

# Fysik 7-9

---

Niklas Åkesson och Ingrid Martens



---

CAPENSIS FÖRLAG AB

# INNEHÅLL

<b>1 Fysik som vetenskap</b>	<b>6</b>	<b>5 Väder och klimat</b>	<b>86</b>
Att studera himlen	8	Högtryck och lågtryck	88
Naturvetenskap	10	Jordens strålningsbalans	90
Vetenskap och forskning	12	Jordens växthuseffekt	92
Att arbeta med fysik	14	Variationer i klimatet	94
Konsten att mäta	16	Jordens klimathistoria	96
Stora och små tal	18	Global uppvärmning	98
Anekdotiska bevis	20	Väder, kaos och superdatorer	100
<b>2 Materia, energi och krafter</b>	<b>24</b>	<b>6 Mekanik och rörelse</b>	<b>104</b>
Materiens egenskaper	26	Gravitation	106
Energiformer	28	Tröghet och jämvikt	108
Energiomvandlingar	30	Beräkning av hastighet	110
Krafter påverkar materia	32	Acceleration	112
Tyngdpunkt och balans	34	Fritt fall och tyngdacceleration	114
Friktionskraft	36	Krafter vid cirkelrörelse	116
<b>3 Vårt hem i universum</b>	<b>40</b>	Människokroppen i rörelse	118
Solsystemets uppkomst	42	Newtons tredje lag	120
Solen	44	Är gravitationen noll i rymden?	122
Gasjättar och stenplaneter	46	<b>7 Elektricitet och magnetism</b>	<b>126</b>
Planeternas klimat	48	Elektroner i rörelse	128
Andra himlakroppar	50	Elektriska kretsar	130
Dygn, månader och årstider	52	Ström, spänning och resistans	132
En beboelig planet	54	Mäta ström och spänning	134
Planeten Mars	56	Serie- och parallellkoppling	136
Rymdkrockar	58	Magneter och magnetfält	138
<b>4 Temperatur och tryck</b>	<b>62</b>	Magnetfält i en elektrisk krets	140
Materiens tillstånd	64	Likström och växelström	142
Densitet	66	Halvledare och elektronik	144
Mått på temperatur	68	Farlig ström och spänning	146
Transport av värme	70	<b>8 Ljud och andra vågor</b>	<b>150</b>
Upplevd temperatur	72	Våghastighet och riktning	152
Tryck är kraften på en yta	74	Ljudvågor och hörsel	154
Luftens tryck	76	Vågornas matematik	156
Gasträck	78	Ljudets hastighet	158
Vätsketryck	79	Våglängd och frekvens	160
Lyftkraft i luft och vatten	80	Ljudnivå och buller	162
I rymden utan rymddräkt	82	Reflektion och absorption	164
		Ultraljud och infraljud	166
		Interferens när vågor möts	168
		Dopplereffekten	170

<b>9 Elektromagnetiska vågor</b>	<b>174</b>	<b>13 Universum</b>	<b>256</b>
Ljusets egenskaper	176	Starten på universum	258
Radiovågor	178	En stjärna föds	260
Mikrovågor	180	Vad händer i en stjärna?	262
Synligt ljus, IR och UV	182	Stjärnor med olika färg	264
Vitt ljus och färger	184	Supernovor	266
Reflektion och spegling	186	Svarta hål	268
Ljusbrytning	188	Liv i andra solsystem	270
Linser och glasögon	190	Forskning om svarta hål	272
Optiska instrument	192	<b>14 Fysikens historia och framtid</b>	<b>276</b>
Atomernas fingeravtryck	194	Världsbilden förändras	278
Uppfinning av laser	196	Vetenskap i antika Grekland	280
<b>10 Kärnfysik och strålning</b>	<b>200</b>	Från Aristoteles till Newton	282
Atomkärnan	202	Fysik under 1900-talet	284
Radioaktiva isotoper	204	Vad finns kvar att upptäcka?	286
Joniserande strålning	206	Vad vet vi om världen?	288
Användbar strålning	208	<b>15 Fysiken i samhället</b>	<b>292</b>
Strålning vi utsätts för	210	Utmaningarna	293
Energi och materia	212	Hållbart energisystem	294
Fission klyver atomer	214	Supraledare	295
Fusion slår ihop atomer	216	Kvantdatorer	296
Kärnvapen	217	<b>Bildförteckning</b>	<b>300</b>
Einsteins relativitetsteori	218	<b>Register</b>	<b>304</b>
<b>11 Energi, arbete och effekt</b>	<b>222</b>		
Mekanisk energi	224		
Arbete	226		
Hävstänger och vridmoment	228		
Effekt	230		
Hästkrafter	232		
<b>12 Energikällor</b>	<b>236</b>		
Energikvalitet	238		
Energiproduktion	240		
Värmedrivna maskiner	242		
Värmekällor	244		
Kärnkraftverk	246		
Miljö och klimat påverkas	248		
Lagra och transportera energi	250		
Framtidens energikällor?	252		



# 1 Fysik som vetenskap



Människor har alltid varit nyfikna och velat förstå mer om den värld som omger oss. Fysik handlade från början om allt som kan studeras i naturen. Senare kom vissa delar av naturen att räknas till kemi eller biologi. Genom experiment och annat vetenskapligt arbete har forskare kunnat komma fram till nya kunskaper. Upptäckterna har på många sätt förändrat vår vardag genom att teknisk utveckling har följt i fysikens spår.

## **vetenskap**

kunskap som utvecklas genom noggranna observationer och experiment

## **experiment**

praktisk undersökning som görs för att testa en hypotes

## Frågor om naturen

Tänk dig att du lever på 1800-talet och undrar varför himlen är blå. Du tänker en stund, och kommer fram till att eftersom jorden till större delen består av hav, och havet är blått, så måste det vara en spegelbild av havet vi ser när vi tittar upp en molnfri dag.

Är detta ett vetenskapligt eller ovetenskapligt sätt att resonera? Det vet vi inte än, det avgörs i fortsättningen av berättelsen.

## Antaganden måste ifrågasättas

Alla dina vänner blir mycket imponerade över att du har räknat ut varför himlen är blå, men en av dem frågar: ”Hur vet du att det inte är tvärt om? Det kan ju vara havet som ser blått ut för att det blåa ljuset från himlen speglas i vattenytan.”

Du har nu två val. Det ena alternativet är att försvara ditt antagande till varje pris. Det var ju faktiskt trevligt att vara den som knäckte gåtan om himlens färg. Det andra alternativet är att undersöka vad som talar för och emot de båda förslagen.

## Resonera vetenskapligt

Är det vattnet eller himlen som har blå färg? Både luft och vatten är ju genomskinliga, så där får vi ingen ledtråd. En liten mängd luft eller vatten i en burk ser ofärgad ut. Efter att ha undersökt saken närmare kommer du fram till att det inte går att avgöra vad som är rätt.

Det är förstås det andra alternativet som är ett exempel på vetenskapligt arbetssätt. En forskare är alltid beredd att ifrågasätta och bli ifrågasatt. Att komma fram till att något inte stämmer är också ett viktigt forskningsresultat.



Hur uppstår himlens och vattnets blå färger? För en betraktare på månen ser rymden svart ut både på natten och dagen. Varför är det annorlunda på jorden? För att kunna svara på dessa frågor krävs kunskaper i fysik.

### Varför är himlen blå?

På en himlakropp utan atmosfär är himlen svart, bortsett från stjärnor och planeter. Det kan tyckas konstigt att vår himmel inte också är svart, eftersom atmosfären är genomskinlig. För att vi ska uppfatta något som blått, måste det komma blått ljus från den riktningen. Atmosfären lyser på oss med blått ljus på dagen.

Solljus består av alla färger, och atmosfären består mestadels av kväve. När ljus från solen träffar kväveatomer sprids det blåa ljuset åt alla håll, bland annat nedåt. Solljuset delar med sig av den blåa delen av ljuset till kväveatomerna, som i sin tur lyser på oss. Hur detta fungerar lärde vi oss inte förrän en bit in på 1900-talet, då vi började förstå ljus och atomer. Mer om detta finns i kommande avsnitt.



## Att studera himlen

### himlakropp

kropp som finns utanför jordens atmosfär

### stjärnbild

mönster av stjärnor som liknar det som gett namn åt stjärnbilden

### astronomi

vetenskap som handlar om universum och himlakropparna

### planet

himlakropp som kretsar runt en stjärna

### teleskop

stor kikare som används för att studera himlakroppar

Vad gjorde människor innan det fanns böcker, TV och mobiler? Om de var ute på natten, tittade de nog upp på himlen och undrade vad de såg. De såg en mängd ljusa himlakroppar av olika storlek.

- ◆ De minsta kropparna fanns det många av. De sågs i samma mönster varje natt, och hela himlavalvet tycktes röra sig.
- ◆ Några av de små kropparna var lite större och satt inte fast, utan vandrade i banor över himlavalvet.
- ◆ En himlakropp var större än de andra och syntes på olika platser. Den var ibland rund och ibland en tunn strimma.

### Tid och orientering

Himlakropparna var intressanta för människor redan under stenåldern. De kan användas för att följa tiden. Solen flyttar sig under ett dygn och månens växlingar sker under en månad.

Kulturer som ägnar sig åt jordbruk behöver följa årstidsväxlingar. Vi kan se var på horisonten solen går upp och ned varje dag. Platsen flyttar sig under året och vänder vid midsommar och midvinter.

Himlakroppar hjälper oss att hitta vägen. Om solen är synlig är det lätt att gå åt rätt håll i skogen. På natten är det svårare, men om vi ser var kända stjärnor finns kan vi hålla en rak kurs.

### Stjärnbilder skapar ordning

Det är svårt att studera stjärnhimlen om allt är en röra av stjärnor utspridda på himlavalvet. Människor skapade ordning genom att gruppera stjärnorna i stjärnbilder. Några kända grekiska stjärnbilder är Orion, Stenbocken och Stora björn. Andra kulturer såg andra bilder på himlen. Samma stjärnor kunde bli en vagn eller en pilbåge.

Stjärnbilderna hörde ihop med berättelser. Berättelserna hjälpte människor att komma ihåg stjärnbilderna, och stjärnbilderna gjorde det lättare att minnas berättelserna.

På natthimlen syns många lysande himlakroppar. För forntidens människor var det inte lätt att räkna ut vad de såg.



## Forntida astronomi

Astronomi är en av de äldsta vetenskaperna. Innan den moderna vetenskapen tog över var det ofta präster som studerade himlen. En präst som kunde förutse en solförmörkelse antogs nog ha direkt kontakt med gudarna. Att ha kunskaper om astronomi var ett sätt att bli en viktig person i samhället.

## Planeter vandrar bland stjärnbilderna

Stjärnorna sitter där de sitter i sina avlägsna stjärnbilder, som ser likadana ut årtusende efter årtusende. Planeterna däremot syns i olika stjärnbilder vid olika tillfällen. För länge sedan visste människorna inte vad planeterna var, men de förstod att planeterna var annorlunda än stjärnorna. Grekerna kallade planeter för ”vandrare”, *planetes* på grekiska, eftersom de vandrade runt bland stjärnbilderna.

## Teleskop ger nya insikter

Vid början av 1600-talet hände någonting som skulle förändra astronomin. Det första teleskopet uppfanns. De tidiga teleskopen var bara ovanligt bra kikare med glaslinser, men de gav ändå möjlighet att se detaljer som tidigare varit okända.

Galileo Galilei var den första astronom som använde en stjärnkikare för att studera stjärnhimlen. Galilei upptäckte nya himlakroppar, och han började förstå vad planeterna är och hur de rör sig. Han insåg då att jorden inte är centrum i universum.



porträtt av Galileo Galilei, Uffizierna, Florence

### Galileo Galilei (1564 - 1642)

Galilei var en italiensk naturforskare som föddes i Pisa. Med hjälp av sin stjärnkikare upptäckte han fyra av Jupiters månar. Han argumenterade för att solen, och inte jorden, är centrum i universum. Efter en konflikt med den katolska kyrkan dömdes Galilei till livstids fängelse för sina teorier.



Tanum, Bohuslän



Nämforsen, Ångermanland

Stjärnbilder har samband med de myter som människor berättar. I Skandinavien har älgen sedan länge varit ett av de viktigaste djuren i mytologin.

Samerna i norra Sverige berättade om en stor älg som jagades över himlavalvet av en jägare med pilbåge.



## Naturvetenskap

### **naturvetenskap**

gemensamt namn för de vetenskaper som handlar om naturen

### **fysik**

vetenskap om naturen och materiens grundläggande egenskaper

### **filosofi**

vetenskap om vetenskapliga metoder och kunskap

### **bevis**

något som ger kunskap om vad som är sanning

Allt som inte är konstruerat av människor hör till naturvetenskapen. Inom naturvetenskap undersöks allt från det allra minsta till det allra största i den fysiska världen.

### Hur fungerar världen vi lever i?

Vi människor är nyfikna och vill gärna veta hur saker fungerar, även när vi inte har praktisk nytta av kunskaperna.

Vi vill få svar på frågor som:

- ◆ Hur blev jorden, universum och vi själva till?
- ◆ Varför sker vulkanutbrott?
- ◆ Går det förutspå hur vädret kommer att bli?

Naturvetenskapen har gjort mycket mer än att stilla vår nyfikenhet. Utvecklingen av samhället har på gott och ont drivits på av de naturvetenskapliga upptäckterna.

### Naturvetenskapens områden

Naturvetenskap är indelad i många grenar. Inom grundskolan finns biologi, fysik och kemi. I andra sammanhang finns fler ämnen, exempelvis kan medicin och astronomi vara egna områden. Matematik och filosofi används som hjälpmedel inom naturvetenskap, men räknas inte till naturvetenskapens ämnen.



Frågorna om naturen är många. Hur uppstår vädret? Vilka slutsatser kan vi dra av märkligt formade moln? Ska vi tolka fenomen på himlen som budskap från gudar eller uppstår de naturligt?



## Fysik handlar om naturen

Ordet fysik kommer av ett ord som betyder ”naturlig” eller ”läran om naturen”. Från början handlade fysik om allt det vi idag kallar för naturvetenskap. De som ägnade sig åt fysik kunde göra upptäckter inom så skilda områden som sjukdomslära och astronomi. Senare kom fysik att handla om materiens grundläggande egenskaper. Energi och krafter hör till det som studeras inom fysik.

## Naturvetenskapliga metoder

Forskning inom naturvetenskap bygger på att observera, mäta och räkna. Som i all vetenskap ska det inte spela någon roll vad forskaren tycker, eller vilka resultat forskaren helst vill få. Resultatet ska bli samma, oavsett vem som gör undersökningen.

De regler vi har idag för naturvetenskaplig forskning har inte funnits i alla tider. I antikens Grekland fanns början till det som skulle bli den moderna vetenskapen. Sedan dess har kraven på bevis och vetenskapliga metoder utvecklats.

## Fysik och matematik

Fysiker använder ofta komplicerade beräkningar. Ibland säger man att matematik är fysikens språk. Det är inte alltid möjligt att göra experiment för att bevisa hypoteser. Många nya bevis har tagits fram enbart genom matematik.

Du som är elev i grundskolan behöver ibland använda matematik, till exempel för att räkna ut en hastighet när du vet sträckan och tiden. Vill du bli fysiker är det en fördel om du gillar matte. Men många fenomen inom fysiken kan förklaras utan matematik.

Kunskaper i naturvetenskap behövs för att vi ska kunna ta ställning i viktiga frågor och fatta rätt beslut.



## Vetenskap och forskning

### hypotes

antagande som ger en tänkbar förklaring av en observation

### belägg

bevis som ger stöd för att en hypotes eller teori stämmer

### teori

sammanfattande förklaring av hur något fungerar

Varför behöver vi vetenskap? Räcker inte sunt förnuft och erfarenhet för att förstå världen omkring oss? Vetenskap hjälper oss att dra rätt slutsatser. Ibland stämmer inte våra upplevelser med hur det faktiskt är. Ett exempel är att många tror det blir kallt på natten om det är fullmåne. I själva verket är varma nätter ofta molniga, vilket gör att vi inte ser månen.

### Vetenskapligt arbete

En fråga eller ett problem ska undersökas. Vi börjar med att fundera över utgångsläget. Vad vet vi redan? Vad vill vi ta reda på?

1. Forskaren lägger fram en hypotes. En hypotes är en möjlig förklaring som bygger på det som redan är känt. Hypotesen måste gå att testa för att kunna studeras vetenskapligt.
2. Hypotesen testas genom ett experiment eller en annan undersökning. Resultat som tyder på att hypotesen stämmer kallas för belägg. Det är viktigt att forskaren beskriver sina resultat, så att andra kan testa hypotesen. Om någon hittar ett motbevis måste hypotesen arbetas om eller skrotas.
3. När det har gått en tid utan att någon kunnat motbevisa hypotesen, och det finns tillräckligt med belägg, kan hypotesen uppgraderas till en teori. Ju fler belägg som finns och ju längre tid som gått, desto starkare blir teorin.

Observera skillnaden mot det vardagliga "jag har en teori" som betyder en gissning. En teori är inom vetenskapen så nära en faktisk sanning vi kan komma. Teorin om att jorden rör sig runt solen är numera så stark att den i praktiken är en sanning.

## Experiment med gaser

Gasers förmåga att värmas av solstrålning beskrevs år 1856 av en amerikansk naturvetare vid namn Eunice Newton Foote.

### Observation

Luften brukar vara varmare i en dalgång än uppe på ett högt berg. Solen lyser lika mycket uppe på berget som nere i dalen, så något måste orsaka skillnaden i uppvärmning.

### Hypotes

Foote kände till att luften blir tunnare på högre höjd. Hon gjorde antagandet att luftens täthet och innehåll av olika gaser påverkar hur mycket luften värms upp av solstrålning.

### Experiment och resultat

Foote konstruerade en apparat med två glasbehållare där hon kunde pumpa in och ut luft och andra gaser. Hon mätte sedan hur temperaturen i behållarna påverkades av solstrålningen.

Mätningarna visade flera resultat. Tät luft värmdes upp mer än tunn luft. Luft med mycket vattenånga värmdes upp mer än torr luft. Koldioxid värmdes upp mer än vanlig luft.

### Slutsats

Eunice Newton Foote drog slutsatsen att både luftens täthet och innehåll påverkade uppvärmningen. Enligt hennes hypotes skulle mer koldioxid i luften göra planeten varmare. Foote antog också att högre koldioxidhalt kan ha gett varmare klimat tidigare under jordens utveckling.



Luften är tunnare nära havsytan än den är högt uppe på ett berg. Den är också varmare på lägre höjder. Både luftens täthet och innehåll av gaser påverkar hur varm luften blir av solstrålningen.



**Eunice Newton Foote**

**(1819 - 1888)**

Eunice Newton Foote studerade naturvetenskap och gjorde experiment med gaser. Hon upptäckte att luftens gaser har olika förmåga att ta upp värme från solljus. Resultatet av hennes forskning presenterades vid en konferens år 1856.

## Att arbeta med fysik

### grundforskning

forskning som görs för att öka våra kunskaper och förbättra teorier

### tillämpad forskning

forskning som görs för att ta fram produkter och metoder som är praktiskt användbara

### teknik

praktisk användning av naturvetenskap

### upptrinng

något som används för att lösa ett tekniskt problem

Temperatur, hastighet och elektricitet är fysik vi stöter på i vardagen. Andra områden inom fysiken känns inte alls lika vardagliga. Fysiker utforskar allt från de minsta beståndsdelarna i atomer till det största vi känner till i universum.

Listan nedan visar några grenar inom fysik.

- ◆ Partikelfysik studerar de små partiklar som universum är uppbyggt av. I det sammanhanget är atomen jättestor.
- ◆ Mekanik handlar om krafter och rörelser.
- ◆ Atmosfärfysik handlar om väder och klimat.
- ◆ Astrofysik är sådant som finns i rymden, till exempel stjärnor, galaxer och svarta hål.

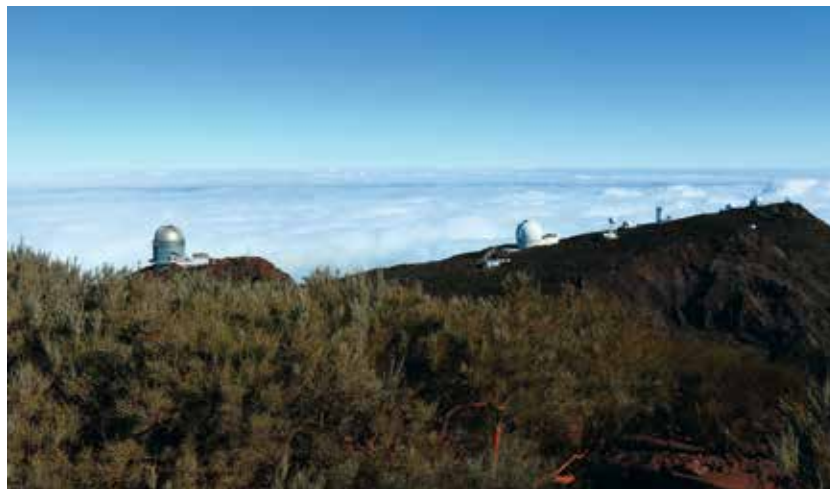
## Grundforskning och tillämpad forskning

En stor del av forskningen är grundforskning. När forskare ägnar sig åt grundforskning är målet att förstå hur naturen fungerar. Forskaren vet inte om kunskaperna någonsin kommer att vara till nytta.

Astrofysik och partikelfysik är exempel på grundforskning.

Det andra alternativet kallas tillämpad forskning. Vid tillämpad forskning är målet att få fram resultat som kommer till användning ganska snart. Inom industrin sker mycket tillämpad forskning, liksom inom forskningsområden som medicinsk teknik och energisystem.

Högt ovan molnen är teleskopen på La Palma belägna. Längst till vänster är Nordic Optical Telescope (NOT). Det ligger 2 382 meter över havet och används främst av forskare från de nordiska länderna.



## Teknik bygger på fysik

Teknik kan sägas vara naturvetenskap som används till något praktiskt. Sambandet mellan naturvetenskap och teknik är mycket tydligt för ämnet fysik.

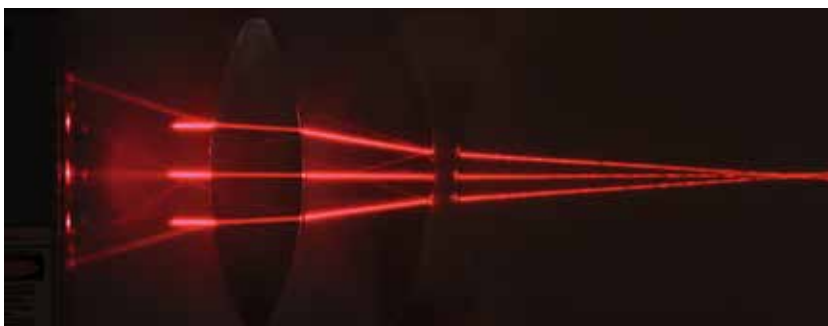
Många upptäckter inom fysik har lett till uppfinningar som har blivit till nytta och nöje för oss. Elektricitet, motorer och telefoner är några uppfinningar som bygger på kunskaper i fysik.

## Nyttan med grundforskning

Man kan undra varför vi forskar om saker vi inte verkar ha någon nytta av. I många fall kommer kunskaperna till nytta långt senare. Utvecklingen av teknik idag bygger mycket på grundforskning från första halvan av 1900-talet.

Den grundläggande förståelsen för atomer och elektroner fick vi genom grundforskning tidigt under 1900-talet. Utan dessa kunskaper hade utvecklingen av datorer inte varit möjlig.

Ett annat exempel är lasertekniken. Teorin som ligger till grund för lasern kom redan år 1917. Sedan dröjde det över 60 år innan lasern började användas i CD-spelare av vanligt folk. Lasrar används idag bland annat till att mäta, skära, lagra data och operera ögon.



Laserljus används numera till många saker inom exempelvis medicin och industri. Från början handlade laser om ett intressant fenomen, som upptäcktes vid grundforskning, och inte var till någon praktisk nytta.

## Några yrken där kunskaper i fysik är användbara

Arkitekt  
Astronaut  
Astronom  
Byggingenjör  
Civilingenjör  
CNC-operatör  
Dataingenjör  
Drifttekniker  
Elektriker  
Energikonsult  
Flygmekaniker  
Forskare inom naturvetenskap  
Fotograf  
Fysiker  
Geolog  
Laboratorieingenjör  
Ljudtekniker  
Läkare  
Lärare inom naturvetenskap  
Materialspecialist  
Meteorolog  
Optiker  
Patentombud  
Pilot  
Processutvecklare  
Produktutvecklare  
Röntgenassistent  
Sjukhusfysiker  
Smed  
Strålskyddsfysiker  
Systemutvecklare  
Tandläkare  
Ventilationsmontör  
Veterinär

# Konsten att mäta

## storhet

mätbar egenskap hos ett föremål eller ett fenomen

## mätetal

värde som används ihop med en enhet vid mätning av egenskaper

## enhet

anger vilken typ av mätetal som används vid mätningen

## beteckning

kortform för storhet eller enhet

Mycket inom fysiken handlar om att mäta. Några exempel på sådant som ofta mäts är längd, tid, massa, volym och temperatur.

- ◆ Hur långt är det till solen?
- ◆ Hur mycket väger jordklotet?
- ◆ Hur kallt är det vid sydpolen?

## Gamla mått och nya

För länge sedan fanns inte instrument för exakt mätning. Människor använde det som fanns tillgängligt för att beskriva storlek och avstånd. Den egna kroppen fick ofta fungera som mätredskap. Tum, fot och aln var mått som var lite olika beroende på om den som mätte var stor eller liten. Och hur långt är egentligen ett stenkast?

## Begrepp för mätning

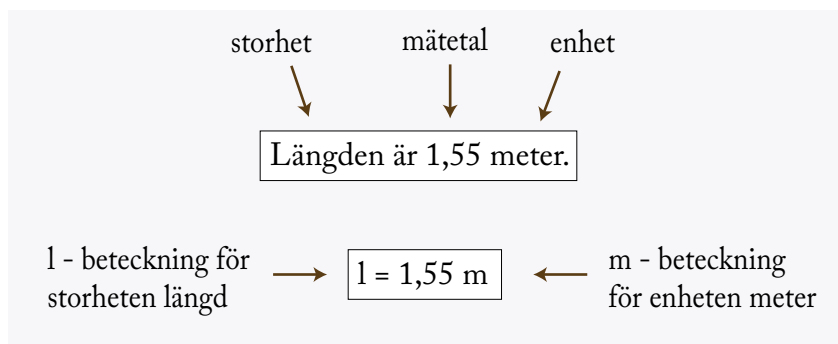
För att människor i olika länder ska förstå varandra behöver alla mäta med samma metoder. Vi behöver också ange resultatet på samma sätt. Inom naturvetenskap används följande begrepp.

- ◆ Storhet är det som ska mätas.
- ◆ Mätetal är det uppmätta värdet.
- ◆ Enhet är det vi anger värdet i.

För storheter och enheter finns beteckningar. En beteckning är en kortform som oftast består av en eller två bokstäver, ibland ihop med andra tecken.



Kaffekopp var förr ett vanligt mått i recept. Kaffekoppar fanns i alla hem, men de var inte lika stora. Numera har vi bestämt att en svensk kaffekopp ska motsvara en och en halv deciliter.





## Regler för enheter

De enheter vi nu använder är oftast samma i alla länder. Det finns exakta beskrivningar av enheterna. Resultatet ska bli lika för alla som mäter samma sak.

Det finns också regler för hur man ska skriva.

- ◆ Namn på storheter och enheter skrivs med små bokstäver.
- ◆ Beteckningar och andra förkortningar kan vara antingen stora eller små bokstäver.

## Längd och vikt

Du har nog varit med om att mäta din egen längd och vikt. När skolsköterskan mäter hur lång du är får du kanske veta att längden är 1 meter och 55 centimeter. Andra sätt att ange din längd är 1,55 meter eller 155 centimeter. Centi betyder hundradel, och en centimeter är därför en hundradels meter.

Vikt anges ofta i kilogram om det gäller kroppsvikt. Ett kilogram är samma sak som 1 000 gram. Om vi ska väga något litet är det mer praktiskt att använda milligram. Ett milligram är ett tusendels gram, det vill säga 0,001 gram.



Plattan har texten "Normalhöjdpunkten". Den finns i Stockholm och visar den punkt som år 1900 beslutades vara den normala höjden. Alla andra höjdnivåer kan anges genom att jämföras med normalhöjdpunkten. Numera har Europa en gemensam nollnivå i Amsterdam.

storhet	beteckning	enhet
längd	l	meter (m)
vikt (massa)	m	kilogram (kg)
volym	V	kubikmeter (m <sup>3</sup> )
temperatur	T	grader Celsius (°C)
sträcka	s	meter (m)
tid	t	sekund (s)
hastighet	v	meter per sekund (m/s)

En tabell med alla bokens storheter och enheter finns i slutet av boken.



## Stora och små tal

### Ljusminut

den sträcka ljuset färdas på en minut

### Ljusår

den sträcka ljuset färdas på ett år

### astronomisk enhet (au)

längdmått där 1 au är medelavståndet mellan jorden och solen

### prefix

tillägg till enhet som används för att göra enheten större eller mindre

### En skäggsekund

Ett mindre allvarligt menat längdmått är skäggsekunden. Det är så långt som ett skäggstrå växer på en sekund.

Det råder delade meningar om huruvida en skäggsekund är 5 nm (0,000000005 m) eller 10 nm (0,00000001 m).

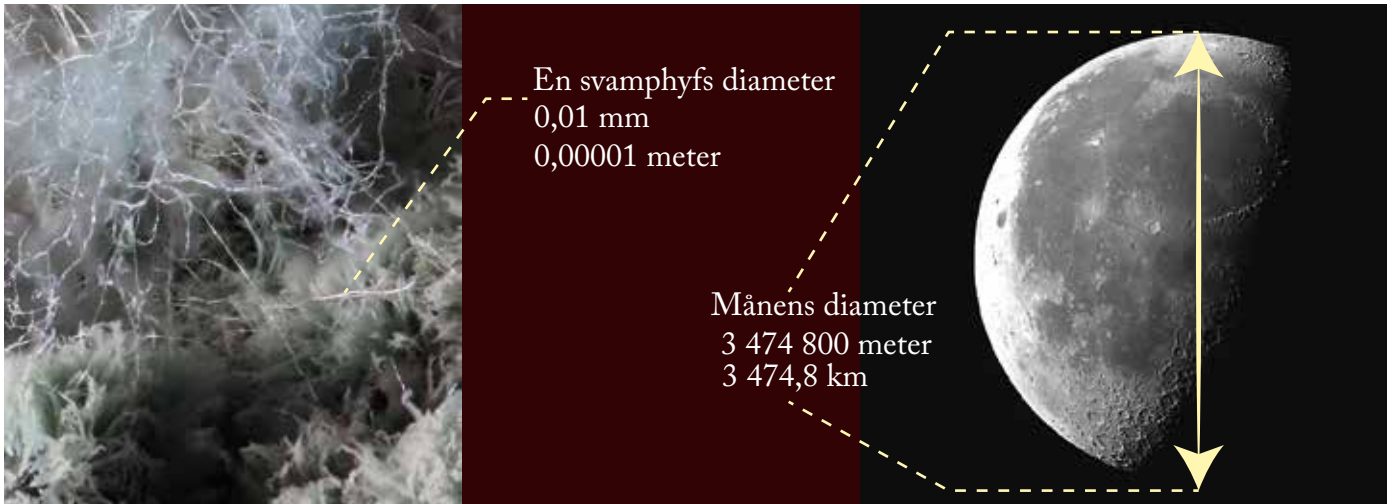
Vi har alla en gräns för hur stora tal vi kan förstå. För ett litet barn kanske allt över tio bara är ”många”. Inom fysiken måste vi kunna hantera mått på sådant som är mycket litet eller mycket stort.

### Alternativa enheter

Mätningar blir lättare om vi inte behöver skriva så många siffror. Ofta används en alternativ enhet. För den som jobbar på ett grustag är det opraktiskt att mäta i gram. Där används viktenheten ton istället. Ett ton är 1 000 kilogram, eller 1 000 000 gram.

Från jorden till solen är det ungefär 150 000 000 000 meter, eller 150 miljoner kilometer. Ett annat sätt att ange avståndet är åtta ljusminuter, vilket är den sträcka som ljus färdas på åtta minuter. Längre avstånd i rymden brukar mätas i ljusår. Avståndet till solens närmaste stjärna är lite mer än fyra ljusår.

Längdmåttet astronomisk enhet (au) används ofta för avstånd inom solsystemet. Sträckan 1 au är avståndet mellan jorden och solen.



## Prefix

Med hjälp av ett prefix kan storleken för enheten ändras. Ett kilogram (1 kg) är tusen gånger tyngre än ett gram (1 g), eftersom prefixet kilo betyder tusen. Ett gigaton är en miljard ton, eftersom giga (G) betyder miljard. En milliliter (1 ml) är en tusendels liter, eftersom milli betyder tusendel.

## Namn på stora tal

Namnen på de stora talen följer ett system. En miljon har sex nollor. En biljon är en miljon miljoner och har tolv nollor, en triljon är en miljon biljoner och har arton nollor. Man kan säga att orden anger hur många grupper med sex nollor som talen har. ”Bi” och ”tri” kommer från de latinska orden för två och tre.

## Annorlunda på engelska

En sak är bra att veta, och det är att engelskspråkiga länder har ett annat system. En miljon är samma som ”one million”, men en biljon är samma som ”one trillion”. Skillnaden är att när de går upp i skalan million, billion, trillion, quadrillion och så vidare, så lägger de bara på tre nollor per steg. Vi lägger på sex nollor per steg.

På engelska finns inte några tal med ändelsen -ard. Billiard är inget tal på engelska, utan bara en sport.

### En oktiljon

Hur många nollor är det i en oktiljon? Det är 48 stycken, eftersom octo betyder åtta på latin och  $6 \cdot 8 = 48$ .

Mellan miljon och biljon finns miljard som har nio nollor, och mellan biljon och triljon finns biljard, som har femton nollor och så vidare.

Längd i meter (m)	Längd i ord	Längd med prefix	Exempel på användning
0,000 000 001	en miljarddels meter	1 nm (nanometer)	atomer och molekyler
0,000 001	en miljondels meter	1 $\mu$ m (mikrometer)	virus och bakterier
0,001	en tusendels meter	1 mm (millimeter)	insekter
0,01	en hundraedels meter	1 cm (centimeter)	fiskar och fåglar
0,1	en tiondels meter	1 dm (decimeter)	snödjup
1	en meter		människors längd
1 000	tusen meter	1 km (kilometer)	avstånd mellan städer
1 000 000	en miljon meter	1 Mm (megameter)	avstånd mellan länder
1 000 000 000	en miljard meter	1 Gm (gigameter)	solens storlek
1 000 000 000 000	en biljon meter	1 Tm (terameter)	avstånd inom solsystemet
1 000 000 000 000 000	en biljard meter	1 Pm (petameter)	avstånd mellan stjärnor

## Anekdotiska bevis

En anekdot är en berättelse om något som hänt. Att dra slutsatser av egna upplevelser och saker som man fått berättat för sig kallas för anekdotisk bevisföring.

Om du har varit i Halmstad tio gånger, och det har regnat nio av dessa, tror du nog att det regnar mycket i Halmstad. Men om du kontrollerar statistik kan du se att Halmstad inte ligger högt på listan över de regnigaste städerna.

## Undersökningar ger riktiga bevis

Anekdotiska bevis kan lätt få fäste och börja betraktas som sanningar. Många upplever att de ofta får meddelande eller telefonsamtal från personer som de nyss tänkte på. För att undersöka om det faktiskt är så, behöver du notera varje gång du tänker på en person och varje gång någon ringer eller skickar ett meddelande.

Vi människor är bra på att se samband, även när de inte finns. Vi upplever att märkliga sammanträffanden sker ofta, därför att vi lägger dessa händelser på minnet. Alla gånger som du tänkte på någon som sedan inte ringde glöms bort. Likaså de gånger någon ringde utan att du först tänkte på dem.

## Många osannolika händelser inträffar

Osannolika sammanträffanden används ibland som bevis för det "övernaturliga". Men med tanke på hur många olika osannolika saker som kan hända, vore det konstigt om inte några hände dig.

Under en hel livstid borde du åtminstone någon gång råka ut för något som är så osannolikt att det känns helt oförklarligt. Några av de nästan 8 miljarder människorna på jorden kommer till exempel att uppleva att en släktings klocka stannar i samma stund som släktingen dör. Allt annat hade varit osannolikt.

## SAMMANFATTNING

- Inom vetenskapen måste alla antaganden ifrågasättas.
- Att komma fram till att ett antagande inte stämmer kan vara ett viktigt resultat.
- Människor i forntiden hade nytta av att studera natthimlen för bland annat jordbruk och navigation.
- Innan människor visste vad de såg på stjärnhimlen visste de att planeterna var annorlunda, eftersom de rörde sig mellan stjärnbilderna.
- Inom naturvetenskap undersöks allt som har med vår fysiska omgivning att göra.
- Naturvetenskapens metoder är att observera mäta och räkna. Åsikter får inte spela någon roll.
- Fysiker använder avancerad matematik, men de flesta fysiska fenomen går att förstå utan matematik.
- För att en hypotes ska utvecklas till en teori måste det finnas belägg i form av observationer, mätningar eller beräkningar.
- En forskare måste redovisa sina metoder och sina resultat, så att andra kan kontrollera dem och eventuellt upprepa dem.
- Grundforskning saknar direkt nytta när forskningen utförs, men kan få stor nytta senare.
- Tillämpad forskning har som mål att få fram resultat som kommer till användning direkt.
- Storheten handlar om vad vi mäter. Mätetalet och enheten handlar om storleken på resultatet av mätningen.
- För att hantera stora och små värden kan man använda prefix som påverkar storleken på enheten. En kilometer är 1000 gånger så stor som en meter, eftersom kilo betyder 1000.
- Engelskspråkiga länder har ett annat sätt att benämna stora tal än de flesta övriga länderna.

# Uppgifter: Fysik som vetenskap

## A - Faktafrågor

- A1. Vad hade människor för nytta av att studera stjärnhimlen i forntiden?
- A2. Vad är orsaken till att planeter kallas för planeter?
- A3. Vilket gemensamt namn används för ämnena biologi, fysik och kemi?
- A4. Vad kallas det om en forskare gissar vad som kan förklara en observation? Vad kallas "gissningen"?
- A5. Vad är det för skillnad på en hypotes och en teori?
- A6. Vad är det för skillnad på grundforskning och tillämpad forskning?
- A7. Vilken enhet brukar inom fysiken användas för att mäta tid?
- A8. Varför används prefix?
- A9. Vad betyder kilo, milli, nano och giga?
- A10. Översätt "one billion" till svenska.
- A11. Ordna dessa längdmått i storleksordning från minst till störst:  
dm, mm, nm, km,  $\mu\text{m}$

## B - Förståelse

- B1. Vilka är de tre typer av himlakroppar som beskrivs i punkterna överst på sidan 8?
- B2. Om en forskare inte kan beskriva i detalj hur hen kom fram till ett resultat som stöder en teori är det inte så mycket värt. Varför då?
- B3. Är följande framsteg exempel på grundforskning eller tillämpad forskning?
  - a) teorin om atomens byggnad
  - b) den första telefonen
- B4. Varför är grundforskning viktig trots att resultaten ofta inte går att använda till något?
- B5. Förklara skillnaden mellan teknik och naturvetenskap.
- B6. Varför användes förr mått som kaffekopp, tum och fot? Varför har de bytts ut mot andra mått?
- B7. "Avståndet är 150 m." Vad är storhet, enhet och mätetal i denna mening?
- B8. Ett stift till en blyertspenna består av grafit, där kolatomer sitter ihop på ett särskilt sätt. Avståndet mellan atomerna är 0,14 nm. Hur många "atomer tjockt" är ett blystift med diametern 0,7mm?

## C - Frågor att diskutera

Diskutera i små grupper eller i hela klassen.

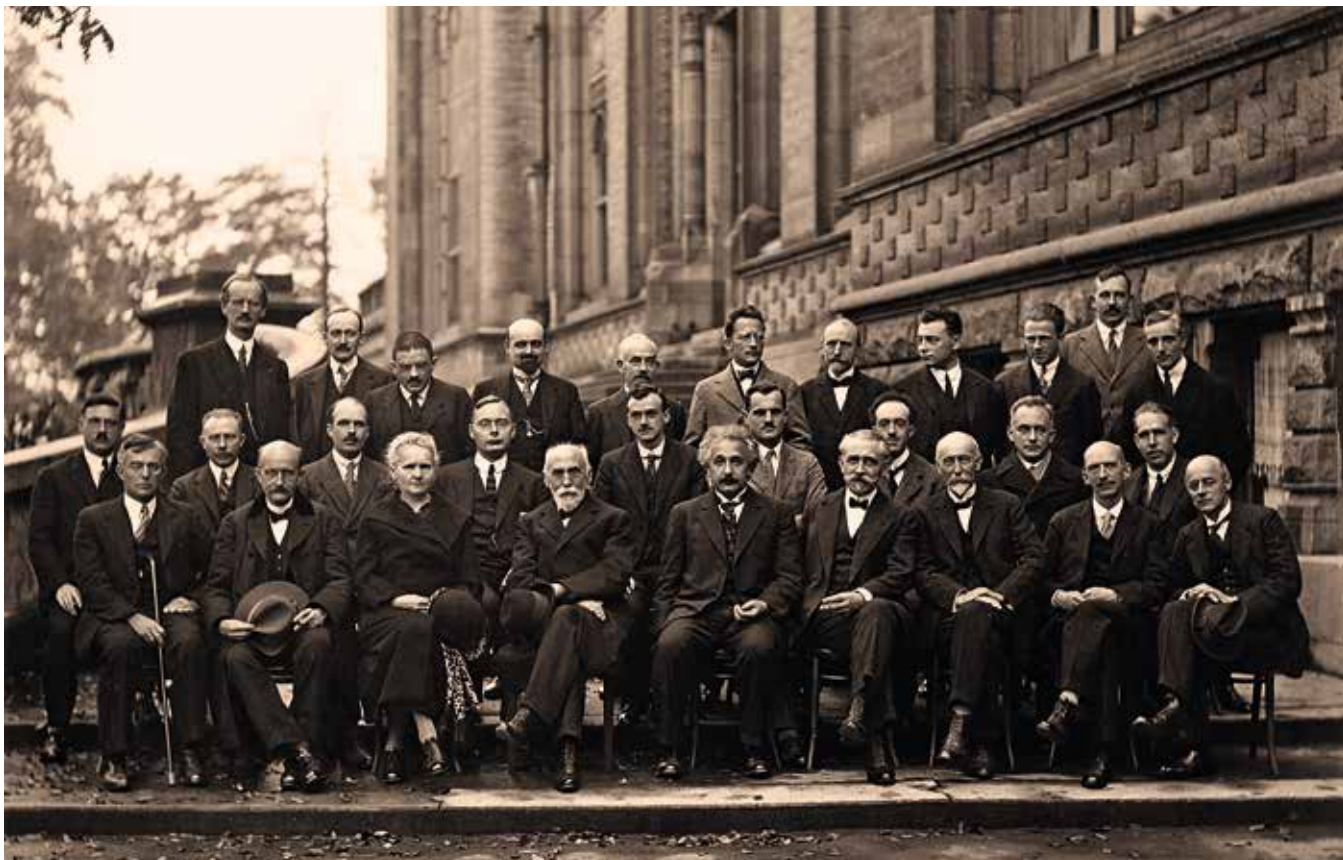
- C1. Denna historia gillar matematiker att berätta: Tre forskare gick iland på en ö och fick se ett svart får. Den första forskaren sa: "Titta! Fåren på den här ön är svarta." Den andra forskaren sa: "Nej, vi vet bara att det finns minst ett svart får på ön." Matematikern sa: "Vad menar ni? Det enda vi vet är att det finns minst ett får som är svart, åtminstone på ena sidan". Den första forskaren tänkte inte som en forskare bör göra. Men vem av de andra två hade rätt?
- C2. I nyhetsrapportering får vi ofta veta hur många fotbollsplaner som har drabbats av något, exempelvis en skogsbrand. Är fotbollsplaner ett bra mått på yta? Varför används det så ofta? Fungerar det lika bra med 10 000 fotbollsplaner som med 10?
- C3. Vad är det för skillnad på uppfinnare och forskare? Var den som byggde den första lasern den som uppfann lasern?

## Begrepp i kapitlet

Träna parvis genom att förklara följande begrepp för varandra.

astronomi	grundforskning	stjärnbild
astronomisk enhet, au	himlakropp	storhet
belägg	hypotes	teknik
beteckning	ljusminut	teleskop
bevis	ljusår	teori
enhet	mätetal	tillämpad forskning
experiment	naturvetenskap	uppfinring
filosofi	planet	vetenskap
fysik	prefix	





Fotograf Benjamin Couprie, Institut International de Physique Solvay, Bryssel, Belgien.

### Fysikens stora

Fysikens guldålder inföll, enligt vissa, under de första trettio åren av 1900-talet. Då gjordes stora framsteg inom teoretisk fysik som påverkar oss starkt idag.

Bilden togs vid Solvay Conference on Quantum Mechanics i Bryssel 1927 och de flesta av den tidens stora fysiker var närvarande. Av 29 deltagare fanns 17 som mottagit, eller som kom att få, Nobelpris i fysik eller kemi. Marie Skłodowska Curie erhöll både fysik- och kemipriset.

Från bakre raden från vänster :

Auguste Piccard (förebilden till Professor Kalkyl), Émile Henriot, Paul Ehrenfest, Édouard Herzen, Théophile de Donder, Erwin Schrödinger (Np 1933), Jules-Émile Verschaffelt, Wolfgang Pauli (Np 1945), Werner Heisenberg (Np 1932), Ralph Howard Fowler, Léon Brillouin

Mittraden från vänster:

Peter Debye (Np 1936), Martin Knudsen, William Lawrence Bragg (Np 1915), Hendrik Anthony Kramers, Paul Dirac (Np 1933), Arthur Compton (Np 1927), Louis de Broglie (Np 1929), Max Born (Np 1954), Niels Bohr (Np 1922)

Främre raden från vänster:

Irving Langmuir (Np 1932), Max Planck (Np 1918), Marie Skłodowska Curie (Np 1903 och 1911), Hendrik Lorentz (Np 1902), Albert Einstein (Np 1921), Paul Langevin, Charles-Eugène Guye, Charles Thomson Rees Wilson (Np 1927), Owen Willans Richardson (Np 1928)

(Np = Nobelpriset)