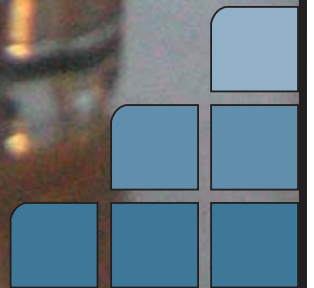
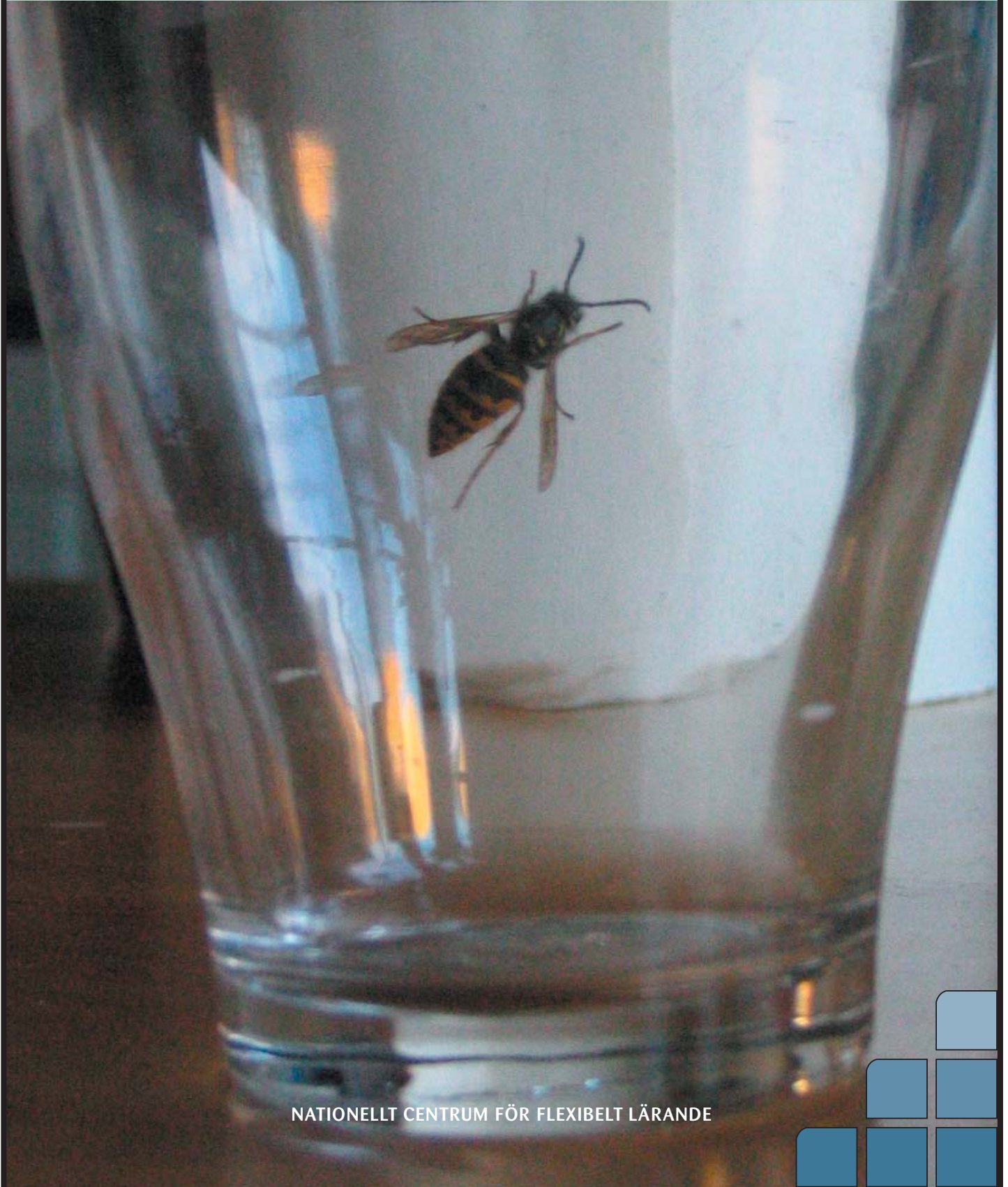


Fysik B

NATURVETENSKAP



Fysik B

Innehåll

- [Välkommen till fysik B](#)
- [Introduktion](#)
- [Studiemateriel](#)
- [Mål](#)
- [Betygskriterier](#)
- [Studieteknik](#)
- [Studiearbeten](#)
- [Laborationer](#)
- Studieenhet 1 [Magnetism](#) 9
- Studieenhet 2 [Mekanik](#) 11
- Studieenhet 3 [Vågor](#) 12
- Studieenhet 4 [Kvanta](#) 13
- Studieenhet 5 [Atomen](#) 14
- Studieenhet 6 [Kärnan](#) 15
- Studieenhet 7 [Elementarpartiklar](#) 16
- Studieenhet 8 [Kosmologi](#) 18
- [Avslutning](#) 19

CFL ansvarar inte för fortsatt uppdatering av kursmaterialet.
Vuxenutbildare har full rättighet att återanvända materialet
efter eget behov./09-2004

Välkommen till fysik B

Du har gjort ett klokt val: att satsa på fysikstudier. Naturvetenskapliga kunskaper blir allt mer efterfrågade i näringslivet och utbildningssamhället. Hela det moderna samhället vilar på metoder och tekniker som är naturvetenskapliga och i många fall kan sägas vara 'fysikaliska'. Exempelen är många: informationsteknik, datorer, energisystem, signalsystem, automatiska maskiner av olika slag som gör det moderna livet möjligt. Lycka till! - och som sagt: **VÄLKOMMEN!**

Introduktion

Att läsa fysik på distans ger dig stor frihet att arbeta när du kan och vill. Men det ger dig också ett *stort ansvar* för dina egna studier. Det är väldigt lätt att prioritera bort studiestunderna när annat pockar på uppmärksamhet. Du bör nog ta en diskussion med din familj och dina närmaste vänner så att alla vet att du börjat läsa en ganska krävande kurs. Informera också dina arbetskamrater och vänner så kan de - i bästa fall - påminna dig och hjälpa dig att prioritera rätt i besvärliga situationer.

Du bör göra upp en noggrann och realistisk tidsplan för ditt studiearbete. Det är vanligt att man genomför kursen fysik B under en termin, dvs. ca 3 á 4 månader. I normalfallet fordras ca 200 - 300 studietimmar. Översatt till veckobeting blir det ca 20 studietimmar i veckan. Du bör alltså räkna med att anslå mellan tre och fyra timmar varje dag, beroende på om du studerar fem eller sex dagar per vecka. Minst en dag per vecka bör du avstå helt från studier.

Mål

Som mål för studierna i gymnasieskolans fysik finns det officiellt formulerade beskrivningar som utfärdats av tillsyningsmyndigheten, *Skolverket*.

FY1202 - Fysik B

150 poäng inrättad 2000-07 SkolFs: 2000:49

Mål

Mål som eleverna skall ha uppnått efter avslutad kurs

Eleven skall :

- ha utvecklat sin förmåga att planera och genomföra experimentella undersökningar samt muntligt och skriftligt redovisa och tolka resultaten

- kunna beskriva och analysera samt matematiskt behandla fysikaliska problemställningar med hjälp av adekvata storheter, begrepp och modeller

- ha fördjupad kunskap om begreppen kraft, massa, arbete, energi och rörelsemängd samt en förmåga att använda dessa begrepp

- ha kunskap om elektriska och magnetiska fält, induktion, mekaniska och elektromagnetiska vågor och deras egenskaper samt kunna beskriva några tillämpningar inom dessa områden

- ha kunskap om atomers struktur, samband mellan energinivåer och atomspektra samt ha kännedom om fotonbegreppet

- ha kunskap om joniserande strålning, radioaktivt sönderfall, fission och fusion samt kunna använda massa – energiekvivalensen för att göra beräkningar inom kärnfysiken

- känna till huvuddragen i universums storskaliga utveckling

- kunna beskriva och analysera några vardagliga, medicinska och tekniska tillämpningar med hjälp av fysikaliska begrepp och modeller

- kunna diskutera miljöfrågor och etiska frågor med anknytning till fysiken.

Betygskriterier

Kriterier för betyget Godkänd

Eleven använder införda fysikaliska definitioner, storheter, begrepp och modeller för att beskriva företeelser och fysikaliska förlopp.

Eleven medverkar vid val av metod och utformning av experimentella undersökningar.

Eleven använder matematiska modeller för att behandla väldefinierade fysikaliska problemställningar.

Eleven visar genom exempel hur fysikaliska begrepp används vid beskrivning av vardagliga sammanhang.

Eleven ger exempel på hur kunskaper från fysiken bidrar till en naturvetenskaplig världsbild.

Eleven redovisar sina arbeten och medverkar i att tolka resultat och formulera slutsatser.

Kriterier för betyget Väl godkänd

Eleven redogör för innebörden av införda fysikaliska storheter, begrepp och modeller och tillämpar dessa kunskaper för att tolka och förutsäga iakttagelser i omvärlden och för att utföra beräkningar i givna situationer.

Eleven föreslår metod för och utformning av experimentella undersökningar.

Eleven bearbetar och utvärderar erhållna resultat utifrån teorier och ställda hypoteser.

Eleven tillämpar fysikaliska begrepp och samband i vardagliga och vetenskapliga sammanhang.

Eleven beskriver fysikens utveckling och hur denna har bidragit till att forma en naturvetenskaplig världsbild.

Kriterier för betyget Mycket väl godkänd

Eleven tillämpar ett naturvetenskapligt arbetssätt, planerar och genomför undersökande uppgifter såväl teoretiskt som experimentellt, tolkar resultat och värderar slutsatsernas giltighet och rimlighet.

Eleven använder fysikaliska begrepp och modeller på ett analyserande och insiktsfullt sätt.

Eleven analyserar och diskuterar problemställningar där kunskaper från olika delar av fysiken används.

Skolverket 2001-05-31

Studieteknik

För att nå goda kunskaper inom ett område av fysiken måste man arbeta med det tills man *förstår* det. Om du inte har studerat liknande - naturvetenskapliga - ämnen förut, kommer du ändå snart underfund om vad vi menar med att 'förstå' fysiken. Det är när du känner att du kan lösa nya fysikaliska eller allmänt naturvetenskapliga och tekniska problem med utgångspunkt från de begrepp - till exempel energiprincipen eller lagen om rörelsemängdens konstans - som du inhämtat genom dina studier. Du kommer också att märka att du egentligen inte behöver lära dig så särskilt mycket utantill - dina fysikkunskaper är då så generella att de kan tillämpas direkt på många olika nya situationer. I takt med att din förståelse ökar, får du också större självförtroende.

En bra studieteknik är nödvändig för att nå resultat på rimlig tid. Bra studieteknik är å andra sidan mycket individuell. Du måste själv komma fram till ett arbetssätt som du trivs med. Den är också beroende av vilket ämne man arbetar med. Några detaljerade studietekniska råd avstår vi från att ge dig. Men några allmänna förslag och synpunkter vill vi ändå delge dig.

Det är lättare att lära sig en sak om man tycker att texterna i boken är stimulerande och roliga. Därför innehåller också de flesta naturvetenskapliga läroböcker detaljer och anekdoter som 'piffar upp' det vetenskapligt lite trista faktainnehållet. Du måste lära dig att skilja mellan vad som är väsentligt för de stora sammanhangen och vad som är (roande?) mindre väsentliga detaljer.

Försök att leta rätt på de huvudsakliga begreppen och sambanden i den text du läser. Det gäller framförallt definitioner, matematiska samband mellan storheter (= "formler"), namn på storheter och enheter, namn på apparater som beskrivs och deras arbetssätt, mätmetoder, sammanfattningar m.m.

Bearbeta texten genom att göra understrykningar (eller överstrykningar med fluoriserande färgpenna); eller om du vill hålla din bok fräsch och fläckfri: skriv ett eget kompendium med korta meningar bestående av de väsentligheter du funnit. Ett sådant kompendium är mycket användbart vid snabb repetition av kursavsnittet.

När du påbörjar ett nytt avsnitt kan det vara till god hjälp att först snabbt repetera tidigare avsnitt, som innehåller moment och begrepp som är väsentliga för att förstå det nya.

Läs först igenom ett nytt avsnitt översiktligt (skumläsning) och bearbeta texten när du läser den andra gången. Glöm inte att studera bilder och diagram som hör till texten. Lär sedan in det väsentligaste från hela avsnittet.

Kontrollera slutligen att du har förstått sammanhangen, genom att lösa övningsuppgifter i läroboken och de insändningsuppgifter som omfattar det nya avsnittet.

Studiearbeten (insändningsuppgifter)

Till kursen hör också ett antal studiearbeten som du skall lösa på egen hand.

Du löser insändningsuppgifterna och skickar in till Din lärare för rättning.

Laborationer

I kursen fysik B ingår också ett antal laborationer.

Magnetism

[sid. 5 - 51]

Magnetismen har lett till många fascinerande upptäckter inom naturvetenskapen. Allt ifrån jordens och jordskorpan (litosfärens) magnetiska egenskaper till nukleonernas magnetiska egenskaper, som t.ex. utnyttjas i den moderna sjukvården för att ge bilder av människokroppens inre strukturer med hjälp av s.k. magnetkameror. Växelverkan mellan varierande magnetiska och elektriska fält har gett upphov till både praktiska tekniska landvinningar (induktion, växelström, transformatorer etc.) och fördjupade teorier och förståelse för rummets egenskaper (relativitetsteori).

Passa på att experimentera med magneter som du förmodligen har i ditt hem: ”kylskåpsmagneter”, magnetiska skruvmejslar, gamla högtalare, magnetiska hållare av olika slag.

Ett stort och viktigt område för magnetisk teknik är lagring av ljud, bild och data; det gäller kassetband, videokassetter, disketter och hårddiskar. Men se upp så att du inte förstör inspelat material med dina experiment! Magneter och band- eller videokassetter skall hållas klart åtskilda från varandra, om det inte gäller kasserade kassetter/disketter.

Den starka magnetiska egenskap som vi kan undersöka lättast hos konkreta föremål, kallas *ferromagnetism*. Namnet syftar först på järn som är det första kända grundämnet med denna egenskap. De moderna ”ferro-magneterna” behöver dock inte innehålla järn eller särskilt mycket järn. Förutom metallerna nickel (Ni) och kobolt (Co) som också är ferromagnetiska vid normala temperaturer, finns det flera legeringar och kemiska föreningar som har ferromagnetiska egenskaper. T.ex. består den magnetiska beläggningen på videokassetter (VHS-kassetter t.ex.) och de flesta datadisketter av kromdioxid (CrO_2) – en helt järnfri kemisk förening.

Många fysikböcker tar upp kondensatorn i B-kursen. Quanta tar upp Kondensatorn allmänt i A-boken. I B-boken behandlas bara hur den beter sig i växelström. I A-boken förekommer definitionen på *kapacitans*: $C = Q/U$ och den *energi hos en laddad kondensator*: $E = \frac{1}{2}QU$ fast Quanta använder den gamla beteckningen W för energi. Där emot beskrivs ingenstans hur man räknar ut ersättningskapacitans för sammankopplade kondensatorer. Formler liknar de för resistanser, **fast tvärtom!**

$$C_{\text{parallell}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots \quad \text{och}$$

$$C_{\text{serie}} = 1 / (1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + \dots)$$

Dessa formler finns i alla formel samlingar. Det förekommer uppgifter om dessa i studiearbetena.

Växelstömslära tas upp ganska lite i Quanta B. Vi skall försöka kontrollera om kraven har sänkts eller materialet borde kompletteras.

När du läst detta avsnitt om magnetism och alla fenomen som hör samman med detta begrepp, tycker jag att du skall lösa följande övningsuppgifter i läroboken - i första hand:

101, 102, 103, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 143, 144, 147, 149, 150, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 167, 169, 170, 172, 174.

Version: 2004-03-12

Mekanik

[sid. 53 - 115]

Mycket av mekanikens lagar är väl bekanta från tidigare fysikkurser (t.ex. Fysik kurs A) men det finns många nya begrepp i denna kurs. Begreppet *rörelsemängd* har du troligen inte arbetat med tidigare. Rörelsemängd är ett mycket centralt begrepp inom partikelfysiken men ger oss också möjlighet att beräkna och förutsäga hur mekaniska förlopp kommer att ske även då energiprincipen inte kan hjälpa oss att rätt beräkna rörelseförlopp. En kropps rörelsemängd, som är en vektorstorhet (har både storlek och riktning), är produkten av en kropps *massa* och *hastighet*. Det är förstås hastigheten som ger rörelsemängden dess vektorkaraktär, ty massan är en skalär storhet.

När du nu läst igen hela detta kapitel om mekanik - ett väldigt omfattande avsnitt! - föreslår jag att du löser några övningsuppgifter i läroboken. I första hand rekommenderar jag du löser uppgifterna nr

201, 203, 204, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 214, 215, 218, 219, 220, 222, 224, 226, 227, 230, 231, 232, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 245, 246, 249, 252, 254, 259, 260, 266, 269, 270.

Vågor

[sid. 117 – 161]

Svängande system finns det massor av exempel på i vardagsmiljön. Vissa svängande system är lätta att observera med blotta ögat, som t.ex. gungan på en lekplats, en svängande gitarrsträng eller en pendel i ett (gammaldags) väggur. I andra svängande system kan vi inte observera själva svängningen, men ändå mycket påtagligt erfara de vågor som utsänds till följd av svängningen: t.ex. ljudet från ett blåsinstrument, en visselpipa eller ljuset från en lampa, som ytterst härstammar från svängningar mellan elektriska och magnetiska fält. Vågor uppstår i t.ex. luft och i vatten då ett svängande system växelverkar med sitt omgivande medium. För ett sekel sedan trodde man att ljuset – och senare radiovågorna – skulle fortplantas genom något medium; man döpte det till *eter* (eterisk = lättflyktig, svårfångad). Ordet lever kvar i vårt språkbruk rörande radiosändningar ibland. Det 'medium' som de elektromagnetiska vågorna behövde för sin utbredning visade sig vara *vacuum*, dvs. inget medium alls enligt vardaglig begreppsförståelse.

Den harmoniska oscillatorn behandlas ingående och det har sin grund i att den står modell för många företeelser i den atomära världen. Genom noggranna studier av en enkel harmonisk oscillator kan man forma modeller för många atomära fenomen. Ordet *harmonisk* syftar på att svängningsförloppet *exakt* kan beskrivas med en *sinus*- eller *cosinusfunktion*. Det finns gott om exempel på svängande system i vår vardag. Inte minst den elektroniska informationsteknologin, som helt bygger på teorier för elektromagnetiska vågor.

När du kämpat dig igenom detta kapitel bör du ta itu med några av övningarna på sidan 157. Jag rekommenderar dig att i första hand lösa övningarna med följande nummer:

301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 310, 311, 312, 318, 319, 321, 325, 327, 328, 329, 332, 333, 336, 339, 340, 342, 344, 345, 348, 351, 353, 357, 361, 368, 369, 370.

Kvanta

[sid. 163 – 193]

I början av 1900-talet blev det allt mer problematiskt att finna förklaringar till naturvetenskapliga fenomen som kunde observeras i den 'lilla världen' – mikrokosmos. När den 'klassiska' fysiken hade nått som allra längst i sin framgångsrika strävan att förklara alla kända naturvetenskapliga fenomen och uppfattningen att allt snart var förklarat och inga nya upptäckter skulle kunna göras, så börjar hela teoribyggnaden rämna; man kunde inte hitta de sista pusselbitarna som skulle fullända världsbilden. Max Planck var den fysiker som först gjorde det djärva antagandet att energi kanske inte kunde förekomma i hur små belopp som helst? Han gjorde det hypotetiska antagandet att energin skulle vara "paketerad" i vissa minsta enheter, och genom detta -- som han då trodde -- 'matematiska fusk', kunde han formulera en matematisk modell för hur strålning från en uppvärmd kropp betedde sig vid olika temperaturer. Han var själv inte nöjd med denna matematiska modell, eftersom han nödgats 'fuska' på detta sätt, och hoppades att finna en 'eleganter' lösning på problemet så småningom. Men Planck hade i själva verket, med sin noggrannhet och sin imponerande kunskap om sin samtids naturvetenskapliga teorier, lyckats avslöja naturens egna mystiska hemligheter. Albert Einstein fortsatte på den inslagna vägen och han samt flera andra av samtida fysiker fann allt fler belegg för att naturen saknade kontinuitet; inte bara materien var så beskaffad att den bestod av en sorts minsta odelbara partiklar (först atomer – senare elementar-partiklar) utan nu även energin var 'atomär' till sin uppbyggnad. Med facit i hand är kanske förvåningen inte så stor: den moderna naturvetenskapliga världsbilden likställer ju materia och energi ungefär som kapital i olika valutor. För dagens teoretiker skulle det troligen vara mer häpnadsväckande om energin inte var 'kvantiserad' på detta sätt. Den minsta existerande energienhetens s.k. verkningskvantum har fått sitt namn efter dess förste upptäckare: Plancks konstant, $h = 6,6261 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ (ett oerhört litet tal!)

All strålningsenergi kan beräknas med Plancks – Einsteins eleganta formel:

$$W = h \cdot f \quad \text{där } f \text{ är strålningens frekvens i Hz}$$

Följande övningsuppgifter rekommenderar jag dig att lösa i första hand:

401, 402, 403, 406, 407, 409, 410, 411, 415, 416, 420, 424, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 436, 438, 440, 443, 445.

Atomen

[sid. 195 - 235]

Inledningen är en historisk exposé, som på sidan 198, "Väteatom", övergår till den framgångsrika modell som är grund för hela atomfysiken. Lagg märke till att begreppet "atomfysik" handlar om elektronbanorna (elektronskalen), som omger alla atomkärnor vid måttliga temperaturer. Genom studier av den elektromagnetiska strålning som utsänds då en atom minskar sin totala energi ("ljusstrålning" kallad, om den är synlig för våra ögon, men även 'osynligt ljus' brukar innefattas i begreppet "ljus"; t.ex. IR-ljus, UV-ljus), har de största fysikaliska och astronomiska framstegen gjorts i modern tid. Det är med *spektrometrar* som atomfysiker kunnat kartlägga universums materiella innehåll och kunnat verifiera och testa de teoretiska modeller som ökat vår förståelse av vår omvärld och natur.

Träna sedan genom att lösa några av övningsuppgifterna på sidan 231 – 235. Vi rekommenderar följande övningsuppgifter:

501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 511, 513, 515, 517, 520, 521, 523, 524, 526, 527, 530, 533, 534, 535, 539, 541, 542, 543, 544, 546, 547, 548, 550, 551, 552, 554, 558, 559, 564, 565, 566.

Kärnan

[sid. 237 - 295]

Detta kapitel innehåller avsnitt som kan läsas med lite olika ambitioner. En snabb beskrivning: Ur historisk synvinkel är kapitlet mycket intressant. För att förstå hur man lyckats klarlägga materiens innersta egenskaper, har man använt modeller som vätskedroppsmodellen och skalmodellen (sid. 253 respektive sid. 257). Dessa avsnitt bedömer vi som mindre viktiga. Medan radioaktiviteten, atomkärnans storlek, beståndsdelar och uppbyggnad är kunskaper som har betydelse för studier i andra naturvetenskapliga ämnen och yrkesroller. Avsnitten om bindningsenergi och massdefekt (sid. 254 – 256) är viktiga för att förstå kärnsönderfall (sid. 261- ...) och kärnenergi (sid. 270 – 278). Miljöaspekter och biologiska effekter på sid 279 – 286 är självklart viktiga för den upplysta nutidsmänniskan, men behöver inte omfatta så mycket matematisk problemlösning i denna kurs.

När du kämpat dig genom detta kapitel, är det dags att öva på de över 90 st övningsuppgifterna på sidan 290. Många av övningarna är snabba att besvara, men det finns viktiga räkneuppgifter som kräver mycket räknande och dessutom att du är väl förtrogen med med nuklidtabellen i slutet av boken; sid. 392 – 396.

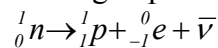
Besvara eller räkna i första hand på följande övningar:

601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 619, 620, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 631, 632, 633, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 645, 647, 649, 650, 651, 653, 655, 662, 663, 664, 665, 667, 668, 669, 672, 674, 667, 679, 680, 684, 686, 690, 695.

Elementarpartiklar

[sid. 297 – 319]

Vad som menas med *elementarpartikel* har under vetenskapshistorien ändrats gång på gång. Fram till slutet av 1960-talet tänkte man sig världen uppbyggd av de elementära partiklarna *neutron*, *proton* och *elektron*. De betraktades alla tre som elementära partiklar i den bemärkelsen att de inte kunde sönderdelas i mindre beståndsdelar. Visserligen var neutronen inte stabil, utan sönderföll efter en tid (halveringstid ca 10 min.) i en proton, en elektron och en liten svårfångad partikel som fått namnet *neutrino*:



(ν = ”ny”, är den grekiska bokstaven för n, som i neutrino. Strecket ovanför ν anger att det är den s.k. antineutrino som bildas vid detta sönderfall).

Men de båda tunga partiklarna protonen och neutronen -- eller nukleonerna som de kallas för att de ingår i atomernas kärnor (nuclus = kärna på lat.) -- tänktes vara elementära. Men mot slutet av 1960-talet hade man tillgång till accelerators som kunde ge elektroner så höga energier, och därmed de materievågor som förknippas med en framrusande elektron, så korta våglängder att man kunde se detaljer i en nukleon som besköts med snabba elektroner. Nukleonerna syntes var ”gryniga” i sitt inre. Man kunde närmare bestämt urskilja tre mindre kroppar i nukleonens inre. Man gav dem namnet *kvarkar*. Du behöver inte kunna alla detaljer om dessa kvarkar, men lägg märke till att kvarkarnas laddningar inte är heltalsmultiplar av elektronens s.k. *elementarladdning*, e . Kvarkarna har i stället bråkdelar av elementarladdningen. De kan ha laddningen $+1/3 e$, $-1/3 e$ eller $+2/3 e$. Genom kombinationer som $+2/3 e - 1/3 e - 1/3 e = 0 e$ kan t.ex. en neutron byggas upp.

Med $+2/3 e + 2/3 e - 1/3 e = +1 e$ kan en proton byggas upp.

Genom att kombinera två kvarkar bildas s.k. *mesoner* (medeltunga partiklar), som man först upptäckte i den s.k. kosmiska strålningen som når vår jord utifrån världsrymden. Man har också lyckats ’splittra’ nukleoner genom beskjutning med snabba elektroner så att t.ex. två nukleoner gett upphov till tre mesoner; antalet kvarkar har alltså blivit konstant. Man har inte lyckats att observera fria kvarkar. Teorierna tillåter inte heller fria kvarkar att existera, då det fordras så mycket energi för skilja dem åt, att nya kvarkar hela tiden bildas av den tillförda energin.

$$(W = m \cdot c^2)$$

Antimateria

Alla elementarpartiklar visar sig ha s.k. antipartiklar. Antipartikeln har vissa egenskaper gemensamma med sin motsvarande 'partikel', men är också avvikande i viktiga avseende. En partikel och dess antipartikel kan inte existera nära varandra; de förintar som regel varandra och ger upphov elektromagnetisk strålningsenergi (fotoner). En tidig hypotes hävdade att det möjligen kunde förekomma lika mycket antimateria som det finns vanlig materia i universum. Enligt dagens vetenskapliga ståndpunkt är det inte så. Man talar om ett symmetribrott.

När du läst dig trött på detta kapitel, rekommenderar jag att du försöker lösa följande övningar på sidorna 317 – 319:

701, 702, 704, 705, 707, 708, 709, 723, 725.

Kosmologi

[sid. 321 – 358]

Detta kapitel beskriver vår nuvarande uppfattning om universums struktur och beskaffenhet. Det förekommer sällan mer ingående frågor på detta område i de nationella proven i fysik, vilket eventuellt kan ge dig lite tröst, om du finner vissa delar av kapitlet svårbegripliga och fjärran från våra jordiska vardagserfarenheter. Du kan fördjupa dig i detta kapitel mer efter eget intresse. Kosmologin (= läran om universum) är förvisso väldigt intressant - för att inte säga spännande!

Det ingår ju också en del nyttiga överslagsberäkningar - en teknik som varje naturvetare bör vara väl förtrogen med.

Här introduceras *den allmänna relativitetsteorin*, som fortfarande sätter "myror i huvudet" på många naturvetare och filosofer. Ändå är den resultatet av sträng logisk analys av kända naturfenomen. Teorin har också -- hittills, får man kanske tillägga -- blivit bekräftad gång på gång av observationer och mätningar i vår omvärld.

En ryskfödd fysikprofessor, George Gamow, skrev redan 1940 en populär sagobok med den svenska titeln "Mr Tompkins underbara värld", där han på ett roande sätt lyckas beskriva de märkliga resultaten av relativitetsteorin, genom att följa Mr Tompkin i världar där ljushastigheten i vakuum är betydligt lägre än de svindlande trehundramiljoner meter per sekund som den är i vår välkända värld. Det är nämligen dessa höga värden på ljusets hastighet som gör att vi till vardags inte märker världens verkliga beskaffenhet. Men genom ett tankeexperiment där de fysikaliska konstanterna c , G , och h ges nya värden, formas en drömvärld där alla relativistiska 'egendomligheter' blir fullt synliga för Mr C. G. H. Tompkins ögon. Boken finns troligen på ditt bibliotek.

Nu finns det möjligheter som våra förfäder aldrig kunde drömma om, att lära och förstå hur vår värld ser ut. Det nya internationella rymdlaboratoriet som svävar runt jorden (ISS = International Space Station) är ett fint exempel på hur en fredlig värld kan samarbeta för att utforska jorden och rymden omkring oss.

URL: <http://spaceflight.nasa.gov/gallery/> tar en till en söksida för rymdfart bilder. Om du söker på "11 september 2001" kan du se bilder tagen från ISS som visar hur World Trade Center i New York brinner!

Universums gränser har vidgats de senare åren genom de avlägsna bilder som Hubble Space Telescope (HST) har förmedlat till jorden. Ständigt får vi nya bilder från rymden från denna fantastiska "stjärnkikare".

Titta på [URL: http://www.stsci.edu](http://www.stsci.edu)

Träna också på räkneövningar. Vi rekommenderar:

801, 802, 803, 807, 808, 811, 813, 823.

Avslutning

Här tänkte vi avsluta vår lilla studiehandledning med att beskriva hur du bör avsluta din fysikkurs. Du har förhoppningsvis nu läst alla kursen studieenheter och i möjligaste mån *förstått* de begrepp och metoder som fysikämnet består av. Du har också redovisat alla hemlabbar och *insändningsuppgifterna* till din handledare och fått dem bedömda och eventuellt kommenterade. Dessutom har du tränat på att lösa ett gammalt fysikprov och lyckats någotsånär bra med det. Då är det hög tid att anmäla dig till en examination (prov) och, om du inte redan gjort det, laborationskurs på CFL i Härnösand eller Norrköping. När du fullgjort en godkänd laborationskurs är det bara ett godkänt skriftligt prov som återstår innan du har fysikbetyget i din hand.