderlighet.
13. Informationssökning, kritisk granskning och användning av information som rör fysik. Argumentation och ställningstaganden i aktuella frågor som rör energi, teknik och miljö.

## Centralt innehåll enligt Lgr22 och kapitel i Fysik 7-9



**OBS! ARBETSBOK ÄR UNDER UTVECKLING**

## Utdrag ur Skolverkets kommentarmaterial

Texten på de följande sidorna är ett sammandrag av det kommentarmaterial som Skolverket har tagit fram för grundskolans fysik. Endast det som handlar om årskurs 7-9 har tagits med. För den fullständiga texten hänvisas till Skolverkets webbplats.

Det centrala innehållet för högstadiets fysik är indelat i två kunskapsområden:

*”Fysiken i naturen och samhället”*

*”Systematiska undersökningar och granskning av information”*

### Fysiken i naturen och samhället

Kunskapsområdet ”Fysiken i naturen och samhället” ska ge eleverna förutsättningar att utveckla sina kunskaper om den natur och det samhälle de lever i. Eleverna ska möta ett innehåll som handlar om universums uppbyggnad, men även innehåll som knyter an till vardagliga fenomen som berör fysikaliska områden. Det kan till exempel vara temperatur, väderfenomen, elektricitet, magnetism, kraft och rörelse samt ljud och ljus. Kunskapsområdet handlar också om samhällets energiförsörjning som är en angelägen framtidsfråga för att skapa en hållbar utveckling. Genom innehållet ges eleverna förutsättningar att utveckla förståelse för att kunskaper i fysik är värdefulla för att bygga upp ett modernt samhälle, men även för att ta ställning i frågor som rör den egna vardagen.

### Universum

Universums utsträckning i tid och rum har fascinerat människor i alla tider. Både religioner och naturvetenskapen har försökt formulera svar på frågor om universums uppkomst och natur, och svaren har utgjort en central del av människans världsbild. Kursplanen lyfter genom alla årskurser fram ett innehåll som handlar om den moderna fysikens bild av universum.

I årskurserna 7-9 vidgas innehållet till att omfatta *”universums uppkomst, uppbyggnad och utveckling samt förutsättningar för att finna planeter och liv i andra solsystem”*. Eleverna kan redan i tidig ålder ställa frågor om till exempel svarta hål och supernovor, och undervisningen i fysik kan hjälpa eleverna att söka allt djupare svar på dessa frågor. Här finns kopplingar till naturvetenskapliga förklaringsmodeller om universums uppkomst i jämförelse med andra beskrivningar. Det kan till exempel innebära att jämföra big bang-teorin med skapelseberättelser i olika kulturer och religioner. Undervisningen kan även ge eleverna inblick i aktuella teorier om universums utveckling och atom-

slagens uppkomst genom stjärnornas utveckling. Här får eleverna tillfälle att fascineras av kunskapen om att deras kroppar till största delen består av stjärnstoff samtidigt som de får använda kunskaper inom många delar av det centrala innehållet i fysik, till exempel kunskaper om partiklar, tryck, temperatur och energi.

### Partikelmodeller

I ämnet kemi får eleverna använda visualiseringar av olika partikelmodeller för att beskriva faser och fasövergångar. I fysikämnet är en innehållspunkt i årskurserna 7-9 *”partikelmodell av materiens egenskaper samt fasövergångar, tryck, volym, densitet och temperatur”*.

En partikelmodell beskriver materien i form av partiklar på olika nivåer. När det gäller att åskådliggöra faser, fasövergångar, tryck, volym, densitet och temperatur handlar det framför allt om atomer och molekyler. En partikelmodell kan också användas för att förklara hur dofter sprids eller hur föroreningar kan återfinnas på oväntade ställen. I andra sammanhang är en modell av atomkärnan med protoner och neutroner användbar för att beskriva till exempel radioaktivitet. Sammantaget kan användningen av en partikelmodell utgöra ett redskap för eleverna att resonera om allt från fenomen i vardagen till tänkbara åtgärder för att förhindra spridning av partiklar på ett önskat sätt.

### Fysikaliska förklaringsmodeller

I årskurs 7-9 ska eleverna få möta innehållet *”fysikaliska förklaringsmodeller av jordens strålningsbalans, växthuseffekten och klimatförändringar”*.

Innehållet ger eleverna möjligheter att med hjälp av modeller studera jordens strålningsbalans och hur utsläpp av växthusgaser kan påverka klimatet. Här finns förutsättningar att diskutera hur kunskaper om växthuseffekten kan användas för att fatta personliga och samhälleliga beslut som har betydelse för det framtida klimatet. I samtal om vad en modell är kan eleverna utveckla förståelse för att en modell tjänar som brygga mellan naturvetenskapliga teorier och den upplevda verkligheten genom att förenkla och idealisera komplexa fenomen. En utmaning i undervisningen kan vara att elever ibland förväxlar en modell med fenomenet i sig.

### Energikällor och energins flöde

I både årskurserna 4-6 och 7-9 tar kursplanen upp en av fysikens hörnstenar – energi. Inom fysiken används ordet energi på ett annorlunda sätt än till vardags. Då är energi något som kan produceras och förbrukas. Allt detta är bortskalat från ordets användning inom



fysiken. Där är energi ett abstrakt begrepp som bara kan iakttas indirekt i samband med omvandling av energi, till exempel när en lampa lyser och blir varm då energi överförs till lampan från ett batteri. Energin förbrukas inte utan omvandlas när den flödar genom och mellan olika system, till exempel från kemiskt lagrad energi i batteriet till termisk energi i lampan.

I årskurserna 7–9 ska eleverna möta innehållet ”*energis flöde och oförstörbarhet samt olika energislags kvalitet. Olika typer av energikällor samt deras för- och nackdelar för samhället och miljön*”. Här avser kursplanen att eleverna ska utveckla förståelse för att energis flöde och oförstörbarhet hänger intimt samman. De ska också få möjligheter att beskriva och problematisera olika energislag utifrån såväl deras energikvalitet som deras påverkan på miljön. På så sätt kan eleverna utveckla kunskaper om energiomvandlingar, vilka möjligheter det finns att få arbete och värme ur olika energislag samt att energimängden hela tiden är konstant och att man kan följa den genom olika händelser. Det blir även möjligt att se att olika energislag påverkar miljön på skilda sätt. Det här innehållet ger dessutom eleverna förutsättningar att utveckla en helhetsbild av samhällets elförsörjning och öppnar för att i undervisningen ta upp system där energi lagras samt hur människan skapar och använder sådana system.

### Strålning

Levande organismer utsätts för strålning som vi kategoriserar på olika sätt, allt från solstrålning och röntgenstrålning till joniserande strålning. I kursplanen lyfts innehållet ”*partikelstrålning och elektromagnetisk strålning, deras användningsområden och risker*” fram i årskurserna 7–9. Genom att arbeta med förklaringsmodeller för att beskriva olika typer av strålning och deras uppkomst, kan eleverna utveckla kunskaper som hjälper dem att bedöma möjligheter och risker med olika slags strålning.

Undervisningen ska också behandla hur olika typer av strålning kan användas i modern teknik. Eleverna har kanske hört talas om att strålning används vid skanning på flygplatser, vid mobiltelefoni och inom sjukvården för diagnostik med röntgen samt för strålbehandling av cancerpatienter. Här finns många exempel som visar på fysikens betydelse för utvecklingen av ett modernt samhälle.

### Ljus och ljud

Ljus och ljud ingår som innehåll genom hela grundskoletiden. I årskurserna 7–9 återkommer innehållet om ljusets utbredning, nu tillsammans med ”*hur ljuset reflekteras och bryts*”. Det kan till exempel innebära att eleverna får bekanta sig med hur kunskaper i optik

kan hjälpa oss människor att förbättra synen med linser i glasögon, kikare, mikroskop och teleskop. Eleverna ska utveckla kunskaper om att begreppet färg i fysikalisk mening innebär en relation mellan tillgängligt ljus samt föremålets absorption och reflektion av ljuset. Uttrycket ”i mörkret är alla katter grå” är ett talesätt, som illustrerar väl att en röd tröja inte självklart uppfattas som röd i ett mörkt rum. Hur ögat uppfattar färg är beroende av vilket ljus som belyser föremålet. Även våglängd och frekvens är begrepp som bör behandlas i undervisningen om ljus.

Ljud breder ut sig och kan reflekteras. I årskurserna 7–9 vidgas detta till att omfatta ”*hur ljud uppstår och kan registreras på olika sätt*”. Eleverna ska få fördjupade kunskaper om hur ljud uppstår, fortplantas via olika material och når örat där det ger upphov till vibrationer i innerörat som registreras av hjärnan.

Frågan om vad ljud är kan förklaras på två sätt. Det ena är direkt kopplat till människans upplevelser av ljud, det andra beskriver ljud fysikaliskt. När det handlar om människans ljudupplevelse är decibelskalan användbar för att mäta ljudstyrkan. Innehållspunkten öppnar för att i undervisningen lyfta de fysikaliska begreppen ljudstyrka och tonhöjd, och hur de förhåller sig till de mer vardagliga begreppen volym, diskant och bas. I samband med detta kan diskussioner om ljudets utbredning och reflektion och hur dessa fenomen kan utnyttjas i musikinstrument, ultraljudsundersökningar eller för att dämpa eller förstärka ljud, bli aktuella.

### Elektricitet och magnetism

I årskurserna 7–9 återkommer de elektriska kretsarna i innehållspunkten ”*sambandet mellan elektricitet och magnetism samt mellan ström och spänning i elektriska kretsar. Hur kretsarna kan användas i elektrisk utrustning*”. Progressionen ligger i att eleverna nu får möjligheter att bekanta sig med ett antal centrala begrepp samt att sambanden mellan dem kan tydliggöras, till exempel sambandet mellan ström och spänning i en sluten krets.

Kretsar som kan användas för att studera samband mellan spänning och ström är serie- och parallellkopplingar med motstånd och glödlampor. Ohms lag kan då nämnas explicit i undervisningen. Kretsar med dioder ger exempel på mer komplexa samband i halvledartechniken. Hemma kan eleverna urskilja sambandet mellan ström och spänning när en säkring går sönder eller slår ifrån efter att man till exempel använt dammsugaren, kaffebryggaren, mikrovågsugnen och brödrosten samtidigt. För varje ny apparat som slås på ökar strömförbrukningen och effekten, vilket riskerar att säkringar går sönder eller slår ifrån.

Med innehållet ”*sambandet mellan elektricitet och magnetism*” vidgas innehållet till att handla om magneter och elektromagneter. Kursplanen avser här att lyfta fram hur permanentmagneter används i hemmet, till exempel för att fästa lappar på kylskåpet, koppla ihop leksakståg eller förhindra att skruven ramlar av skruvmejseln. Det finns även många exempel på hur permanentmagneter används i samhället, till exempel i högtalare och hårddiskar.

Trots att eleverna själva använder högtalare, elvispar, dammsugare, bormaskiner och annan utrustning som utnyttjar sambandet mellan elektricitet och magnetism, kan de båda fenomenen upplevas som abstrakta. Därför ska eleverna i undervisningen få möjligheter att undersöka sambandet mellan elektricitet och magnetism för att förklara elektromagnetism som fenomen. Det kan ske genom att man observerar att en ström genom en ledare ger utslag på en kompass eller genom att tillverka elektromagneter med en spik, ett batteri och lite ledningstråd.

Det är också möjligt att systematiskt undersöka hur olika storheter beror av varandra och samvarierar, till exempel hur spikens förmåga att lyfta gem påverkas av hur många varv tråden är lindad runt den. Tanken bakom innehållet är också att eleverna ska få förståelse för att generatorerna i kärn-, vatten-, vind-, väg- och värmekraftverk verkar enligt samma princip, och att principen bygger på att elektricitet uppstår när en elektrisk ledning och ett magnetfält rör sig i förhållande till varandra.

### Krafter och rörelser

Eleverna kommer i kontakt med krafter och rörelser genom hela grundskoletiden. I årskurserna 7–9 ska ”*krafter, rörelser och rörelseförändringar samt hur kunskaper om detta kan användas*” bilda utgångspunkt för resonemang om hur krafterns riktning och storlek förhåller sig till rörelseförändringar enligt Newtons rörelselagar. Tanken är att eleverna ska få möjligheter att undersöka krafter, rörelser och rörelseförändringar systematiskt och dra slutsatser i förhållande till fysikens begrepp och förklaringsmodeller.

Det kan handla om att undersöka frågor om varför man ramlar om man inte håller i sig när bussen startar och bromsar, varför man vallar skidor, hur satelliter rör sig eller vilka krafter som verkar mellan olika himlakroppar. Sådana undersökningar kan ge eleverna möjligheter att urskilja att fysikens förklaringar ibland utmanar våra vardagsupplevelser.

### Mätningar och mätinstrument

I årskurs 7–9 finns innehållet ”*instrument för att mäta fysikaliska storheter*” med tillägget ”*användning av mätvärden i enkla beräkningar*”. Genom att lyfta fram kombinationer av olika mätningar, till exempel

mätningar av sträcka och tid för att studera ett föremåls rörelse, strävar kursplanen efter att eleverna ska utveckla kunskaper om hur olika fenomen är beroende av att skilda storheter samverkar med varandra. Eleverna ska också få möjligheter att använda olika mätvärden i enkla beräkningar. Det kan handla om att mäta massa och volym av ett ämne och därefter beräkna ämnets densitet eller att utifrån mätvärden av sträcka och tid beräkna hastigheten för ett föremål.

## Systematiska undersökningar och granskning av information

Kunskapsområdet ”Systematiska undersökningar och granskning av information” handlar om planering, utförande, värdering och dokumentation av observationer och experiment. Här får eleverna lära sig om naturvetenskapens karaktär, dess betydelse och att den är föränderlig över tid samt om sambandet mellan undersökningar i fysik och utvecklingen av begrepp och förklaringsmodeller. Det kan bidra till att öka tilltron till den egna förmågan att identifiera, analysera och lösa problem som rör fysik.

I kunskapsområdet ingår kritisk granskning och användning av information som rör fysik. Syftet är att ge eleverna redskap att granska och värdera påståenden och resultat som de möter i till exempel medier. På så sätt får eleverna också möjligheter att utveckla förmågan att delta i samtal om naturen och samhället. Kunskapsområdets innehåll kommer till användning när eleverna möter innehåll i övriga kunskapsområden, men det bör också behandlas som ett innehåll i sig.

### Observationer och experiment

I årskurserna 7–9 finns innehållet ”*observationer och experiment*” med tillägget ”*formulering av undersökningsbara frågor*”. Genom att vara delaktiga i att formulera frågor och planera undersökningar lär sig eleverna att urskilja vilka frågor som är möjliga att undersöka vetenskapligt. De lär sig att ställa hypoteser, göra förutsägelser och genomföra olika typer av undersökningar, vilket kan utveckla deras tilltro till den egna förmågan att identifiera och lösa problem. Eleverna får även stifta bekantskap med hur man skiljer mellan beroende och oberoende variabler, varför man enbart varierar en parameter i taget och hur man tar hänsyn till eventuella felkällor. Innehållet syftar till att eleverna ska bli så förtrogna med undersökningsmetoderna att de kan ställa nya frågor om fysikaliska fenomen i naturen och samhället, som i sin tur kan leda till nya undersökningar och ett fortsatt lärande.

Modellering och simulering är kraftfulla verktyg vid systematiska undersökningar i fysik. Modellering kan göras med till exempel bilder, lera eller drama och handlar om att utveckla, använda samt förstå möjlig-

heter och begränsningar med modeller. En simulering kan, med hjälp av digitala verktyg, modellera verkliga eller tänkta händelser. Det kan handla om visualisering av koldioxidutsläpp i världen eller partikelmodeller. Med fritt tillgängliga databaser och digitala verktyg kan eleverna interagera med virtuella modeller och göra simuleringar av verkliga eller tänkta händelser. På så sätt kan de söka svar på frågor om exempelvis energikällor, växthuseffekt eller hållbar utveckling.

I årskurserna 4–9 finns även innehållet ”*dokumentation med ord, bilder och tabeller*”. I en dokumentation visar man hur en undersökning har utförts, vilka resultat den har gett och vilka slutsatser man har dragit. En dokumentation är nödvändig för att resultat och slutsatser ska kunna granskas, för att man ska kunna värdera en undersökning och i konstruktiv anda ge förslag på hur den kan förbättras. Eleverna kan få förståelse för att det finns olika sätt att dokumentera en undersökning på och lära sig när det är lämpligt att använda olika dokumentationsformer. Det kan vara allt från dokumentationer med teckningar eller digitala bilder till enkla tabeller. I de högre årskurserna tillkommer två dokumentationsformerna ”*diagram och rapporter*”. Progressionen ligger i att dokumentationen blir allt mer omfattande och strukturerad när undersökningarna bygger på mer avancerade frågeställningar. Eleverna ska få arbeta med en bredd av dokumentationsformer. Detta kan innebära att använda dokumentationsformer där större mängder insamlade data ska hanteras eller att kunna anpassa uttrycksformerna utifrån vad som ska presenteras.

### Upptäckter inom fysik

Genom historien har vetenskapliga upptäckter inom fysikens område förändrat människors levnadsvillkor och syn på naturen och världen. Fysikkunskaper kan hjälpa människor att lösa vardagliga och samhälleliga problem genom tekniska tillämpningar. Vetenskapliga upptäckter har påverkat och påverkar människors syn på naturen. Innehållet syftar också till att ge eleverna möjligheter att särskilja naturvetenskapens sätt att förstå och skildra omvärlden.

Naturvetenskapen skiljer sig från andra sätt att beskriva och förklara naturen genom antagandet att naturen inte styrs av någon inneboende vilja. Naturvetenskapens beskrivningar grundar sig på systematiska undersökningar och begränsas till att ägna sig åt frågor som kan undersökas med vetenskapliga metoder. Genom systematiska undersökningar kan förklaringsmodeller bekräftas, förändras eller förkastas genom nya upptäckter eller tolkningar. Den naturvetenskap som eleverna möter i skolan är oftast väl prövad. Men som all mänsklig verksamhet påverkas fysiken av de människor som verkar inom den, deras antaganden, frågeställningar och slutsatser och av de historiska och

samhälleliga sammanhang som dessa människor verkar inom. Naturvetenskaplig kunskap är inte slutgiltig utan föränderlig och föremål för omprövningar.

För år 7–9 finns innehållet ”*de fysikaliska förklaringsmodellernas historiska framväxt, användbarhet och föränderlighet*”. Undervisningen kan koppla ihop fysikaliska förklaringsmodeller med samhällsförändringar och problematisera de förändringar som olika upptäckter har medfört. De fysikaliska upptäckterna kan sättas in i större sammanhang där deras betydelse kan synliggöras, diskuteras och problematiseras. Naturvetenskapliga upptäckter görs ofta mot bakgrund av rådande uppfattningar och de tolkas inom ramen för sin samtids världsbilder. Astronomerna på 1600-talet tvingades formulera ett antal undantag för att få sina observationer av himlakropparnas rörelser att passa in i den geocentriska världsbilden. Innehållet ger utrymme för att studera hur naturvetenskapliga upptäckter kan bidra till att forma och förändra världsbilder, till exempel hur den heliocentriska världsbilden så småningom kom att accepteras trots motstånd från kyrkan. Möjlighet finns att lyfta fram aktuella forskningsområden, och väcka elevernas intresse för omvärlden och vidare studier i ämnet. Elektronik är ett område som förändrar vårt samhälle och vår syn på världen. Kunskaper om elektronik har gett oss nya kommunikationssystem som mobiltelefoni och internet.

Med innehållet ”*sambandet mellan undersökningar av fysikaliska fenomen och utvecklingen av begrepp och förklaringsmodeller*” avser kursplanen att eleverna ska utveckla förståelse för att fysikens begrepp och förklaringsmodeller växer fram i samspel med resultat av undersökningar. Befintliga förklaringsmodeller ger förutsättningar för att utforma och tolka observationer och experiment, men om nya resultat inte kan förklaras ställs krav på förändring av modellerna. När eleverna blir allt mer förtroga med naturvetenskapliga arbetssätt kan de lättare förstå skillnaden mellan begrepp som observation och slutsats. Det ger också möjligheter att resonera om begränsningar hos naturvetenskapliga undersökningar.

### Användning av information

I årskurserna 7–9 ska undervisningen behandla ”*informationssökning, kritisk granskning och användning av information som rör fysik. Argumentation och ställningstaganden i aktuella frågor som rör energi, teknik och miljö*”. Olika källor beskriver ofta verkligheten utifrån vilka bakomliggande intressen de har. Med det här innehållet avser kursplanen att eleverna ska få utveckla sin förmåga att, utifrån sina kunskaper i fysik och med ett kritiskt tänkande, granska information och argument. Finns det till exempel skillnader i hur ett energibolag, en miljöorganisation och en lärobok beskriver för- och nackdelar med kärnkraft?

## Om betygskriterier och betygssättning

Texten på detta uppslag är i huvudsak hämtad från Skolverkets webbplats.

### Bestämmelser om betyg

Från den 1 juli 2022 gäller nya bestämmelser för hur betyg sätts. De nya bestämmelserna ska leda till att betygen speglar elevernas kunskaper bättre. Begreppet kunskapskrav byter också namn till betygskriterier.

De nya bestämmelserna innebär att kravgränserna för betygen D–A inte längre är lika skarpa. Läraren ska på så sätt få större möjligheter att göra en sammantagen bedömning och sätta det betyg som bäst motsvarar elevens kunskaper med hjälp av betygskriterierna. För betyget E (och betyget Godkänt) behålls regeln om att elevens kunskaper måste motsvara samtliga betygskriterier.

De nya bestämmelserna innebär att formuleringen om att läraren ska utnyttja all tillgänglig information vid betygssättning tas bort ur läroplanerna. Regeringens avsikt är att lärare och elever ska få större möjligheter att sätta tydliga gränser för sitt arbete och att minska stress kopplad till omprov och sena inlämningar.

### Ändringarna innebär

- ◆ att läraren ska göra en sammantagen bedömning av elevens kunskaper och sätta det betyg som bäst motsvarar elevens kunskaper
- ◆ att begreppet kunskapskrav ersätts av begreppet betygskriterier i alla skolformer och årskurser där betyg sätts
- ◆ att begreppen kunskapskrav och kravnivåer ersätts av begreppet kriterier för bedömning av kunskaper i de skolformer och årskurser där betyg inte sätts
- ◆ att läraren inte längre behöver utnyttja all tillgänglig information vid betygssättningen utan i stället ska göra en allsidig bedömning

### Syfte, centralt innehåll och undervisning

I de kursplaner som börjar gälla hösten 2022 är kunskapskraven ändrade. De har bytt namn till betygskriterier och är mindre omfattande och detaljerade än tidigare. Betygskriteriernas uppgift är att fungera som måttstock för bedömning av elevens kunskaper. Kriterierna behöver läsas och tolkas i relation till syftet, det centrala innehållet och den undervisning som har bedrivits.

Läraren fäster vid betygssättningen mer vikt vid sådana kunskaper som betonas i syftet eller som kan kopplas till många eller omfångsrika punkter i det centrala innehållet. Läraren fäster också mer vikt vid sådant som har fokuserats i undervisningen och där eleverna fått möjlighet att särskilt fördjupa sina kunskaper.

### Syftet med ämnet fysik

Det finns stora likheter mellan de tre naturorienterande ämnena biologi, fysik och kemi. Tillsammans kan undervisningen i ämnena ge eleverna förutsättningar att utveckla en helhetsbild av vad naturvetenskap är. Av den anledningen ligger formuleringarna i de tre ämnens syftestexter mycket nära varandra.

Syftestexterna avslutas med tre långsiktiga mål. Målen i de tre ämnena liknar varandra och beskriver vilka kunskaper och förmågor som är centrala och som undervisningen ska ge eleverna förutsättningar att utveckla.

Undervisningen i ämnet fysik ska ge eleverna förutsättningar att utveckla

- ◆ kunskaper om fysikens begrepp och förklaringsmodeller för att beskriva och förklara samband i naturen och samhället,
- ◆ förmåga att använda fysik för att granska information, kommunicera och ta ställning i frågor som rör energi, teknik och miljö, och
- ◆ förmåga att genomföra systematiska undersökningar i fysik.

## Betygskriterier i ämnet fysik

Betygskriterierna är tydligt kopplade till de tre långsiktiga mål som anges i syftet för skolämnet fysik.

### Betygskriterier för betyget E i slutet av årskurs 9

Eleven visar grundläggande kunskaper om fysikens begrepp och förklaringsmodeller. Med viss användning av begreppen och förklaringsmodellerna beskriver och förklarar eleven fysikaliska fenomen i naturen och samhället.

I frågor som rör energi, teknik och miljö för eleven resonemang samt framför och bemöter argument med viss naturvetenskaplig underbyggnad. Eleven söker information som rör fysik och använder då olika källor och för enkla resonemang om informationens och källornas trovärdighet och relevans.

Eleven söker svar på frågor genom att planera och utföra systematiska undersökningar på ett säkert och i huvudsak fungerande sätt. Eleven värderar undersökningarna genom att föra enkla resonemang utifrån frågeställningarna.

### Betygskriterier för betyget D i slutet av årskurs 9

Betyget D innebär att betygskriterierna för betyget E och till övervägande del för C är uppfyllda.

### Betygskriterier för betyget C i slutet av årskurs 9

Eleven visar goda kunskaper om fysikens begrepp och förklaringsmodeller. Med relativt god användning av begreppen och förklaringsmodellerna beskriver och förklarar eleven fysikaliska fenomen i naturen och samhället.

I frågor som rör energi, teknik och miljö för eleven resonemang samt framför och bemöter argument med relativt god naturvetenskaplig underbyggnad. Eleven söker information som rör fysik och använder då olika källor och för utvecklade resonemang om informationens och källornas trovärdighet och relevans.

Eleven söker svar på frågor genom att planera och utföra systematiska undersökningar på ett säkert och fungerande sätt. Eleven värderar undersökningarna genom att föra utvecklade resonemang utifrån frågeställningarna.

### Betygskriterier för betyget B i slutet av årskurs 9

Betyget B innebär att betygskriterierna för betyget C och till övervägande del för A är uppfyllda.

### Betygskriterier för betyget A i slutet av årskurs 9

Eleven visar mycket goda kunskaper om fysikens begrepp och förklaringsmodeller. Med god användning av begreppen och förklaringsmodellerna beskriver och förklarar eleven fysikaliska fenomen i naturen och samhället.

I frågor som rör energi, teknik och miljö för eleven resonemang samt framför och bemöter argument med god naturvetenskaplig underbyggnad. Eleven söker information som rör fysik och använder då olika källor och för välutvecklade resonemang om informationens och källornas trovärdighet och relevans.

Eleven söker svar på frågor genom att planera och utföra systematiska undersökningar på ett säkert och väl fungerande sätt. Eleven värderar undersökningarna genom att föra välutvecklade resonemang utifrån frågeställningarna.

## Läsårsplanering

### Schemaläggning

Vid schemaläggning av NO på högstadiet finns två huvudalternativ. Antingen läses alla tre ämnena samtidigt under hela läsåret, eller också delas läsåret in i perioder där undervisning sker för ett ämne i taget. Timplanen anger minst 75 timmar, eller 88 timmar om den valfria tiden fördelas lika mellan NO-ämnena.

Det finns alternativa lösningar för att möjliggöra laborationer i mindre grupper. Av säkerhetsskäl är det olämpligt att laboratoriearbete sker med 30 elever i klassrummet. En vanlig lösning är att dela in klasserna i NO-grupper med cirka 20 elever per grupp. Då sker vanligen all NO-undervisning i dessa grupper. En fördel är att läraren själv kan välja när det passar att planera in ett laborativt moment. Alternativet är att klassen delas i halvklass vid exempelvis ett tillfälle varannan vecka.

### Lektionsstruktur – ett förslag

För att skapa en förutsägbarhet för eleverna, och även för att underlätta planeringen, kan det vara bra att ha en tydlig struktur som används under de flesta lektionspass. Här följer ett förslag på en sådan struktur.

1. Eleverna får i läxa att läsa igenom ett eller två uppslag i boken inför nästa lektion. De förväntas även lära in de nya begrepp som finns förklarade på uppslagen.
2. Läraren inleder lektionen med en kort genomgång av begreppen. Denna genomgång kan utformas som ett muntligt läxförhör. Var generös vid tolkning av svaren. Det viktiga är inte att eleverna kan citera den exakta beskrivningen i boken, utan att de har en förståelse för begreppets innebörd.
3. Läraren går igenom faktainnehållet i dagens avsnitt, vilket kan ta ungefär halva lektionstiden. Ibland kan det passa med en demonstration som ger underlag för samtal kring vad som observeras. Skriv och rita på tavlan, och använd gärna de bilder som finns i läroboken. Bilderna finns åtkomliga på förlagets webbplats. Uppmuntra elever att kommentera och ställa frågor under genomgången.
4. Resterande lektionstid ägnas åt arbete med olika typer av uppgifter i läroboken eller arbetsboken. Ibland kan uppgiften bestå av en laboration.
5. Lektionen avslutas med att eleverna påminns om vilka sidor som ska läsas inför nästa lektion.

### Tänk på!

Elever bör inte få läxor som innebär omfattande arbete med inlämningsuppgifter eller besvarande av svåra frågor. Den typen av arbete bör utföras under lektionstid då eleverna kan få handledning av läraren. Alla elever har inte samma möjlighet att få hjälp av sina föräldrar och vi bör arbeta för att minska den stress många elever upplever kring skolarbetet.

### Samverkan mellan NO-ämnena

De tre naturorienterande ämnena har mycket gemensamt och faktainnehållet överlappar i vissa fall mellan två eller tre ämnena. För att skapa en helhetssyn, och även för att undvika onödig upprepning, kan samverkan mellan de tre ämnena rekommenderas.

Översikten på nästa sida visar kapitelindelningen i de tre läromedlen inom serien Capensis NO. Färgmarkeringar och kommentarer visar förslag på lämpliga moment för samverkan.

### Förslag till läsårsindelning

I tabellen på nästa sida finns ett förslag till läsårsindelning. Kapitlen finns i en viss ordningsföljd baserat på följande pedagogiska planering.

Självklart är det möjligt att läsa kapitlen i en annan ordning än den föreslagna, men läraren behöver då tänka på att vissa begrepp och basfakta kan behöva förklaras för att ge eleverna rätt förkunskaper.

### Årskurs 7

I årskurs 7 får eleverna lära sig om de grundläggande hörnstenar som är utmärkande för vart och ett av de tre NO-ämnena. Dessa ger viktiga förkunskaper inför senare delar och även ett visst mått av repetition från mellanstadiet NO-undervisning.

- ♦ I biologin finns evolutionen, systematiken och fakta om de grupper av organismer som populerar ekosystemen.
- ♦ I kemien presenteras materiales beståndsdelar, grundämnen, kemiska föreningar och den oorganiska kemien.
- ♦ I fysiken behandlas materia, energi och krafter. Jorden och atmosfären beskrivs, inklusive egenskaper hos luft och vatten.

### Årskurs 8

I årskurs 8 handlar biologin om människan som levande organism och kemin är samtidigt inriktad mot livets kemi. Fysiken behandlar klassiska områden som mekanik, elektricitet och vågrörelser. Här finns möjlighet att göra kopplingar mot biologin genom nervimpulser och sinnesorgan. Mekaniken kan ha anknytning till människans rörelseapparat.

### Årskurs 9

I årskurs 9 finns teman som har anknytning till viktiga samhällsfrågor som ekosystemtjänster, klimatförändringar, miljögifter och energifrågor. Eleverna har nu möjlighet att använda sina kunskaper genom att arbeta med uppgifter där de ska granska information, kommunicera och ta ställning i frågor med koppling till hållbar utveckling. Flera av kapitlen har ett tydligt framtidsperspektiv på naturvetenskapens roll när det gäller forskning och samhällsutveckling.

Åk	Biologi	Kemi	Fysik	Samverkan
7	1 Biologi som vetenskap	1 Kemi i vetenskap och vardag	1 Fysik som vetenskap	naturvetenskap och det vetenskapliga arbetssättet
7	2 Livets utveckling	2 Kemins metoder		
7	3 Alger och växter	3 Grundämnen och atomer	2 Materia, energi och krafter	materiens beståndsdelar och modeller av atomer
7	4 Svampar och bakterier	4 Kemiska reaktioner	3 Vårt hem i universum	
7	5 Rygggradslösa djur	5 Materia på jorden	4 Temperatur och tryck	
7	6 Rygggradsdjur	6 Vattnets kemi	5 Väder och klimat	
8	7 Vad är en människa?	7 Kolföreningar	6 Mekanik och rörelse	
8		8 Biokemi	7 Elektricitet och magnetism	biokemi först och sedan ämnesomsättning
8	8 Ämnesomsättning	9 Ämnesomsättning		organsystemen i biologin, omsättning av kol och vatten i kemin
8	9 Rörelse och kommunikation		8 Ljud och andra vågor	
8	10 Infektioner och försvar		9 Elektromagnetiska vågor	
8	11 Kärlek och relationer			
8	12 Ärtflighet			
8	13 Hälsa och sjukdom	10 Gifter och läkemedel	10 Kärnfysik och strålning	hälsorisker och metoder för diagnos och behandling
9	14 Samspel i naturen	11 Material och produkter	11 Energi, arbete och effekt	
9	15 Ekosystem på land	12 Metaller och elektrokemi	12 Energikällor	användning av energi
9	16 Ekosystem i vatten	13 Kemikalier och tillsatser	13 Universum	
9	17 Biologisk mångfald	14 Kretslopp och miljö	14 Fysikens historia och framtid	klimat och andra miljöfrågor
9	18 Människan i naturen	15 Miljömål för framtiden	15 Fysiken i samhället	hållbar utveckling

# 1 Fysik som vetenskap

## Centralt innehåll i avsnittet

- ◆ Sambandet mellan undersökningar av fysikaliska fenomen och utvecklingen av begrepp och förklaringsmodeller.
- ◆ De fysikaliska förklaringsmodellernas historiska framväxt, användbarhet och föränderlighet.

## Kommentarer till innehållet

Bokens första kapitel handlar om fysik som en del av naturvetenskapen, det vetenskapliga arbetssättet och hur fysiken är användbar i samhället. Mer om fysikens historia följer i kapitel 14.

### Att tänka naturvetenskapligt

I kapitlet läggs en grund för att förstå hur kunskaper om naturen utvecklas. Eleverna behöver lära sig att skilja mellan kunskaper som bygger på forskning och sådant som är åsikter eller obevisade påståenden.

Uttrycket ”formulering av undersökningsbara frågor” syftar till att utveckla förståelse för att alla påståenden inte går att testa. Det som inte går att testa går inte heller att bevisa med vetenskapliga metoder, och därför bör vi vara skeptiska till sådan information. Om eleverna lär sig att fundera över vad som går att undersöka blir de förhoppningsvis mindre benägna att tro på ovetenskapliga idéer.

Idéer som inte är bevisade med vetenskapliga metoder kallas ibland ”pseudovetenskap”, det vill säga falsk vetenskap. Innebörden är att något beskrivs på ett sätt som kan låta vetenskapligt, men det saknas bevis för att det som påstås stämmer.

### Nyttan med fysik

Fysiker arbetar både med grundforskning och tillämpad forskning. Ibland hörs åsikter om att grundforskning är både dyrt och meningslöst. Varför ska vi satsa resurser på sådant som inte kan användas till något? Det förtjänar att påpekas att nästan alla tekniska framsteg bygger på grundforskning som skett långt tidigare. Några exempel finns i boken.

## Fysikens enheter

Ett par uppslag handlar om mätning och enheter. Vi använder i boken normalt SI-enheter, det vill säga de internationellt definierade enheterna. Ibland nämns även andra enheter som eleverna kommer att stöta på i vardagliga tillämpningar, exempelvis på elräkningen.

Prefix tas upp redan i kapitel 1, eftersom eleverna bör vara bekanta med flera av dessa sedan tidigare. Notera även att några SI-enheter innehåller prefix. Tiopotenser är praktiska att använda för mycket stora eller små måttetal. Vi har valt att inte använda tiopotenser i lärobokens texter, men de finns med i tabellen på sidan 303, där prefixen finns sammanställda. Inget hindrar förstås att tiopotenser används vid beräkningar när eleverna har bekantat sig med dem i matematiken.

Vi ska inte blanda ihop namn på kända personer med de enheter som har namngetts till deras ära. Observera att enheter alltid ska skrivas med liten bokstav när hela enhetsnamnet skrivs ut, till exempel newton. Beteckningar för enheter kan dock innehålla stora bokstäver, som N.



## Kommentarer till C-uppgifter

C1. Frågan om huruvida den andra eller den tredje forskaren hade rätt behöver inte få ett slutgiltigt svar. Det intressanta är argumenten. Den matematiska logiken säger förstås att den tredje forskaren inte kan bli motbevisad. Man kan dock argumentera för att det är opraktiskt att tillämpa matematisk logik fullt ut. Betyder det att forskare nummer två gissar och att det är ok? Nej, det faktum att inget får med en sida av varje färg har observerats hittills i andra sammanhang är ett bra argument. Dock är det egentligen så att den andra forskarens påstående är sant med en mycket hög (men okänd) sannolikhet. Skulle det finnas några få får med en färg på varje sida skulle påståendet vara sant med en mycket hög känd sannolikhet.

C2. Hur mycket är  $300\,000\text{ m}^2$ ? Även om vi har en god känsla för hur mycket en kvadratmeter är, gör det stora talet att vi bara förstår att det är mycket mer än saker som vi vanligtvis mäter i enheten  $\text{m}^2$ . Ytan av 40 fotbollsplaner skulle kunna vara en ungefärlig uppskattning av samma yta. Både talet 40 och en fotbollsplans storlek är hanterbara, vilket gör att de flesta kan göra sig en bild av ytan. Andra kanske föredrar att tänka sig  $0,3\text{ km}^2$ , 30 hektar eller en rektangel med sidorna 500 gånger 600 meter?

Ett problem med ytenheten "fotbollsplan" är att den inte är standardiserad. Planens storlek varierar beroende på bland annat spelarnas ålder och vilken serie spelet gäller.

Om ytenheten fotbollsplaner används för ytor som motsvarar flera tusen fotbollsplaner har vi inte vunnit något i hanterbarhet. Då kan vi kanske säga att ytan är "nästan lika stor som Skåne", eller något liknande.

C3. Målet är inte att komma fram till en distinkt skiljelinje mellan forskare och uppfinnare. Några saker kan man föra fram i diskussionen:

- En uppfinnare måste få sin uppfinning att fungera, men behöver inte veta i detalj hur allt fungerar.
- En forskare måste kunna beskriva vad som händer och varför, men behöver inte veta hur man kan använda sig av det.

När det gäller den första laserkanonen är det ett bra exempel på ett fall då flera personer är inblandade. Den som först beskrev hur en laser kan byggas och de som faktiskt byggde den kan nog anses som uppfinnare av laserkanonen. Nu råkar dessa personer vara forskare i fysik, och det hade varit omöjligt att göra uppfinningen utan den grundforskning som många fysiker gjort innan, inte minst Einsteins teori gällande stimulerad emission.

## 2 Materia, energi och krafter

### Centralt innehåll i avsnittet

- ◆ Partikelmodell av materiens egenskaper.
- ◆ Energins flöde och oförstörbarhet.
- ◆ Krafter, rörelser och rörelseförändringar samt hur kunskaper om detta kan användas.

### Kommentarer till innehållet

I kapitlet repeteras översiktligt några begrepp som bör vara kända sedan mellanstadiet. Därigenom får alla elever möjlighet att starta från samma utgångsläge när resonemangen fördjupas i efterföljande kapitel.

#### Partikelmodeller

Eleverna behöver vänja sig vid de modeller naturvetare använder för att beskriva materia. Förståelsen underlättas av att alla begrepp förklaras tidigt i boken.

Partikelmodeller beskrivs och används i både kemi och fysik. Begreppet "partikel" har ingen entydig definition. Uttrycket "liten beståndsdel av materia" kan syfta på många objekt av olika storlek. I kemin är partiklarna oftast atomer eller molekyler. Högstadiets fysik tar upp elektroner, protoner och neutroner.

En partikelfysiker studerar elementarpartiklar, dvs. de partiklar som bygger upp atomer. Tidigare räknades elektroner och kärnpartiklar som elementarpartiklar, och detta språkbruk förekommer fortfarande i vissa sammanhang. Men nyare forskning har visat att dessa delar av atomer i sin tur består av mindre partiklar, såsom kvarkar och leptoner.

#### Energi

Energi är ett centralt begrepp inom fysiken, men svårt att definiera på ett korrekt sätt som eleverna kan förstå. Boken beskriver begreppet energi som "något som kan skapa rörelse". Med hjälp av energi kan mekaniskt arbete utföras. Detta resonemang kopplar ihop energibegreppet med mekaniska fenomen, vilket inte är en perfekt definition. Beskrivningarna är inte optimala, eftersom de skulle kunna användas även om krafter.

Det är lättare att observera tecken på att det finns energi än att beskriva själva energin. Vi kan även hitta exempel på system där det finns en viss typ av energi. Energiformer och energiomvandlingar behandlas för att eleverna ska få en känsla för vad energin gör. De

bör vara yttligt bekanta med några energiformer sedan mellanstadiet.

Energiprincipen introduceras som begrepp i kapitel 12, men energins oförstörbarhet nämns redan i kapitel 2. Tänk på att använda rätt ordval. Energi kan inte förbrukas, men en energiform kan förbrukas. Efter en energiomvandling finns energin fortfarande kvar, men den har degraderats till en energiform med lägre kvalitet, som inte är lika användbar. Mer om energikvalitet följer i kapitel 12.

#### Krafter och motkrafter

Den tredje innehållspunkten i kapitlet handlar om krafter. Krafter kan verka mellan två kroppar på avstånd, exempelvis tyngdkraft och elektrisk kraft. Krafter kan även påverka kroppar genom beröring. Beröringskrafter verkar alltid i båda riktningarna. Tänk på att motkrafter alltid finns och inte beror av något annat än storlek och riktning av den påverkande kraften.

Vad händer vid dragkampen? Om eleverna inte förstår resonemanget om att "kraften mot marken" är det som avgör kan du ge dem jämförelse. Be dem föreställa sig att det ena laget står på en isbana eller har rullskridskor på fötterna. Utan friktionen mot marken är laget chanslöst, oavsett hur hårt de kan hålla i repet.

Vissa storheter inom fysiken har riktningar, och vissa har det inte. Ett föremål har en temperatur och en färg. Dessa storheter har inga riktningar. Energi har ingen riktning. Kraft däremot har både storlek och riktning. Denna typ av storhet kallas för en vektorstorhet. Andra vektorstorheter är till exempel hastighet och acceleration.

Vi använder pilar för att rita ut krafter och andra vektorstorheter. Pilens bas sätts i angreppspunkten. Längden och riktningen visar kraftens storlek och riktning. I kapitel 6 återkommer krafterna genom att Newtons rörelselagar behandlas. Då introduceras även beräkningar av resulterande krafter på kroppar.

Eleverna kan möjligen tycka det är svårt att intuitivt förstå skillnaden mellan energi och kraft. I vardagligt språkbruk finns ett visst överlapp i hur begreppen används. Vi säger till exempel att kraftverk producerar elektrisk energi. I tekniska system används energikällor för att skapa krafter, som sedan kan sätta något i rörelse eller orsaka en deformation.

## Kommentarer till C-uppgifter

C1. Tyngdpunkten för en tom mugg kommer att vara ungefär på halva muggens höjd. Likaså tyngdpunkten för en helt full mugg. När man fyller på med sand sänker man till att börja med tyngdpunkten, men vid en viss mängd sand kommer tyngdpunkten att stiga och muggen välter vid lägre lutning. En mycket lätt mugg får sin lägsta tyngdpunkt med mindre sand än en tyngre mugg. Om möjligt prova gärna med olika tunga muggar.

C2. Eleverna behöver förstå att orsaken till att man börjar glida är att tyngdkraften är större än friktionskraften. Att det rent tekniskt är tyngdkraftens komponent i åkriktningen behöver vi inte ta upp här. En annan insikt vi kan hoppas på är att skidåkaren skulle kunna accelerera till orimliga hastigheter om förhållandet mellan tyngdkraft och friktion fortsatte vara samma genom hela åket. I och med att tyngdkraften inte förändras måste alltså friktionskraften öka. Med lite ledning kan eleverna förstå att det är två friktionskrafter inblandade. Den mellan snön och skidorna förändras inte mycket, medan luftmotståndet ökar med farten.

Nästa insikt vi hoppas på är att totala friktionskraften och tyngdkraften till slut måste bli lika stora och att accelerationen då upphör.

C3. Några förslag:

”Friktionen mellan Saras skor och isen var mindre än kraften i sidled.”

”Saras tyngdpunkt hamnade utanför hennes stödyta.”

”Tyngdkraften gjorde att Sara accelererade mot jordens mittpunkt.”

”Saras lägesenergi omvandlades till rörelseenergi.”

”Kraften från marken som krävdes för att omvandla Saras rörelseenergi till värmeenergi var stor.”

## 3 Vårt hem i universum

### Centralt innehåll i avsnittet

- ◆ Universums uppkomst, uppbyggnad och utveckling samt förutsättningar för att finna planeter och liv i andra solsystem.
- ◆ Fysikaliska förklaringsmodeller av jordens strålningsbalans, växthuseffekten och klimatförändringar.

### Kommentarer till innehållet

Kapitlet handlar om vårt solsystem och vad som gör jorden till en beboelig planet. Eftersom eleverna inte har hunnit så långt in i fysiken har vissa förenklingar gjorts. Universum utanför solsystemet behandlas i kapitel 13, med fler detaljer om hur stjärnor fungerar.

Flera av siffrorna som anges är ganska grova uppskattningar. Några förenklingar är gjorda för att texten ska bli mer lättläst. Det kan t.ex. stå "cirka 100 000" när "ett tal i storleksordningen 100 000" vore mer korrekt. Massa och densitet introduceras först senare i boken, så andra mer oprecisa formuleringar används i kapitel 3.

### Solen och fusionen

Elever kan ha svårt att förstå skillnaden mellan förbränning och fusion. De tänker sig utifrån sina färdigheter att solen "brinner". I kemin har de lärt sig att vätgas kan brinna. Ett sätt att belysa skillnaden kan vara att resonera om vad som bildas. När vätgas brinner bildas vatten. Vid fusion i solen bildas helium.

Gällande fusionen i solens kärna: Att säga att en heliumatom är lättare än fyra väteatomer är en förenkling. Det är i och för sig sant, men vi har också positroner som lämnar processen när protoner sönderfaller till neutroner och positroner i proton-protonkedjan. Det korrekta är alltså att säga att de fyra väteatomernas massa är större än den totala massan av det som kommer ut ur proton-protonreaktionen. Fusionen beskrivs mer i detalj i ett fördjupningsavsnitt i kapitel 13.

### Klimatet

I kapitlet finns en jämförelse mellan planeter med och utan atmosfär. Begreppet växthuseffekt introduceras, men utan detaljerad förklaring av mekanismerna som leder till den värmade effekten. Mer om klimatet följer i kapitel 5 och 12.

### Dygnets längd

Att jorden snurrar ett varv kring sin egen axel på ett dygn är en sanning med modifikation. I och med att solen och jorden rör sig i förhållande till varandra måste jorden snurra lite mer än ett varv för att solen ska hamna i samma riktning som den gjorde för 24 timmar sedan. Tiden det tar för Jorden att snurra ett varv runt sin egen axel är således kortare än 24 timmar, nämligen 23 timmar och 56 minuter (kallas sideriska dygnet).

### Årstider

Elevers förståelse av orsaker till årstider är ibland inte helt korrekt. Detta gäller även om eleverna har klart för sig att jordaxeln lutar. Två vanliga missuppfattningar kan behöva bemötas.

En del elever tänker sig att vi får sommar när nordpolen lutar mot solen genom att vi då kommer närmare solen. Det är visserligen sant att vi är något närmare solen, ungefär som när man lutar sig mot en brasa. Skillnaden i avstånd är dock så liten att den saknar betydelse givet de enorma avstånd det handlar om.

Ett annat felaktigt resonemang gäller det faktum att jorden bana runt solen är en ellips. Det kan leda till tanken att vi har sommar när jorden är nära solen. Det skulle dock leda till att alla delar av jorden har sommar samtidigt, vilket ju inte stämmer. Faktum är att vi är närmast solen i januari. Banan är så svagt elliptisk att skillnaden mot medelavståndet bara är drygt 1,5%. Omräknat till instrålad solenergi ger det en skillnad på cirka 3,5% från medelvärdet.

### Lästips:

[www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/solens-  
upp-och-nedgang/avstandet-mellan-jorden-och-  
solen-1.22871](http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/solens-upp-och-nedgang/avstandet-mellan-jorden-och-solen-1.22871)

## Tidvatten

Tidvatten är ett svårt begrepp som är omöjligt att reda ut helt i en text för högstadieelever. Kraftsituationen matematiskt är svår. Jorden är lite avlång i riktningen mot (och från) månen. Detta beror på att jorden och månen roterar kring sitt gemensamma masscentrum som ligger närmare månen än jordens mittpunkt, samt att månen verkar med en större kraft på de delar av jorden som är närmast. Vattnet reagerar lite snabbare än jordskorpan och kan flytta sig i sidled. Detta ger illusionen av att det bara är vattnet som påverkas när jorden roterar kring sin axel.

Ibland hörs funderingar i stil med: ”Om månen kan lyfta hela havet vore det konstigt om inte vi människor, som mest består av vatten, också påverkas”. Uttalandet låter vettigt, men tål inte någon närmare granskning.

Det du som lärare kan hjälpa till med är att förtydliga tre saker:

1. Vattnet stiger på båda sidor om jorden, så det är inte bara så enkelt som att ”månen lyfter vattnet”. Detta framgår av bilden överst på sidan 53.

2. Tidvatten är en mycket liten effekt ur jordens perspektiv. Det handlar om någon miljondel av jordradien som vattnet stiger. Alla illustrationer som visar tidvatten är mycket överdrivna.

3. Hela jordskorpan påverkas av tidvatteneffekten, men det ger störst effekt på vattnet eftersom det är mer rörligt.

## Kommentarer till C-uppgifter

C1. ”Pale blue dot” är en bild på jorden tagen av rymdsonden Voyager 1 från de yttre delarna av solsystemet. Bilden är en påminnelse om jordens litenhet i solsystemet. Kanske lockas några elever till intressant vidareläsning om Voyagerprojektet eller Carl Sagan som myntade uttrycket ”pale blue dot”.

C2. Oavsett om människor har förstått att jorden går i en bana runt solen eller inte, har det tack vare årstiderna alltid varit tydligt att det finns en cykel som är cirka 365 dagar. Utan jordaxelns lutning hade vi inte haft några årstider, så cykeln hade inte varit så tydlig för alla. De som studerar stjärnhimlen hade dock utan problem kunnat förstå när det har gått en cykel ge-

nom att titta på när de olika stjärnbilderna är synliga. Det är inte osannolikt att en kalender kunde ha utgått från denna cykel.

Svaret på frågan är alltså: Ja, vi hade kunnat ha födelsedagar även om jordens axel inte hade lutat. Huruvida vi hade haft det är en annan fråga. I sammanhanget kan nämnas att årstiderna inte är särskilt märkbara i närheten av ekvatorn. Firar man födelsedagar där? En utvidgning av frågan är huruvida liv på jorden så som vi känner det idag hade funnits utan årstiderna?

C3. Svaren på dessa frågor är delvis okända även för vetenskapen, så vi får se detta som en övning i att använda den kunskap vi har på bästa sätt. Vi räknar med att de flesta av eleverna först kommer att tänka på att en mänsklig marsinnevånare behöver kunna andas luft. Boningshusen behöver alltså vara täta och ha luftslussar. De behöver också skyddas mot strålning från rymden. Utanför trycksatta byggnader behövs traditionella rymddräkter.

Att Mars bildades på samma sätt på ett likartat avstånd från solen är en ledtråd till vilka grundämnen vi kan hitta på Mars. Det borde vara ungefär samma som på jorden. Livet på jorden har dock förändrat hur grundämnena är sammansatta. Kol och syre är till exempel vanliga på båda planeterna, men på jorden finns de till stor del i organiska föreningar och syrgas, medan Mars har gott om koldioxid i atmosfären. Med hjälp av energi från solljuset och de rätta byggstenarna skulle marsinnevånarna kanske kunna skapa de kemiska föreningar som de behöver. Det hjälper dock inte de första människorna som kommer till Mars. De skulle behöva tusentals (kanske miljontals?) ton med material för att kunna komma i gång med att leva och arbeta på Mars.

De två största frågorna för långvarig kolonisering av Mars hittar vi inom astrobiologin:

- ◆ Kan vi odla mat i marken på Mars?
- ◆ Kan vi föröka oss vid låg gravitation? Vi vet inte om fosterutvecklingen är beroende av att gravitationen liknar jordens.

## 4 Temperatur och tryck

### Centralt innehåll i avsnittet

- ◆ Partikelmodell av materiens egenskaper samt fasövergångar, tryck, volym, densitet och temperatur.

### Kommentarer till innehållet

Gasers egenskaper kan vara svåra att förstå. Hur märker vi att luften finns? Vi märker den mest när den är i rörelse. Vi känner att det blåser och starka vindar kan välta träd.

#### Luftryck och densitet

Luftens tryck märker vi inte alls, men vi kan observera effekter av luftryck genom experiment. Om en ballong blåses upp ser eleverna att ballongen spänns ut av trycket från den instängda gasen.

Vad händer om en uppbläst ballong släpps? Eleverna har nog erfarenhet av att ballonger med luft kommer att falla till golvet. Heliumballonger stiger upp till taket. Resonera med eleverna om orsakerna till det ni ser. Som jämförelse kan ni även fundera över vad som händer om en ballong pressas ned i vatten. Det krävs en kraft för att trycka ned ballongen under ytan. Varför? Orsaken är den lyftkraft som beskrivs av Arkimedes princip.

En något mer visuell förklaring kan vara att det undanträngda vattnet strävar efter att rinna nedåt, in under ballongen. Ballongen strävar inte efter att stiga, det såg vi ju när vi släppte ballongen i luft. Men eftersom vattnet har högre densitet kommer det att dras nedåt av en större kraft än den som påverkar luften i ballongen.

#### Värme och värmeöverföring

Värme överförs genom att föremål och material växlar. Många elever tänker sig att värme är en inneboende egenskap i ett material, vilket inte stämmer med fysikens definition.

Alla kroppar har en temperatur. En vardaglig definition av temperatur skulle kunna vara att temperatur är det som mäts med en termometer. Temperaturen är en storhet som inte beror av mängden materia. Mängden energi är dock större i en stor kropp än i en liten. Detta påverkar vår upplevelse av temperaturen hos en kropp.

Begreppet kyla finns inte som fysikbegrepp. Till vardags kan vi säga saker som att ”kylan kryper in genom väggarna”. Detta är i fysikalisk mening felaktigt. Det är alltid värme som överförs. I det aktuella exemplet är det förstås värmen som kryper ut genom väggarna.

Värme är energi som överförs genom skillnader i temperatur mellan två kroppar eller två system. Vi brukar dock använda begreppet värme även när ett system är i jämvikt, och ingen värmetransport sker. Förenklat säger vi att ett system innehåller värme, vilket då tolkas som summan av alla partiklars kinetiska och potentiella energi. Detta är egentligen det som kallas systemets inre energi.

Hur kan temperaturen i ett föremål ökas? Vi kan antingen sätta det i kontakt med ett varmare föremål, eller bearbeta det mekaniskt. Värme och arbete är således två metoder som tillför energi till ett system. Enligt fysikens definitioner syftar både värme och arbete på energiöverföring. Efter att överföringen är avslutad har systemet fått en ändrad inre energi.

Vi ska undvika att förvirra eleverna med dessa resonemang, men för dig som lärare kan det finnas skäl att känna till vilka förenklingar som förekommer i läroboken av pedagogiska skäl. Termodynamik och mer resonemang kring värme återkommer i kapitel 12.

#### Fasövergångar

Vid fasövergångarna smältning och kokning kommer energi att tillföras till ett system utan att temperaturen ändras. Hur kan vi förklara detta?

Vid uppvärmning av en fast kropp eller en vätska kommer den tillförda energin först att öka den inre energin i systemet. När smältpunkten eller kokpunkten uppnås kommer all tillförd energi att ge ökad lägesenergi och rörelseenergi hos partiklarna. Partiklarnas bindningar till varandra minskar.

## Kommentarer till C-uppgifter

C1. Den absoluta nollpunkten för temperatur är exakt, eftersom värme handlar om rörelseenergi hos atomer och molekyler. När ingen rörelse förekommer kan det inte bli kallare, och därför finns det en nollpunkt. En motsvarande högsta temperatur finns inte, eftersom det alltid går att tillföra mer värmeenergi till ett system. Rörelseenergi som hör ihop med en rätlinjig förflyttning av en partikel har en maxgräns vid ljusets hastighet, eftersom ingenting kan röra sig snabbare än ljuset. Men värmeinnehåll i materia har samband även med andra typer av rörelse, som inte begränsas på samma sätt. Någon teoretisk övre gräns för temperatur kan därför inte anges.

C2. Alla inser nog intuitivt att det inte går att åka luftballong till månen, men det gäller ju även att förstå orsaken. Luftballongen får sin lyftkraft av att densiteten är lägre än i den omgivande luften. Så länge detta villkor är uppfyllt kan ballongen fortsätta att stiga. Problemet för ballongfararen som vill åka till månen är att luften blir allt tunnare ju längre från jordens yta vi färdas. Ganska snart når vi en gräns där innehållet i ballongen inte kan få så låg densitet att lyftkraften räcker till för att stiga högre. Ballongen ska ju inte enbart lyfta sig själv utan även de personer som färdas i korgen. När tyngden av den undanträngda luften är lika stor som tyngden av hela farkosten kommer ballongen att sluta stiga.

Österrikaren Felix Baumgartner hade en tid världsrekordet för en heliumballong med 39 km höjd över havet. Rekordet överträffades år 2014 av Alan Eustace som tog sig ända upp till drygt 41 km höjd. Båda dessa äventyrare återvände till marken med hjälp av fallskärm.

En varmluftsballong kommer inte lika högt. Vid ett rekord från år 2005 nåddes en höjd på drygt 21 km. Vid så hög höjd är både temperatur och lufttryck ohälsosamt lågt. Rymddräkt och syrgastub rekommenderas. Bläddra gärna fram till sidan 87 för att studera hur atmosfärens egenskaper varierar på olika höjd över jordytan.

C3. Så lågt tryck som möjligt får du genom att fördela din tyngd över största möjliga yta. Att ligga ned på magen torde vara den ställning som ger störst kontaktyta. Hur man sedan tar sig fram beror på vilka hjälpmedel man har till hands. Att ta sig fram krypande är bättre än att gå upprätt. Isdubbar kan användas för att försiktigt dra sig framåt. Den metod för förflyttning som ger högst tryck mot isen är nog att åka på nyslipade konståkningskridskor. Långfärdskridskor brukar ha större yta mot isen.

## 5 Väder och klimat

### Centralt innehåll i avsnittet

- ♦ Fysikaliska förklaringsmodeller av jordens strålningsbalans, växthuseffekten och klimatförändringar.

### Kommentarer till innehållet

Kapitlet inleds med en kort introduktion till vad väder är för något och hur det uppstår. Det mesta av detta är repetition från mellanstadiet. Därefter följer en fördjupad genomgång av klimat och klimatförändringar.

#### Klimatet

Den globala uppvärmningen, dess orsaker och konsekvenser behandlas inte bara i fysiken utan även i kemi och biologi. Fysikboken innehåller främst fysikaliska förklaringsmodeller av strålningsbalansen och växthuseffekten. Även meteorologiska följder av ett förändrat klimat tas upp, exempelvis extrema väderhändelser. I kemin beskrivs kolcykeln och källor till växthusgaserna. I biologin behandlas påverkan på ekosystemen och enskilda arter.

#### Energibalansen

På sidan 90 finns en illustration som visar jordens strålningsbalans i stora drag. Sammanställningen nedan anger jordens energibalans i siffror räknat i procent av solinstrålningen. Siffrorna kan variera beroende på beräkningsmodell, men det är tydligt i alla modeller att större delen av jordytans energiabsorption är värmestrålning från luften.

Det totala energiutbytet mellan atmosfären och jordytan är betydligt större (80% större i denna modell) än den totala solinstrålningen. Detta beror på att stora delar av den utsända värmestrålningen från jordytan strålar tillbaka på jordytan via absorption och spridning, vilket är kärnan i hur växthuseffekten fungerar.

#### Reflekterad instrålning från solen

Spridning i luften	5
Reflektion i moln	19
<u>Reflektion vid jordytan</u>	<u>6</u>
Summa	30

#### Absorberad instrålning från solen

Absorption i luften	16
Absorption i moln	3
<u>Absorption i jordytan</u>	<u>51</u>
Summa	70

#### Värmestrålning till rymden

Värmestrålning från jordytan	6
Värmestrålning från luften	38
<u>Värmestrålning från molnen</u>	<u>26</u>
Summa	70

#### Jordytans energibalans - In

Absorption av solinstrålningen	51
<u>Värmestrålning från luften</u>	<u>129</u>
Summa	180

#### Jordytans energibalans - Ut

Värmestrålning direkt ut i rymden	6
Värmestrålning till luften	144
Direkt värmeöverföring till luften	7
<u>Avdunstning</u>	<u>23</u>
Summa	180



## Kommentarer till C-uppgifter

C1. Är det möjligt att göra mörka ytor ljusare och därmed minska uppvärmningen? Teoretiskt är detta möjligt, men frågan är hur det skulle kunna gå till i praktiken. Det är känt att istäcken vid polerna bidrar till att hålla en låg temperatur genom att reflektera solstrålning. Omvänt gäller att smältande istäcken snabbar på temperaturökningen genom att reflektionen minskar. Detta beskrivs på sidorna 94-95. Vi kan inte öka mängden is och snö på jorden, men vi kanske kan skapa ljusa ytor på andra sätt. En enkel åtgärd som kan fungera i liten skala är att minska uppvärmningen av ett hus genom att måla taket vitt. Om behovet av luftkonditionering minskar, kan vi spara energi.

En kontroversiell åtgärd som diskuteras är att försöka öka mängden stoft i atmosfären. Resonemanget är att om vi har mer stoft så kommer mer solljus att reflekteras innan det når marken. Vi vet redan att en ökad mängd stoft i atmosfären har en kylande effekt. På sidan 86 berättas om "året utan sommar" då ett vulkanutbrott slungade ut stoft, vilket minskade mängden solstrålning som nådde jordens yta. Ett förslag är att sprida ut svaveldioxid eller finfördelad kalciumkarbonat på hög höjd. Metoden brukar kallas geoengineering. Kritiker menar att effekterna är svåra att överblicka i jordens komplicerade vädersystem. Dessutom finns en risk för att lösningsförslaget gör att intresset för att göra något åt de verkliga orsakerna till klimatförändringarna minskar.

C2. Det finns två starka skäl att vara orolig trots att klimatförändringar inte är ovanliga. Ett skäl är att förändringen nu går så fort att ekosystem och enskilda arter inte har tid att anpassas efter de ändrade förutsättningarna. Vi kan få storskaliga minskningar av jordens biologiska mångfald. Det andra skälet handlar om hur vi människor ska få våra samhällen att fortsätta fungera. Livet på jorden kommer inte att dö ut av att klimatet blir varmare, men vi människor kommer att få mycket svårt att producera mat i tillräcklig omfattning. Vissa områden kommer att bli obeboeliga på grund av hetta och torka. De områden som kan användas för livsmedelsproduktion kommer sannolikt att minska. Rent vatten är redan en bristvara i många länder. Problemet kommer att förvärras, vilket kan leda till konflikter och flyktingkriser. En stor del av jordens befolkning bor nära havet. De kommer att behöva flytta på grund av den stigande havsnivån.

C3. Vind består av att luft i atmosfären flyttar på sig. Det kan inte blåsa på månen eftersom atmosfär i stort sett saknas. Solvinden påverkar månen, men det är ju inte samma sak som att det blåser. Planeten Mars har atmosfär, men den är tunnare än jordens atmosfär. Bilder från Mars visar att vinden kan vara tillräckligt stark för att flytta sand på planetens yta.

C4. Södra Sverige kommer att drabbas värst av stigande havsnivå. I norra Sverige har vi fortfarande en landhöjning sedan istiden, vilket än så länge gör att havsnivån sjunker. I Skåne märks havsnivåhöjningen redan nu. Samhällen vid kusten kommer att drabbas allt oftare av översvämningar. Förr eller senare blir det nödvändigt att flytta bebyggelse och infrastruktur högre upp på land. Andra effekter är att saltvatten kan komma in i grundvattnet och förstöra dricksvatten och att erosionen längs kusterna ökar.

### Filmtips:

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/oceanografi/vattenstand-och-klimat/havet-stiger-1.103636>

C5. Vädret styrs till stor del av tillfälliga variationer. Eftersom vädret påverkas av ett stort antal faktorer som alla kan variera blir det svårt att räkna ut hur alla dessa faktorer kommer att utvecklas framåt i tiden. Det är enkelt att förutsäga hur vädret kommer att vara om fem minuter. Det räcker troligen med att titta ut genom fönstret. Men ju längre prognoser vi försöker göra, desto fler möjliga utfall blir det på grund av alla små variationer.

Om vi kunde ta hänsyn till alla mätdata över hela jorden och jämföra med alla tidigare väderlägen så skulle vi kunna få bättre prognoser. Detta kräver dock superdatorer som kan analysera alla data. Med hjälp av artificiell intelligens kan nog väderprognoser i framtiden bli mer träffsäkra än de är idag. En stor fördel med detta är bättre möjligheter att förutsäga extrema väderhändelser, så att samhällen hinner förbereda sig.

## 6 Mekanik och rörelse

### Centralt innehåll i avsnittet

- ◆ Krafter, rörelser och rörelseförändringar samt hur kunskaper om detta kan användas, till exempel i frågor om trafiksäkerhet.

### Kommentarer till innehållet

I kapitlet om mekanik finns några fallpropar i form av begrepp som används på ett annat sätt i dagligt tal jämfört med i fysiken.

#### Acceleration

Det är viktigt inför fortsättningen att eleverna förstår att alla typer av hastighetsändringar, inklusive riktningförändringar, är accelerationer. Utan den kunskapen blir till exempel Newtons andra lag obegriplig när den används i samband med riktningförändring.

Ibland används begreppet retardation för att beskriva fartminskning. Det är i sig inget fel, även om ordet varken hör till fysiken eller ungdomars vardagsspråk. Att acceleration betyder fartökning i vardagsspråk kan dock ställa till det när uttrycket användes. Problem uppstår när eleverna stöter på uttryck som "acceleration eller retardation" vilket i mångas huvuden översätts till "fartökning eller fartminskning", vilket utesluter riktningförändring.

Tyvärr kan vi till och med i etablerade ordlistor läsa att retardation är motsatsen till acceleration. Inom fysiken är det lika sant som att järn är motsatsen till metall. För att undvika missförstånd har vi valt att inte alls ta med uttrycket retardation.

#### Newtons mekanik

Att förståelsen för mekaniken förändrades drastiskt inom vetenskapen när Newton bytte ut det "aristoteliska" tankesättet mot sitt eget är allmänt känt. Min erfarenhet är att även de flesta nutida människor behöver göra samma förflyttning för att förstå mekaniken på rätt sätt. Föds vi männe med en aristotelisk syn på kroppars rörelse?

Newtons första rörelselag, "tröghetslagen", är den lag som tydligast beskriver hur förståelsen för rörelse ändrades från Aristoteles till Newton. Enligt Aristoteles behöll kroppar i rörelse sin hastighet tack vare en inneboende egenskap hos föremålet. Denna egenskap blev så småningom en storhet som fick namnet "impetus".

Newton förstod att ett föremål i vila och ett föremål som rör sig likformigt har samma egenskaper ur ett kraftperspektiv. Detta förpassade begreppet impetus till historieböckerna. Nu pratar vi om tröghet istället. Problemet med begreppet tröghet är att många med ett "aristoteliskt tankesätt" fortsatt tänker att föremål i rörelse har en "inneboende kraft" och kallar den för tröghet istället för impetus.

Vad är då tröghet? Viktigast är nog att förstå vad tröghet inte är. Det är inte en storhet, och det är inte en egenskap hos ett föremål som ändras med hastigheten. I klassisk ickerelativistisk mekanik är trögheten bara en konsekvens av föremålets massa.

Ibland uttrycks tröghet som "ett föremåls motstånd mot rörelseändring". Vi bör vara försiktiga med att uttrycka oss på detta sätt om målet är att hjälpa elever med ett "aristoteliskt" tankesätt att tänka på ett "newtonskt" sätt.

Det är bättre att beskriva tröghet som en princip. Principen är exakt det som beskrivs i Newtons första lag, nämligen att det krävs en resulterande kraft för att ändra ett föremåls hastighet.

Låt oss förtydliga med ett exempel från sidan 116 i boken. Vad menar vi om vi säger att det är trögheten som gör att rullskridskoåkaren i tåget åker framåt i tåget när tåget bromsar?

En felaktig tolkning av detta är att trögheten driver henne framåt. En korrekt tolkning är att det enligt tröghetsprincipen är avsaknaden av resulterande kraft som gör att hon behåller sin hastighet framåt.

När vi säger att passageraren som bromsar in tillsammans med tåget "har en tröghet" menar vi att det enligt tröghetslagen krävs en resulterande kraft för att hon ska kunna följa tågets rörelse och bromsa in.

Att det är kraften från tåget på passageraren som är intressant, samtidigt som det är hon som den "aktiva parten" när hon håller i sig och utövar en kraft på tåget, är ett bra exempel på Newtons tredje lag.

## Kommentarer till C-uppgifter

C1. Tyngdkraften är fördelad över hela föremålen. Pilarnas baser utgår från föremålets tyngdpunkt som vi kan se som ”medelvärde av angreppspunkterna. Det är också så att det är i tyngdpunkten angreppspunkten skulle behöva vara om en enda kraft skulle ersätta tyngdkraften.

Den uppåtriktade kraften verkar på hela kontaktytan, men pilens bas utgår idealt ifrån en punkt rakt under tyngdpunkten. Om föremålen hade ritats transparenta hade pilarna kunnat ritas inne i föremålet, vilket hade varit mer korrekt.

C2. Påstående B är sant. Det är dock omöjligt att inga krafter verkar på en kropp. Till och med i yttre rymden finns små krafter från himlakroppar långt bort och även från enskilda atomer i närheten. I praktiken är det ändå rimligt att räkna med att kraften på en kropp långt ifrån närmsta himlakropp är noll.

Alla andra exempel på kroppar i jämvikt handlar om att det finns minst två krafter som tar ut varandra. En kropp i vila, eller en kropp som rör sig likformigt på jorden påverkas åtminstone av tyngdkraften och någon slags motkraft.

C3. Tyngdkraften minskar obetydligt om man stiger från 5000 meters höjd till 39 000 meter. Luftmotståndet däremot minskar drastiskt. Den tunna luften på 39 000 meters höjd ger ett mycket lägre luftmotstånd. Observera att den höga topphastigheten måste nås på hög höjd, eftersom rörelsen bromsas så fort luften är tät nog för att luftmotståndet ska vara högre än tyngdkraften.

C4. Här kan vi hänvisa till fördjupningssidan på s.122 och kommentarerna till uppgift C2. Det finns dock en intressant aspekt till på det som ibland kallas ”nollgravitation”. Mellan alla himlakroppar finns en punkt där gravitationskrafterna tar ut varandra. Det är en så kallad Lagrangepunkt (närmare bestämt Lagrangepunkten som heter L1). I denna punkt kommer inget föremål dras mot varken den ena eller den andra himlakroppen och hålla ett konstant avstånd till båda himlakropparna när de roterat kring varandra. Det finns även Lagrangepunkter som inte ligger mitt emellan himlakropparna. Även där behåller kroppar sitt avstånd till båda himlakropparna.

**Intressant vidareläsning: Sök på ”James Webb L2”.**

## 7 Elektricitet och magnetism

### Centralt innehåll i avsnittet

- ◆ Sambandet mellan elektricitet och magnetism samt mellan ström och spänning i elektriska kretsar. Hur kretsarna kan användas i elektrisk utrustning.

### Kommentarer till innehållet

Elektricitet och magnetism är påtagliga fenomen när vi undersöker dem, men de är också abstrakta, då de är osynliga. Mycket är vunnet med en god förståelse för hur ström, spänning och resistans hänger ihop.

Likheterna mellan ett vattenledningssystem och en strömkrets kan med fördel användas för att öka förståelsen för hur allt fungerar. Eleverna får också en förståelse för att summan av spänningsfallen (= tryckfallen) är lika stor som den spänning batteriet bygger upp (= trycket som pumpen bygger upp).

Om vi delar ledningarna i parallella delar förstår eleverna att summan av strömmarna i de parallella ledningarna är lika med strömmen i huvudledningen. Med andra ord får de en förståelse för Kirchhoffs lagar utan att de behöver nämnas.

Följande beskrivning skulle du som lärare kunna leda eleverna igenom genom att rita och berätta.

Vi tänker oss att vatten som strömmar i ett slutet system driver en vattenturbin. Det finns en pump som trycker vatten åt ena hållet och skapar ett högt tryck på den sidan. Det finns också en kran som kan strypa vattentillförseln. Direkt efter pumpen är trycket som störst. Efter kranen är trycket lägre och efter vattenturbinen är trycket som lägst.

Ju kraftigare pumpen är, desto större skillnad kan den skapa på trycket bakom och framför pumpen. Ju mindre öppningen är i kranen, desto större blir tryckskillnaden före och efter kranen. Ju större motståndet är i vattenturbinen, desto större blir tryckskillnaden före och efter vattenturbinen. En hårt belastad vattenturbin (= hög effekt) ger större tryckskillnad.

En elektrisk krets med ett batteri, en resistor och en elmotor har många likheter med vårt vattensystem.

*Batteriet = Pumpen*

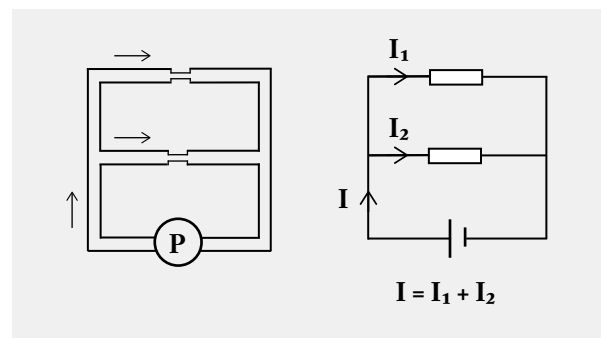
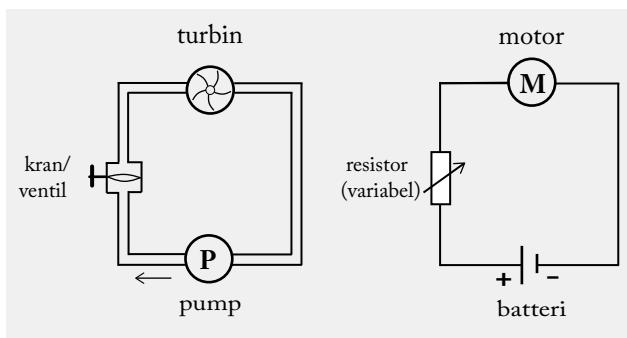
*Resistorn = Kranen*

*Elmotorn = Vattenturbinen*

*Tryckskillnad = Spänning*

Spänning över komponenterna skrivs ut i bilden och beräkning visar att summan av spänningarna över komponenterna är lika med spänningen över spänningskällan.

Nästa bild visar parallellkopplade kretsar med vatten och el. Samma tryckskillnad och spänning finns över de parallellkopplade komponenterna och summan av vattenflödet/strömmen i de parallella ledningarna är lika med vattenflödet/strömmen i huvudledningen.



### Mätning av strömstyrka

Att vi måste bryta kretsen för att mäta strömstyrka är inte helt och hållet sant. Det finns tångamperemetrar som mäter strömmen genom att mäta magnetfältet runt ledaren.

### Kommentarer till C-uppgifter

C1. ENIAC nämns ibland som den första datorn. Det finns många tänkbara definitioner på vad som menas med en dator, men de flesta är överens om att ENIAC inte var först. Däremot är ENIAC en föregångare när det gäller datorer som används för beräkningar som skulle ta för lång tid för människor att göra. Siffrorna som nämns när det gäller vikt, omfång, minne och energiförbrukning är hisnande och ger perspektiv på hur datorer utvecklats.

Förslag på sökningar för intressant vidareläsning: Moores lag, Alan Turing, Charles Babbage, Ada Lovelace och Atanasoff-Berry.

C2. Halvledare används i nästan allt det vi brukar kalla elektronik; som mobiltelefoner, datorer och TV-apparater. Men komponenter med halvledare börjar utnyttjas i allt fler tekniska prylar. Inte minst i bilar och andra fordon är de numera oundgängliga. Även i kraftverk används halvledare, och utan kraftverk får vi ingen el. Frågan är ju vad eleverna skulle sakna mest utifrån denna "nomineringslista"? Tillagad mat och värme kanske trots allt känns viktigare än mobilen.

C3. Det är ingen tvekan om att nordpolen ligger uppe i norr i Arktis. Den punkt i norr som jordens rota-

tionsaxel går igenom kallas för geografiska nordpolen. Den magnetiska pol som ligger på norra halvklotet är till skillnad från den geografiska dito inte en fast punkt. Den förflyttar sig hela tiden och kan vara hundratals mil från geografiska nordpolen.

Att kompassens nordpol alltid pekar mot den magnetiska polen i norr betyder förstås att jorden magnetisk pol i norr är en magnetisk sydpol.

Det är dock allmänt accepterat att det är jordens magnetisk pol i norr som avses när man säger "magnetiska nordpolen". I alla fall när vi pratar om geografi eller navigation. I en ren fysikkontext måste man dock vara tydlig med vad man menar.

Så vad är rätt svar?

- ◆ På geografiklektionen (och "till vardags"): I Arktis strax söder om geografiska nordpolen.
- ◆ På fysiklektionen: I Antarktis strax norr om geografiska sydpolen.

C4: Ström kan bara uppstå när det är spänning mellan två punkter. I apparaten som sladden används till kan strömmen gå genom en elmotor, en lampa eller kanske en värmetråd. Strömmen går alltid enklaste vägen (den med lägst resistans). Om inte ledarna i sladden hade varit isolerade från varandra hade strömmen gått från den ena ledaren till den andra i stället för genom apparaten. Resistansen hade varit mycket liten och strömstyrkan hade varit mycket hög. Detta kallas kortslutning.

## 8 Ljud och andra vågor

### Centralt innehåll i avsnittet

- ♦ Hur ljud uppstår, breder ut sig och kan registreras på olika sätt.

### Kommentarer till innehållet

Vi har valt att inleda med resonemang om vattenvågor trots att detta inte nämns i kursplanen för högstadiets fysik. Orsaken är att både ljud och ljus är svåra att intuitivt uppfatta som vågrörelser. Genom att grundläggande egenskaper hos vågrörelser beskrivs för vågor i vatten blir det lättare att acceptera liknande egenskaper hos andra vågrörelser.

#### Hastighet för vågrörelser

Formeln  $v = \lambda \cdot f$  förklaras inte närmare i boken. Vi tänker att det är tillräckligt många nya begrepp som det är, vilket gjorde att periodtiden  $T$  inte togs med. Vi tror dock att många av eleverna kan hänga med på en härledning om den förklaras av läraren. Formeln  $\lambda = v \cdot T$  är ju bara en variant på den redan kända  $s = v \cdot t$ . Innan du byter ut  $T$  mot  $1/f$  och löser ut  $v$ , föreslår vi att  $f = 1/T$  förklaras med några exempel av typen "Hur många vågor blir det per sekund om varje våg varar 0,1 sekunder?"

#### Vågors utbredning

Att vågor ändrar hastighet i olika medier och att detta får dem att ändra utbredningsriktning är en bra grundkunskap att ha med sig. Även om effekten går att påvisa för både ljud och ljus blir det tydligast när vi tittar på vattenvågor. De flesta elever kan nog erinra sig att de aldrig har sett någon annan riktning på vågor än rakt in mot land, när de varit vid en långgrund strand. De borde bli konfunderade av detta, vilket gör dem mottagliga för en förklaring.

Ett sätt att förklara fenomenet är att rita en bild av en rund ö med långgrunda stränder. Raka vågfronter går mot ön i vindens riktning. Rita en vågfront som inkräktar på en grund del av vattnet nära ön, och fråga eleverna vad som händer med den del av vågen som är på den grunda sidan och anpassa vågfrontens utseende efter det. Varje vågfront som ritas bygger på föregående vågfronts riktning, plus att den svänger ytterligare på grund av hastighetsskillnaderna. När du kommer till "baksidan" av ön kommer de vågor som är närmast stranden att gå rakt emot vinden. Poängtera för eleverna att alla vågor beter sig så här när de går genom medier med olika våghastighet, men att effekten är olika stor beroende på vågtyp och medium.

### Ljudvallen

Ljudvallen är ett ofta missförstått begrepp. När en farkost närmar sig våghastigheten i det medium där den färdas börjar ett motstånd byggas upp. Detta beror på att mediet inte kan ge plats för farkosten på samma sätt som i låga hastigheter. I låga hastigheter startar farkosten en kedjereaktion genom mediet genom att trycka undan mediet närmast farkosten, varvid det förflyttade mediet trycker på sina grannar o.s.v. Denna kedjereaktion sker med ljudets hastighet när en bil eller ett flygplan färdas genom luften.

Under vattnet sker samma sak när en båt går genom vattnet. Vid vattenytan förflyttas vatten också när båten stävar fram. Där följer vattnet lagen om minsta motstånd och går uppåt längs skrovet. Så länge båtens hastighet är lägre än vattenvågornas dito, kommer vågorna som lämnar båten att likna dem som uppstår när man släpper en sten i vattnet. Om båtens hastighet däremot överstiger våghastigheten hinner inte vågorna undan, utan en stor våg byggs upp längs skrovet. Detta är vad vi kallar en svallvåg (eller chockvåg).

Om en annan båt passerar nära den snabba båten kommer endast en distinkt våg att träffa den andra båten. På längre avstånd fördelar sig energin över ett större område. Om en båt kunde färdas snabbare än ljudets hastighet i vatten (1500 m/s) skulle chockvågor även uppstå under vattnet, men ytvågorna är långsamma, så det behövs inte särskilt hög hastighet för att skapa "chockvågor" på ytan.

Runt flygplanskroppen på ett flygplan som närmar sig ljudhastigheten byggs ett högt tryck upp på samma sätt som runt skrovet på båten. Chockvågen som breder ut sig bakom flygplanet är en enda stor konformad våg, till skillnad från svallvågen bakom båten som ser ut som ett V. Att höra en ljudbang från ett överljudsplan är helt ekvivalent med att träffas av en svallvåg från en båt. Planet skapar alltså inte en "bang", utan en enda stor chockvåg som varar så länge planet färdas i överljudshastighet. Alla som är tillräckligt nära planets flygrutt för att vågen fortfarande ska var distinkt, kommer att uppfatta det som en smäll när chockvågen träffar dem.

Vad är då ljudvallen? Trycket som byggs upp kring flygplanskroppen gör att det är ett tätare medium som ska flyttas undan för att ge plats åt flygplanet. Detta gör att luftmotståndet blir väsentligt högre än det beräknade  $F = C \cdot v^2$  som gäller vid lägre hastigheter. ( $C$  är en konstant som beror av kroppens utseende.) Effekten är som störst nära ljudhastigheten, vilket gör att man kan behöva öka jetmotorernas dragkraft mer

för att gå från Mach 0,8 till Mach 1,2 än om man går från Mach 1,2 till Mach 1,6. Här har flygplanets form stor inverkan. Att passera ljudvallen handlar bara om att övervinna det extra luftmotstånd som uppstår när planet är nära ljudets hastighet. I övrigt händer inget spektakulärt när ljudhastigheten passeras med ett modernt överljudsplan.

### Kommentarer till C-uppgifter

C1. Svaret på frågan är att du inte hör något av ljudet från ljudkällan. Om du åker i exakt ljudets hastighet kommer du att ha samma tryck i öronen hela tiden. Det kan alltså hända att du påverkas av ljudet genom att du har ett högre eller lägre tryck i öronen, men något ljud kommer du inte höra. Det ska också sägas att man inte behöver åka i exakt ljudets hastighet för att ljudet från en ljudkälla ska bli tyst. Dopplereffekten gör att frekvensen hamnar under hörbarhetsgränsen om hastigheten är nära ljudets hastighet.

C2. Om ljudets frekvens är för låg (infraljud) kan man göra det hörbart genom att färdas snabbt mot ljudkällan. Ultraljud kan göras hörbart om man färdas snabbt från ljudkällan.

C3. Atmosfären på Mars är tunnare och består av tyngre molekyler (koldioxid i stället för syremolekyler och kvävemolekyler). Det betyder att det är längre mellan molekylerna och att molekylerna får lägre fart när de påverkas av tryckförändringarna. Därför fortplantar sig ljudet långsammare på Mars än på jorden.

C4. Som för många bra diskussionsfrågor är svaret på denna fråga både ja och nej. Till att börja med kan vi konstatera att vattnet inte rör sig mot land bara för att det är vågor. En vågrörelse i vattnet innebär mestadels rörelse uppåt och nedåt. Om det blåser förflyttas en del vatten, men det kan lika gärna vara i sidled, eller till och med utåt trots att vågorna går in mot land.

En surfare tar hjälp av vågen genom att åka i den "nedförsbacke" som vågen bildar. Vågor blir brantare, högre och långsammare när de går från djupt vatten till grundare vatten. Om vågen är tillräckligt brant, hög och långsam går den att surfa på.

Kan simmaren göra samma sak? Oftast är vågorna snabbare än simmaren. Om de är betydligt snabbare kommer du att befinna dig i "uppförsbacke" ungefär lika mycket som i "nedförsbacke". Men om vågorna är tillräckligt långsamma kommer du att befinna dig i "nedförsbacken" tillräckligt länge för att du ska kunna dra nytta av den. I och med att din fart avtar i "uppförsbacken" kommer du inte att befinna dig i den särskilt länge. Därmed får du mer hjälp än hinder av vågorna. I praktiken innebär det att ute på djupt vatten där vågorna är snabba får du lite eller ingen hjälp av vågorna. På grundare vatten där vågorna är långsammare får du mer hjälp av vågorna. Särskilt om du är en snabb simmare.

C5: I undre delen av termosfären är det kall tunn luft. Det innebär att molekylerna är långsamma och att det är långt emellan dem. Båda dessa saker gör att ljudet går långsammare än i troposfären.

## 9 Elektromagnetiska vågor

### Centralt innehåll i avsnittet

- ◆ Partikelstrålning och elektromagnetisk strålning, deras användningsområden och risker.
- ◆ Hur ljus breder ut sig, reflekteras och bryts.

### Kommentarer till innehållet

Elektromagnetiska vågor är ständigt närvarande i elevernas vardag. Förutom det synliga ljuset sker en stor del av all kommunikation i tekniska system med hjälp av dessa vågor.

Vi använder flera olika modeller av ljus. Som vanligt när det gäller modeller så är inte någon av dem helt och hållet ”rätt”. Modellerna visar på olika egenskaper hos ljuset. Ljus kan beskrivas som en vågrörelse, ett flöde av partiklar, eller ett energiflöde. Ordet strålning används ofta i stället för vågor eller ljus. Ett problem med begreppet är att strålning kan syfta på både elektromagnetisk strålning och partikelstrålning.

En ljusstråle är enligt definitionen ett smalt strålknippe. Inom optiken är det praktiskt att beskriva ljuset som strålar. Strålmодellen gör det lätt att visa hur ljuset bryts och reflekteras.

### Risker med EM-strålning

I vissa sammanhang används begreppet strålning vid resonemang om risker och skador, trots att bara vissa former av strålning är farliga. Eleverna behöver förhålla sig till information gällande olika strålningstypers skadlighet. Varken här eller i boken tar vi upp frågan om vilka gränsvärdena för olika typer av strålning ska vara. Det är ansvariga myndigheters uppgift.

Det är dock viktigt att eleverna kan sortera bort påståenden som är direkt felaktiga. Det är till exempel inte ovanligt att man sätter likhetstecken mellan strålning och skadlig strålning. Att det kommer strålning från ett föremål är inte ett fullgott argument för att det är farligt. Det tydligaste exemplet på det är att alla kroppar sänder ut IR-strålning. Kortvågig strålning i form av röntgenstrålning och gammastrålning är joniserande. Den joniserande strålningen och dess skadlighet behandlas i nästa kapitel.

### UV-strålning

UV-strålning är en potentiellt skadlig form av strålning som vi hela tiden utsätts för genom att den finns i solstrålning. UV finns av tre typer.

UV-A har minst energi per foton och är minst skadlig. Den gör att huden bildar mer pigment och även att vi får rynkor, genom att hudens kollagen bryts ned. UV-B har kortare våglängd än UV-A och kan ge brännskador om vi solar för länge. Tack vare UV-B bildas D-vitamin i huden, vilket är ett livsviktigt ämne för oss. Men UV-B kan också ge hudcancer. UV-B gör huden tjockare och brunare.

UV-C är mycket energirik och därmed farlig för allt levande. Konstgjord UV-C används för att sterilisera vatten i våra vattenverk. Ozonlagret filtrerar bort UV-C och mycket av UV-B. Utan ozonet skulle liv på land knappast vara möjligt.

### Är mikrovågor skadliga?

En villfarelse är att vi kan se mikrovågornas farlighet genom att titta på vad mikrovågorna gör med maten i mikrovågsugnen. En mikrovåg sänder ut strålning inuti ugnen med en effekt i storleksordningen 1000 W som koncentreras i en liten volym. Maten skulle bli varm även om det var värmestrålning som sändes ut med den effekten. Skillnaden är att mikrovågorna studsar mot ugnens väggar och går rakt igenom luften utan att absorberas. I en vanlig ugn går mycket energi till att värma ugnen själv och luften i ugnen.

En annan effekt av att ordet strålning används lite slarvigt kan vara att mikrovågsstrålning klumpas ihop med joniserande strålning. Det är förstås fel på alla sätt att säga att mikrovågorna är joniserande då de är i andra änden av skalan när det gäller våglängd och fotonenergi. Det är också fel att säga att mikrovågor är säkra eftersom de inte är joniserande. Att värma upp hjärnan genom att hålla en mikrovågssändare mot örat är skadligt. Därför finns det gränsvärden för vilken effekt strålningen från en telefon får ha.



## Kommentarer till C-uppgifter

C1. Vi hoppas att eleverna visar att de förstått att ljud och ljus är helt olika saker trots att de är vågrörelser båda två, och att det därför krävs olika saker för att stoppa dem. En fördjupning i ämnet:

Ljud och ljus är båda vågrörelser, vilket gör att de har många likheter. Vi måste dock komma ihåg att det är två helt olika saker med avseende på hur de uppstår, hur de fortplantar sig och hur de interagerar med sin omgivning. Ljus är elektromagnetisk strålning, vilket innebär att ljuset interagerar med sin omgivning på partikelnivå. Vilka atomer och molekyler som finns i ett material, och hur det är sammansatt avgör om ljuset absorberas, reflekteras eller passerar opåverkat.

Inom fysiken är energin och våglängden för en foton två sidor av samma mynt. Energin är proportionell mot frekvensen (d.v.s. omvänt proportionell mot våglängden). Om en fotons energi matchar energin som en atom, molekyl eller en större struktur kan ta emot, kommer fotonen att absorberas. Det är mycket vanligt med material som kan absorbera och/eller reflektera synligt ljus på ett effektivt sätt. Det är ju helt enkelt alla icke genomskinliga material.

Är det lika enkelt att avgöra vilka material som kan absorbera och/eller reflektera ljudvågor? Nej, med mekaniska vågor är det knepigare. Det beror på att mekaniska vågor fortsätter att vara mekaniska vågor när de går in i ett nytt material. Detta till skillnad mot elektromagnetiska vågor som kan bli lagrad energi i någon annan form när de absorberas.

Precis som all annan energi blir även den mekaniska energin i ljudet värme till slut, men för att detta ska ske snabbt och effektivt krävs speciella material som är bra på att absorbera mekanisk energi, samtidigt som de är obenäpna att "svänga med" själva och fortplanta ljudet på det sättet. Även de bästa ljudabsorberande materialen kan bara ta bort en andel av ljudet, medan ett enkelt ogenomskinligt material kan ta bort 100% av ljuset.

C2. Det rätta svaret är b. Eftersom det röda ljuset lämnar vattendropparna mer nedåtriktat än det blåare ljuset är det vattendropparna längre upp som skiner rött ljus på betraktaren. Detta gäller dock bara i den primära regnbågen där det sker en totalreflektion inuti droppen. I den sekundära regnbågen där det sker två totalreflektioner är det blått ljus som lämnar droppen mest nedåtriktat. Därför det omvänd ordning på färgerna i den sekundära regnbågen.

C3. Förhoppningsvis kommer eleverna fram till att detta är en ganska korkad fråga. Det som ställer till det för oss är troligen vår kunskap om att en spegelbild, av till exempel en person, ser annorlunda ut jämfört med att betrakta personen direkt eller på ett foto. Om en person har en klocka på sin vänstra arm, ser vi klockan på höger sida av fotot. I en spegelbild däremot, är klockan på vänster sida. Detta uppfattar vi som att spegeln har "vänt på bilden", fast spegeln egentligen bara reflekterar saker på den sida som de faktiskt är. Det betyder att saker till vänster reflekteras till vänster och att saker högt upp reflekteras högt upp o.s.v. Ordet "spegelvänd" är alltså lite missvisande, då speglar faktiskt inte vänder på bilden. Det handlar bara om vilket perspektiv vi har.

C4. Ja och nej är båda godtagbara svar här. Det är motiveringen som är intressant. Om personerna står nära varandra kommer större delen av regnbågsljuset de ser komma från samma vattendroppar. En liten färgskillnad skulle det dock vara om de "tittade på samma vattendroppe". I ytterkanterna av regnbågen skulle det också finnas droppar som till exempel lyser med synligt violett ljus på den ena betraktaren och osynligt ultraviolett ljus på den andra betraktaren. Om personerna står längre ifrån varandra kommer skillnaderna vara större, och är det tillräckligt långt ifrån varandra ser de regnbågen på helt olika ställen.

## 10 Kärnfysik och strålning

### Centralt innehåll i avsnittet

- ◆ Partikelstrålning och elektromagnetisk strålning, deras användningsområden och risker.

### Kommentarer till innehållet

Strålning växelverkar med materia. Det är på det viset vi kan märka att den finns. Fenomen som reflektion och brytning beror på hur ljuset växelverkar med olika material. Elektromagnetisk strålning används för kommunikation, vilket har behandlats i kapitel 9. Det synliga ljuset ger upphov till fotokemiska processer hos synpigmenten i näthinnan. Genom växelverkan med atomer kan skador uppstå i våra celler.

#### Stabila isotoper

Det är ganska lätt att förstå att en atomkärna med många protoner och få neutroner inte är stabil. Den repulsiva coulombkraften måste övervinnas av den starka kärnkraften som neutronerna bidrar med utan att öka på coulombkraften.

I riktigt stora kärnor behövs en större andel neutroner, eftersom coulombkraften verkar på hela kärnan, medan den starka kärnkraftens korta räckvidd börjar få påtaglig betydelse i stora kärnor.

Det är svårare att förstå varför det kan bli för många neutroner. Det finns ekvationer som beskriver detta, men vi gör ett försök med en kvalitativ beskrivning.

Ensamma neutroner är inte stabila. De sönderfaller på några minuter. Vi kan tänka oss att neutronerna i en atomkärna paras ihop med en proton, eller en proton och en annan neutron. Ett par av en proton och en neutron är helt stabilt, medan en trio med två neutroner och en proton har en halveringstid på flera år. Stabilast blir det alltså om alla neutroner har en proton att para ihop sig med. Neutroner ”som känner sig ensamma” kommer att sönderfalla till en neutron och en elektron (och en antineutrino). Detta är en grov förenkling, men det hjälper oss som inte är specialiserade kärnfysiker att förstå varför det till exempel inte finns kol-20.

Nu har vi också en grundläggande förståelse för varför atomkärnor inte kan bli hur stora som helst. För att övervinna coulombkraften i en kärna med t.ex. 200 protoner skulle det behövas så många fler neutroner än protoner att en stor andel av neutronerna skulle vara instabila och sönderfalla. I periodiska systemet i slutet av boken framgår att inga grundämnen med atomnummer högre än 83 (vismut) har några stabila isotoper.

#### Skadlig strålning

Joniserande strålning är skadlig vid hög dos och dessutom svår att upptäcka. Det finns inget sätt för oss att med våra sinnen uppfatta strålningen. Det krävs mätinstrument.

De sena skador som uppstår till följd av strålning handlar främst om olika former av cancer. Orsaken till att cellerna omvandlas till cancerceller är att strålningen skadar DNA, genom att t.ex. en DNA-sträng går av när en atom joniseras. Cellerna reparerar de flesta skador, men vid reparationen kan det hända att en gen förändras så att en mutation uppstår. Mutationer i de celler som kontrollerar celldelning kan leda till cancer, eftersom en cell börjar dela sig oftare än den ska. Mer fakta om hur cancer uppstår finns i biologiboken.

Alla organismer skadas av joniserande strålning, vilket kan användas för att döda mikroorganismer. Strålning används i Sverige för att sterilisera kryddor. Bestrålning är inte tillåtet för andra livsmedel. De strålkällor som används avger antingen gammastrålning eller röntgenstrålning. En vanlig missuppfattning är att strålningen på något sätt blir kvar i livsmedel som har bestrålats. Kryddorna blir inte radioaktiva av att bestrålas, och de skickar inte ut någon strålning.

## Kommentarer till C-uppgifter

C1. Vi kan börja med att fundera ut hur det går till när vi ser saker på det ”vanliga” sättet. För att vi ska se exempelvis väskan på bilden (sidan 209) behövs det en ljuskälla som lyser på väskan, exempelvis solen eller en lampa. Väskan reflekterar då ljusstrålar som träffar ögats näthinna. I näthinnan finns ljuskänsliga sinnes-celler som via nervceller skickar en elektrisk signal till hjärnan där informationen tolkas till en bild.

I fallet med röntgensyn krävs till att börja med en källa som alstrar röntgenstrålning. Sådana strålkällor finns i röntgenapparater där snabba elektroner träffar en metallyta, vilket skapar röntgenstrålning. Eftersom det inte brukar finnas något som skapar röntgenstrålning till hands, så får vi anta att superhjälten själv måste ha en inbyggd sådan anordning. Hjälten sänder alltså ut strålning mot väskan, och det som finns i väskan är då förhoppningsvis något som reflekterar röntgenstrålning, till exempel ett föremål av metall.

Nu måste den reflekterade strålningen studsa tillbaka till superhjältens ögon där något kan detektera strålningen. Det duger då inte med något så ömtåligt som nervceller. En yta med silverniträt skulle kunna fungera, alternativt en digital bildsensor med fotodioder. Den inkommande strålningen görs om till en elektrisk signal i ytan och denna signal kan fångas upp av nervceller som skickar impulser till ”röntgensyn-centrum” i hjärnan.

Evolutionen av superhjältar kräver en del utöver det vanliga ...

C2. Kol-14 bildas när kosmisk strålning i atmosfären träffar kväveatomer av isotopen kväve-14. Kol-14-atomer förenas med syreatomer till koldioxid. Växter tar vid sin fotosyntes in koldioxid med kol-14 och bildar kolhydrater. Älgen äter en växt där en viss andel av kolet är kol-14. Vid älgens ämnesomsättning används kolet till att bygga upp organiska molekyler i älgens egna vävnader, exempelvis i form av proteiner.

När älgen dör slutar det att komma in nytt kol och då finns en viss relation mellan kolisotoperna. Sönderfallet av kol-14 fortgår i den takt som bestäms av halveringstiden, medan kol-12 blir kvar. Kvoten av kol-14 och kol-12 minskar därför med tiden. Efter lång tid kan rester av älgen åldersbestämmas med kol-14-metoden.

Som fördjupning kan nämnas att halten av kol-14 inte har varit konstant genom åren, på grund av att den kosmiska strålningen har varierat under jordens historia. Därför måste det även göras en justering utifrån det aktuella tidsintervallet för att få fram rätt årtal från kvoten av kolisotoper.

C3. Om varje grundämne bara hade funnits i en version skulle alla atomer av grundämnet ha samma antal protoner och neutroner. Både protoner och neutroner har massan 1 u, medan elektroner är mindre. Om alla väteatomer bestod av en proton och en elektron skulle massan vara 1,0005 u. Med tre värdesiffror skulle massan anges till 1,00 u. I det periodiska systemet anges atommassan för väte till 1,01. Det värde som visas är medelvärde av alla de isotoper av väte som förekommer naturligt. Eftersom det finns väteatomer med en, två eller flera neutroner så kommer medelvärde av atommassan att bli högre än 1,00.

# 11 Energi, arbete och effekt

## Centralt innehåll i avsnittet

- ◆ Krafter, rörelser och rörelseförändringar samt hur kunskaper om detta kan användas, till exempel i frågor om trafiksäkerhet.

## Kommentarer till innehållet

Redan i andra kapitlet av boken tas energiprincipen upp, dock utan att nämnas vid namn. I kapitel 12 behandlas den mer utförligt, men när vi undervisar om arbete och energi är det bra att ha energiprincipen i bakhuvudet hela tiden.

### Systemets totala energi

Arbete som utförs på ett system förändrar energin hos systemet på ett eller annat sätt. Ordet ”på” är viktigt i detta sammanhang. Ett arbete som utförs inom ett system påverkar inte systemets totala energi. I praktiken innebär detta att både kraften och energin måste komma utifrån för att systemets energi ska ändras.

Om en leksaksbil accelereras framåt med ett snöre ökar bilens energi. Om bilen däremot accelereras framåt av hjulen som drivs av en fjäder inuti bilen kommer bilens totala energi inte att öka under accelerationen. Däremot utförs ett arbete på bilen när fjädern dras upp, vilket ökar bilens totala energi.

### Mekanikens gyllene regel

Att använda mekanikens gyllene regel för att beräkna en okänd kraft, så som det görs på sidan 227 är ett bra sätt att undvika svårare beräkningar. Oftast behöver vi använda trigonometri eller likformighet för att göra en direkt beräkning av kraften.

Metoden har förstas sina begränsningar och fallgror. För det första får vi bara ett mått på medelkraften om kraften inte är konstant. För det andra kan beräkningen av sträckan vara svår att göra i vissa fall. I fallet med hävstången på s. 227 har vi båda dessa problem. Om kraften hade verkat vinkelrätt mot hävstången i stället för rakt nedåt hela tiden hade vi haft en varierande kraft och en längre sträcka. Observera att kraftens angreppspunkt rör sig i sidled vinkelrätt mot kraftens riktning när vi drar rakt nedåt hela tiden. Denna förflyttning i sidled påverkar inte sträckan som används för att beräkna arbetet.

### Varför rullar vi inte kloten?

För att förenkla energisituationerna rullar inte kloten i våra illustrationer, de åker på en liten vagn i stället. Detta är för att slippa ta med rotationsenergi i beräkningarna. De små hjulens rotationsenergi kan anses vara försumbara i jämförelse med rörelseenergin hos det tunga klotet.

### Enheter för energi och arbete

Den korrekta SI-enheten för energi är joule (J), men flera alternativa enheter förekommer. Hybridenheter som till exempel kWh eller Wh försöker vi undvika i fysiken. I vardagen ter sig dessa enheter betydligt mer förståeliga.

Ännu tydligare blir det om vi pratar om batteriers laddning eller laddningskapacitet. Hur många coulomb kan ett batteri laddas med? Ett mobilbatteri ligger typiskt på 9000 C. Detta är en ganska intetsägande siffra för de flesta. Oftast anges laddningskapaciteten i stället som 2500 mAh eller 2,5 Ah. Här utnyttjar vi att laddningen kan beräknas med formeln  $Q = I \cdot t$ . Om enheterna för ström och tid är SI-enheter (ampere och sekunder) blir enheten för laddning också en SI-enhet (coulomb). I andra fall blir det hybridenheter.

En naturligare enhet för batterikapacitet är förmågan att lagra energi. Kapaciteten för batterier till elbilar anges på detta sätt. Känner vi till batteriets laddningskapacitet kan vi enkelt få fram energiinnehållet om vi vet vilken spänning batteriet har vid belastning.

En mobiltelefon har ett batteri med spänningen 3,7 V. Det innebär att 2,5 Ah ger  $2,5 \cdot 3,7 = 9,25 \text{ Wh}$ . Ett batteri till en skruvdragare med samma laddningskapacitet skulle däremot kunna lagra energin  $2,5 \cdot 18 = 45 \text{ Wh}$ . Om vi känner till skruvdragarens effekt kan vi räkna ut hur länge den kan användas. Läraren kan resonera kring några enkla exempel med eleverna. Hur länge kan jag köra skruvdragaren om effekten är 180 W?

## Kommentarer till C-uppgifter

C1. När ett föremål lyfts utförs ett arbete som är föremålets tyngd, gånger förändringen i höjd (eller förflyttade sträckan om föremålet lyftes rakt upp). Arbete utförs.

- ◆ När någon försöker välta en bil utan att lyckas sker ingen förflyttning. Inget arbete utförs alltså.
- ◆ När en häst släpar en stock övervinns friktionskraften som är motriktad mot rörelseriktningen. Arbete utförs.
- ◆ När matkassar bärs från affären till bilen utförs inget arbete. Det finns ingen kraft som verkar med eller mot rörelseriktningen. Vi räknar med att marken är plan och att luftmotståndet är försumbart.
- ◆ I interstellära rymden är dragningskraften från himlakropparna försumbar. Det finns alltså ingen kraft alls, och därmed inget arbete.
- ◆ När ett tåg bromsas in utförs ett arbete av kraften från rälsen på tåg hjulen. Kraften är riktad rakt emot tågets rörelseriktning. Arbete utförs.

OBS! i första tryckningen är det andra villkoret uttryckt som att det måste finnas en kraft som ska övervinnas. Det handlar snarare om omvandling av energi än att övervinna en kraft. Detta är omskrivet i senare tryckningar.

C2. Om vagnen rullar med en icke försumbar friktion kommer arbete att gå åt för att skapa värme utöver lägesenergin. Då blir arbetet större jämfört med de båda andra exemplen.

C3.

a.  $W = P \cdot t = 2500 \text{ W} \cdot 20 \text{ s} = 50\,000 \text{ J}$

b.  $W = m \cdot g \cdot h = 1800 \cdot 9,8 \cdot 2 = 35\,280 \approx 36\,000 \text{ J}$

c. En del av den elektriska energin blir värme.

## 12 Energikällor

### Centralt innehåll i avsnittet

- ◆ Fysikaliska förklaringsmodeller av jordens strålningsbalans, växthuseffekten och klimatförändringar.
- ◆ Energins flöde och oförstörbarhet samt olika energislags kvalitet. Olika typer av energikällor samt deras för- och nackdelar för samhället och miljön.

### Kommentarer till innehållet

Energiförsörjning är ett ämne som engagerar många i samhällsdebatten. Stora och viktiga beslut kommer att fattas av vår generation och kommande generationer. Kanske kommer det att bli en ny folkomröstning om kärnkraft? Att förmedla korrekta och neutrala fakta kring de olika sätten att framställa och lagra energi har aldrig varit viktigare.

#### Diskutera energifrågor

Tonläget är högt i debatten och framför allt i sociala medier är det inte alltid de mest insatta som märks mest. En diskussion i klassen med en lärare som moderator skulle förmodligen hålla högre kvalitet än många diskussioner som förs på nätet.

Mest spännande blir förstås debatten om det finns olika åsikter i klassen och om det är någorlunda jämn fördelning mellan ”lägren”. En annan metod som kan vara givande är att ”tilldela åsikter” till eleverna som får förbereda sina argument lagvis. Vid debattillfället består varje lag av debattörer och medhjälpare som utrustade med datorer kontrollerar fakta under debattens gång.

Förslag på ämnen som kan debatteras:

- Kärnkraft
- Vindkraft
- Energi till fordon

Dessa tre ämnen är tätt sammanflätade, inte minst genom den kanske största tekniska utmaningen för framtidens energiförsörjning, nämligen lagring av energi. Är kärnkraft ett måste för att kompensera för dagar med lägre produktion från vindkraften? Är elbilar en del av problemet eller en del av lösningen när det gäller obalans i tillgång och efterfrågan på energi?

#### Reglerbar energiproduktion

Eftersom elektrisk energi inte kan lagras i stor skala måste vi hela tiden producera exakt så mycket som används. De förnybara energikällorna vindkraft och solenergi har den nackdelen att produktionen varierar med vädret. Därför behövs kompletterande energikällor där vi enkelt kan reglera produktionen.

I Sverige är vattenkraft det som är mest användbart som reglerkraft. Flödet genom turbinerna kan enkelt anpassas efter behovet. Kärnkraftverken kan stängas av under perioder då energibehovet är mindre, men de är optimerade för att användas vid full effekt. Vi kan inte göra små justeringar i produktionen som slår igenom direkt. Kraftvärmeverken skulle kunna användas som reglerkraft, men i praktiken har vi dem igång bara när värme behövs i fjärrvärmäten.

### Kommentarer till C-uppgifter

C1. Ja, det bör anses vara slöseri att använda elektricitet, som har hög energikvalitet, till uppvärmning. Ett bättre alternativ är att använda fjärrvärme, och värmen bör gärna bildas som spillvärme i ett kraftvärmeverk. Den energin kan inte användas till något annat än uppvärmning.

C2. Ja, det har betydelse om vi eldar naturgas eller biogas, men det är inte metanet i sig som gör skillnaden. Metanmolekylerna är likadana oavsett hur de bildas. Problemet som uppstår genom användning av naturgas och andra fossila bränslen är att mängden koldioxid i atmosfären ökar.

Biogas kan tillverkas som en del av den årliga kolcykeln och det kol som binds i växter under sommaren frigörs vid förbränningen. Nästa år binds samma mängd kol igen. Därför ökar inte atmosfärens koldioxid genom användning av biogas. När fossil naturgas används tillförs atmosfären kol som under lång tid har legat i marken.

C3. Det är svårt att värdera olika risker och andra nackdelar vid en jämförelse. Övningen syftar inte till att klassen ska enas om ett svar. Tanken är att de ska få uttrycka hur allvarligt de ser på olika risker.

Olyckor i kärnkraftverk är allvarliga när de inträffar, men de sker sällan. Konsekvenserna av att slutförvara kärnbränsle under 100 000 år går inte riktigt att föreställa sig. Hur ska vi kunna bedöma den risken?

De klimatförändringar som orsakas av fossila bränslen pågår för fullt, men det kan vara svårt att ta till sig hur vi kommer att påverkas. Än så länge upplever nog de flesta att livet är ”som vanligt”, fast kanske lite varmare än förut.

En följd av att ställningstaganden kring energikällor är så svåra blir ofta att vi fokuserar på mer lättbegrip- liggande nackdelar, som att vindkraftverk är störande och att vattenkraftverk hindrar fiskar.

## 13 Universum

### Centralt innehåll i avsnittet

- ♦ Universums uppkomst, uppbyggnad och utveckling samt förutsättningar för att finna planeter och liv i andra solsystem.

### Kommentarer till innehållet

#### Stjärndöd

Att säga att väte ”tar slut” i mitten av en stjärna är en förenkling som vi gjort. Stjärnan består fortfarande mestadels av väte, men andelen väte där trycket är tillräckligt stort för vätefusion är för liten.

#### Flykthastighet

En missuppfattning om flykthastighet är att det inte går att lämna gravitationsfältet om vi inte uppnår den hastigheten. I teorin kan vi lämna jorden i hur låg hastighet som helst, men vi måste ha motorerna på. När vi når flykthastighet kan vi dock frigöra oss från gravitationsfältet ”av bara farten” (om vi bortser från eventuell friktion).

#### Avståndsmätning

Mycket av vår förståelse av universum bygger på att vi kan mäta avstånd i rymden. Att vissa himlakroppar tillhör vårt eget solsystem och att andra inte ens tillhör vår egen galax är inte något som vi kan förstå bara genom att titta på natthimlen.

En relevant fråga som eleverna kan ställa i samband med beskrivningen av uppkomsten av big bang teorin: Hur visste Hubble och Lemaitre hur långt bort galaxerna de mätte på var? Rödförskjutningen används numera för avståndsmätning till fjärran galaxer, men innan den upptäcktes krävdes en annan metod.

I detta fall handlade det om att de använde sig av kunskaper de hade förvärvat om en viss typ av variabel stjärna (cepheider). Den kunskapen bygger i sin tur på annan typ av avståndsmätning och resultat inom astrofysiken. Om vi ”spårar” bakåt på detta sätt tar inte kedjan slut förrän vid Newton och Kepler (eller kanske inte ens där). Parallaxmätning av avståndet till närliggande stjärnor i vår galax bygger på att vi vet jordbanans radie, vilken räknas ut med hjälp av mekanik och astronomiska observationer o.s.v.

Det är omöjligt att följa kedjan i detalj på en grundskolenivå, men om vi kan ge eleverna en förståelse för hur detta gick till får de också en förståelse för att de

fantastiska resultat vi fått inom forskningen inte är isolerade händelser. Hur kan till exempel någon räkna ut vad som finns i en atomkärna? Svaret är att det är en omöjlig uppgift för en forskare som börjar ”från noll”. Modern forskning bygger på att man lär sig så mycket som möjligt av grunderna och spetsforskningen inom sitt fält innan man börjar forska. Varje generation av forskare har behövt vara mer och mer specialiserad för att kunna bidra.

#### Huvudserie och HR-diagram

I boken konstaterar vi att när stjärnor startar sina liv är små stjärnor röda, mellanstora stjärnor är gula och stora stjärnor är blå. Vi har undvikit att introducera för många begrepp. Ett av begreppen som vi valt bort är huvudseriestjärna. Vill man förstå stjärnor i lite mer detalj är detta dock ett centralt begrepp.

Att stjärnor är blåare, och har kortare ”brinntid” ju större de är, är helt sant och ganska lätt att förstå. Korrelationen mellan färg och storlek gäller dock bara så länge stjärnan fusionerar väte till helium i kärnan.

När en stjärna föds och vätefusionen startar i kärnan börjar den sitt liv som huvudseriestjärna. Begreppet kommer från att stjärnorna av denna typ ligger längs en diagonal (en huvudserie) i ett diagram med temperatur (eller färg) på ena axeln och luminositet (faktisk ljusstyrka) på andra axeln.

Ett sådant diagram kallas Herzprung-Russel-diagram (HR-diagram). När koncentrationen av väte i kärnan är för liten för vätefusion tar fusion av helium över. Då lämnar stjärnan huvudserien i HR-diagrammet. Stjärnan blir rödare och luminositeten ökar, tvärtomot sambandet som gäller för huvudseriestjärnor.

Eleverna kan uppleva det som ologiskt att det är olika saker som gäller för olika stjärntyper. För att hjälpa eleverna att reda ut begreppen kan vi dela upp stjärnorna i tre kategorier:

1. Röda dvärgar, gula stjärnor och blå jättar är huvudseriestjärnor. De är aktiva stjärnor som fusionerar väte. Storleken (lite förenklat) är omvänt proportionell mot temperaturen.

2. Röda jättar är stjärnor som har passerat huvudseriefasen och fusionerar tyngre grundämnen.

3. Vita dvärgar är den kvarvarande mycket heta kärnan som återstår när en röd jätte gjort sig av med de yttre lättare lagren av stjärnan. Ingen fusion sker i en vit dvärg. Den lyser endast på grund av att den är varm. Det tar obegripligt lång tid för en vit dvärg att svalna, men när den gör det kommer den att passera alla färger tills den blir mörkröd och så småningom svart (egentligen infraröd).



## Kommentarer till C-uppgifter

C1. Vi kan börja med att konstatera att dagens teknik inte mår med att accelerera ett rymdskepp till hastigheter höga nog för att någon som är född på jorden skulle kunna nå målet under sin levnadstid. Utmaningarna handlar alltså inte om att bygga snabba skepp i första hand, utan om att skapa ett hållbart självförsörjande samhälle på ett rymdskepp. Det handlar alltså om att lösa liknande problem som vi har på vår planet, men det blir ett mycket tydligare exempel när det är i liten skala. Här kan det inte finnas saker som lämnar eller tillkommer till kretsloppet. Att slänga avfall skulle vara förödande redan på kort sikt.

C2. Saker som sker nära oss ser vi nästan samtidigt som de händer, men bara nästan. Det har förstås ingen praktisk betydelse i vardagen att du ser saker några nanosekunder efter att de skedde. De objekt som vi observerar på himlen är bilder av vad som hände ganska nyss eller för väldigt länge sedan. Ljuset från våra grannplaneter har färdats i några minuter för att komma till oss. Ljuset från de stjärnor vi ser på natthimlen med blotta ögat har färdats några år eller några hundratals år innan vi ser det. Fjärran galaxer ligger miljoner eller miljarder ljusår bort.

Att elektromagnetisk strålning fortplantar sig med en ändlig hastighet har dock vardagliga applikationer. Satelliter som kommunicerar med varandra och mottagare på marken måste ta hänsyn till fördröjningen. En radar utnyttjar fördröjningen för att mäta avstånd.

C3. Vi vet inte idag hur sannolikt det är att liv uppstår på en jordliknande planet. Spekulationerna spänner från "oundvikligt" till "mycket osannolikt". Det är också okänt huruvida det är troligt att liv kan uppstå i miljöer som skiljer sig mycket från jorden. Det intressanta i elevernas resonemang är hur de gör skillnad på de olika exemplen.

Sannolikheten för att liv ska uppstå på en jordliknande planet är ju uppenbarligen större än noll. Det finns hundratals miljarder stjärnor i vintergatan och de flesta har planeter, så sannolikheten måste vara mycket liten för att det ska bli intressant att räkna. En mycket grov uppskattning av antalet stjärnor i universum är  $10^{23}$  stycken. De flesta har planeter, men låt oss uppskatta att bara en tusendel har jordliknande planeter med gynnsamma förhållanden. Då har vi  $10^{20}$  möjliga kandidater. Detta är fortfarande så många att det är mycket sannolikt att det finns liv i universum

även om sannolikheten bara är en på  $10^{18}$ , vilket ungefär motsvarar sannolikheten för att singla slant och slå krona de 60 första gångerna. Så om sannolikheten för att liv ska uppstå är en på miljonen skulle universum koka av liv. En viktig sak i sammanhanget är skillnaden mellan liv i Vintergatan och liv i universum. När vi räknar med stora siffror är det lätt att alla tal bara sorteras till kategorin "otroligt stora tal". Det är dock inte ointressant att antalet stjärnor i universum är av storleksordningen en biljon ( $10^{12}$ ) gånger fler. Tänk till exempel att sannolikheten för liv i Vintergatan beräknas till en på tusen, vilket ju innebär att vi med största sannolikhet är ensamma i vår galax. Då skulle det fortfarande innebära att det är nästan säkert att det finns liv i någon av de andra galaxerna.

### Intressant vidareläsning: sök "Drakes ekvation"

C4. Detta är en fråga som kan vara intressant för astrobiologer. För det första kan vi vara säkra på att livet måste vara baserat på kol, troligen i kombination med väte och syre, eftersom dessa grundämnen ingår i de flesta organiska molekyler. Givet det enorma antalet tänkbara organiska föreningar är det dock osannolikt att liv på en annan planet skulle använda exakt samma biomolekyler som på jorden. Vi vet inte exakt hur det gick till när livet uppstod, men vi vet att resultatet blev en uppsättning av biomolekyler som är likadana hos alla nu levande organismer. DNA har samma struktur och samma 20 aminosyror finns i proteiner i alla celler.

Frågan är om det ser ut så för att just dessa organiska molekyler är de enda tänkbara för att livet ska fungera, eller om det bara råkade bli så för att en organism och dess avkomlingar vann "tävlingen" om resurser i den urtida soppan av organiska molekyler. Vi vet att allt nu existerande liv på jorden kan härledas till en organism som fanns för cirka 3 500 miljoner år sedan. Om det fanns andra livslinjer, så är de sedan länge utdöda.

En gissning är att vi kanske skulle kunna få energi genom fett och kolhydrater. Dessa typer av molekyler är inte speciellt varierande. När det gäller aminosyror, så är dessa mycket olika varandra och det finns långt mer än 20 tänkbara varianter som skulle kunna användas i proteiner. Vi skulle säkerligen få brist på aminosyror och vitaminer.

### Intressant vidareläsning: sök "LUCA" (last universal common ancestor)

## 14 Fysikens historia och framtid

### Centralt innehåll i avsnittet

- ◆ Sambandet mellan undersökningar av fysikaliska fenomen och utvecklingen av begrepp och förklaringsmodeller.
- ◆ De fysikaliska förklaringsmodellernas historiska framväxt, användbarhet och föränderlighet.

### Kommentarer till innehållet

Vad är sanningen om vår verklighet? I detta kapitel följer vi hur världsbilden och metoderna för att söka sanningen har utvecklats under årtusenden av mänsklig civilisation.

#### En vetenskaplig revolution

Den naturvetenskapliga revolution som startade i Europa vid slutet av 1500-talet skedde tack vare både tankemässiga och tekniska genombrott. För att genomföra experiment enligt en vetenskaplig metod krävdes instrument och nya metoder. Den tekniska utvecklingen bidrog genom uppfinningar som kikare, teleskop, mikroskop, barometer och termometer. Genom att mäta, väga och få fram exakta resultat kunde hypoteser testas. Tillverkningen av mätinstrument krävde i allt högre grad professionella hantverkare som arbetade systematiskt för att lösa problem. Tekniska framsteg ledde till vetenskaplig utveckling och vetenskapliga framsteg ledde till teknikutveckling.

#### Läroplanen och vetenskapen

Den världsbild som beskrivs av vetenskapen är ständigt utmanad. Skolans uppgift när det gäller undervisning inom de naturvetenskapliga ämnena är att presentera vetenskap på ett begripligt och sanningsenligt sätt. Det ingår dock inte i skolans uppdrag att hävda vetenskapens förträfflighet och påpeka bristerna i icke-vetenskapliga synsätt.

*Lgr22: "Skolan ska vara öppen för skilda uppfattningar och uppmuntra att de förs fram. Den ska framhålla betydelsen av personliga ställningstaganden och ge möjligheter till sådana. Undervisningen ska vara saklig och allsidig. Alla föräldrar ska med samma förtroende kunna skicka sina barn till skolan, förvissade om att barnen inte blir ensidigt påverkade till förmån för den ena eller andra åskådningen."*

Olika åskådningar ska respekteras även om vissa åskådningar helt eller delvis är i konflikt med vetenskapen. En del av syftet med fysik är enligt Lgr22 att:

*"Undervisningen ska bidra till att eleverna utvecklar kunskaper om fysiken i naturen och sambandet samt ge dem förutsättningar att använda fysikens begrepp och förklaringsmodeller för att beskriva och förklara fysikaliska fenomen. Eleverna kan på så sätt utveckla sin förmåga att skilja mellan naturvetenskapliga och andra sätt att beskriva och förklara omvärlden."*

Med hjälp av dessa två utdrag ur läroplanen kan vi förstå följande: Vi ska lära eleverna skillnaderna mellan vetenskapliga och ovetenskapliga beskrivningar av verkligheten, men vi ska inte förkasta vissa åskådningar med förevändningen att de är ovetenskapliga. Dock måste det vara rätt att kritisera och avslöja pseudovetenskap, och att påpeka brister i läror som bygger på missuppfattningar av etablerade vetenskapliga resultat.

Frågor om hur vi söker sanningen kan vara underlag för en intressant diskussion i undervisningsgruppen. Det kan dock krävas att du som lärare aktivt medverkar till att alla åskådningar respekteras. Undvik att måla upp en frontlinje mellan vetenskap och religion. Vi kan aldrig med vetenskapliga metoder bevisa att gud eller änglar inte existerar. Därför kan inte naturvetare undersöka frågor som har med tro att göra. Religion handlar om att tro på något även utan bevis.

## Kommentarer till C-uppgifter

C1. Den stora skillnaden mellan Aristoteles och Newton gäller hur de tänkte sig likformig och avstannande rörelse. Aristoteles ansåg att föremål inte kunde röra sig utan en kraft som förde dem framåt. Kraften kunde ges till föremålet som sedan förbrukade kraften. Om kraften tog slut stannade föremålet. Newton insåg att detta inte kunde stämma. När en kraft slutar att verka på ett föremål finns den inte längre. Dessutom insåg Newton att föremål som inte påverkas av någon resulterande kraft med, eller mot riktningen kommer att behålla sin fart.

C2. Vardagliga förhållanden är sådana som vi normalt upplever på jorden. Det gäller exempelvis den gravitation som finns här och de hastigheter vi färdas med.

Motsatsen till vardagliga förhållanden är sådana som gör att Newtons rörelselagar inte fullt ut fungerar för att förklara observationer. Vid hastigheter nära ljusets hastigheter och vid extremt hög gravitation, som i närheten av ett svart hål, gäller andra lagar. Dessa lagar beskrivs av Einsteins relativitetsteorier.

C3. Med avseende på de rörelser som kunde mätas och de mätmetoder som fanns på Newtons tid kan man säga att Newtons rörelselagar är helt korrekta. De justeringar som Einstein gjorde med sin speciella relativitetsteori får praktisk betydelse först i mycket höga hastigheter. Skillnaden är cirka en halv procent om hastigheten är tio procent av ljushastigheten, det vill säga cirka 30 000 km/s. Sänker vi hastigheten till 3 000 km/s blir skillnaden 0,05 promille. I mer normala hastigheter blir skillnaden helt försumbar.

Einsteins rörelselagar fungerar förstås även för låga hastigheter, men det blir meningslöst att använda dem när Newtons lagar ger i princip samma resultat.

Newtons rörelselagar var revolutionerande och en stor bedrift. Det känns helt orimligt att förvänta sig att han även skulle förstå att relativistiska effekter kan uppstå, men vill man argumentera för att han hade fel kan man göra det. Det fanns inget i teorin som hindrade Newton från att föra samma resonemang som Einstein gjorde för att komma fram till hur massa och tid påverkades av hastigheten. Ljusets hastighet var redan på Newtons tid fastställt till ett ändligt värde och grovt beräknat av den danske astronomen Ole Römer.

Att ”Till och med Newton (eller Einstein) hade fel” är ett argument som ibland förs fram för att misskreditera vetenskapen eller ifrågasätta nya rön. Därför är det viktigt att eleverna förstår vad som menas när någon påstår att till exempel Newton hade fel. Eleverna behöver också förstå att det är en av vetenskapens styrkor att alla kan (och ska) ifrågasättas och att teorier kan justeras. Så är inte fallet inom alla läror.

C4. Teleskopen har förändrat vår bild av solsystemet och universum. Med hjälp av mikroskop upptäcktes mikroorganismerna och orsaken till infektionssjukdomar fick sin förklaring. I modern tid har datorerna möjliggjort avancerade beräkningar och simuleringar.

Tekniken har också gett oss mer avancerade mätinstrument, vilka möjliggör allt mer exakta observationer. Tack vare noggranna mätningar har vi kunnat upptäcka exoplaneter, bara för att nämna ett exempel.

Helt nya forskningsområden har genom historien uppstått genom tekniska framsteg. Mätning av radioaktivitet och elektriska fenomen kan nämnas.

Sedan ska vi inte underskatta betydelsen av tekniken för att trycka böcker. Tack vare tryckpressarna kunde nya kunskaper snabbt spridas. Forskare kunde enkelt dela med sig av sina resultat till många och experiment kunde upprepas av andra naturvetare.

## 15 Fysiken i samhället

### Centralt innehåll i avsnittet

- ◆ De fysikaliska förklaringsmodellernas historiska framväxt, användbarhet och föränderlighet.
- ◆ Informationssökning, kritisk granskning och användning av information som rör fysik.
- ◆ Argumentation och ställningstaganden i aktuella frågor som rör energi, teknik och miljö.

### Kommentarer till innehållet

Läroplanen poängterar vikten av att undervisningen i naturvetenskapliga ämnen tar upp aspekter på hållbar utveckling. Eleverna ska utveckla sin förmåga att kommunicera samt hantera praktiska och etiska val-situationer i frågor som rör energi, teknik och miljö.

Teknikutvecklingen har delvis bidragit till de svåra frågor vi behöver hantera. Mycket handlar om hur vi utnyttjar naturresurser och energikällor. I många fall kommer teknisk utveckling att krävas för att förändra befintliga tekniska lösningar. Ett mål är att eleverna ska få förståelse för samhällets utmaningar och vilka beröringspunkter som finns till fysiken och andra NO-ämnen. I läroboken nämns några områden där kunskaper i fysik kan vara till hjälp vid beslutsfattande. Fysiken kan bidra till ny teknik enligt de punkter som finns i boken på sidan 292.

### Fysik och hållbar utveckling

I Skolverkets kommentarmaterial till ämnet fysik finns nedanstående text om hållbar utveckling:

Den definition av hållbar utveckling som kanske har fått störst spridning utgår från Brundtlandkommissionens FN-rapport från 1987, "Vår gemensamma framtid". Den lyder:

*"En hållbar utveckling är en utveckling som tillgodoser våra behov i dag utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillgodose sina."*

En utbredd tolkning som tar avstamp i den definitionen, är att hållbar utveckling innehåller en ekologisk, en ekonomisk och en social dimension där alla är ömsesidigt beroende av varandra. Utvecklingen kan

sägas vara hållbar när de tre dimensionerna balanserar varandra på ett sätt som inte får negativa konsekvenser för vare sig ekologi, ekonomi eller social sammanhållning över tid.

### Användning av resurser

Vi som bor i Sverige har sedan lång tid blivit vana vid att vatten, elektricitet och livsmedel är relativt billigt. De flesta har kunnat slösa utan att det blir en besvärande stor kostnad. Det finns en risk för att dessa ovanor nu försvårar omställningen till ett mer resurs-effektivt samhälle. Eleverna behöver bli medvetna om att det går att minska den egna resursförbrukningen och därmed klimatpåverkan.

En genomsnittlig månadskostnad för vatten och avloppsrening ligger år 2022 på ungefär 400-700 kronor per hushåll och månad. Prognosen är att avgifterna kommer att behöva höjas framöver. Klimatförändringarna bidrar på många håll till att större lager av vatten kommer att behövas, genom att långvariga perioder utan nederbörd tömmer vattenmagasinen. Om vi tänker oss en situation där vatten inte finns i kranarna i varje hem, utan måste köpas i en affär för 1 krona per liter, skulle vi nog bli mer sparsamma.

Jordbruket kommer i ökad utsträckning att kräva bevattning. Produktionen av livsmedel kräver resurser i form av drivmedel till traktorer och andra arbetsmaskiner samt tillverkning av konstgödsel.

Kostnader för elektricitet och fordonsbränsle har under senare år av och till blivit så höga att utgifterna är kännbara. Vi ser hur vi påverkas av kriser och andra händelser i vår omvärld och periodvis även av faktiska bristsituationer. Utveckling inom fysik och teknik kan på sikt öka tillgången till energi, men oavsett vilka val vi gör när det gäller energikällor, så kommer omställningen att ta tid. En ökad vilja hos var och en att hålla med energi och andra resurser kan hjälpa oss att klara övergången.

**Aktuell statistik om utsläpp och klimat finns här:**  
[naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/](https://naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/)

## Kommentarer till C-uppgifter

C1. Innovationer krävs för att utveckla ny teknik som inte bygger på användning av fossil energi eller fossil råvara vid tillverkning. Fossilfri tillverkning av stål och plast är två exempel. Industrin behöver nya processer med effektivare resursanvändning. Vi behöver även i större utsträckning använda nya energibärare och metoder för tillfällig lagring av energi. Effektivare solceller och batterier står också på önskelistan över framtida innovationer. Som alltid när det gäller tekniska innovationer sker den i stor utsträckning i samverkan med framsteg inom fysik.

C2. "Hållbar konsumtion och produktion" är mål nummer 12 i Agenda 2030. Målet handlar om att minska negativ påverkan på klimat och miljö samt människors hälsa. En hållbar konsumtion och produktion innebär en effektiv användning av resurser, hänsyn till ekosystemtjänster som är nödvändiga för försörjningen samt minskad påverkan från farliga kemikalier. Hållbar konsumtion innebär att utbilda människor så att de själva gör ansvarsfulla och hållbara val och ställer om till mer hållbara livsstilar.

C3. I ett hållbart samhälle behöver vi mycket effektivare än i dag hushålla med alla resurser. Supraledning skulle kunna ge oss energisnål teknik för transporter, superdatorer och kommunikation. En förhoppning är att vi ska kunna bygga tåg som svävar på magnetfält utan friktion.

Kvantdatorer innebär en möjlighet att göra mycket kraftfulla datorer som kan användas för problemlösning, artificiell intelligens och nya tillämpningar som vi idag inte ens kommit på att de finns.

