

## Information

1. Välkommen
2. Presentera mig själv
3. Kurshemsida: <http://www.ifm.liu.se/courses/TFYA48/>
4. Kursen har utökats: Labbar 2 (1), 6hp (4.5)
5. Labbar: Lab1 (Datorlab) är uppdelad på två tillfällen 4+2h. Man måste gå på båda och dessutom vara aktiv även om man har löst tillräckligt många problem redan vid det första tillfället.  
Lab2 (Ljuslab), 4h.  
Obs! Man måste anmäla sig till labbarna med webreg. Anvisningar och länkar kommer att finnas på kurshemsidan.
6. Kurslitteratur
  - a. Huvudlitteratur är Elektromagnetism - Från bärnsten till fältteori, L. A. Engström.
  - b. Arbetsuppgifter 2000, L. A. Engström.
  - c. Simuleringar med finita-element-metoden inom elektromagnetism, Carina Marcus, Peter Münger
  - d. LabPM i optik
  - e. *Physics Handbook*, C. Nordling och J. Österman.
  - f. *Materialuppbyggnad*, Bo E. Sernelius, kompendium.
  - g. Självestudiehäfte med integraler
  - h. Formelblad (nytt från 2006)
  - i. De senaste 9 tentorna med lösningar.  
Nr a - e säljs av Bokakademin; f-i finns på hemsidan.
7. Tentan: 20p. Godkänd ca. 8p. Något eller några problem kan tas från Arbetsuppgifter.  
Får tas med på tentan: Miniräknare, Physics Handbook.  
Formelbladet följer med tentan.

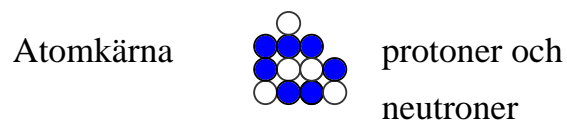
8. Planeringen finns på hemsidan.
  - a. Vad som tas upp på föreläsningarna
  - b. Vilka tal som löses på lektionerna
  - c. Rekommenderade hemuppgifter som passar till föreläsningarna och lektionerna
9. På hemsidan finns också lista på personalen med telefonnummer och Email-adresser.

## Inledning och Motivation

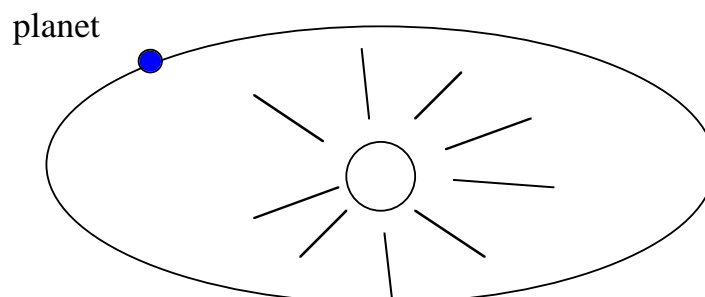
Praktiskt taget allt vi upplever har elektromagnetiskt ursprung.

4 fundamentala krafter

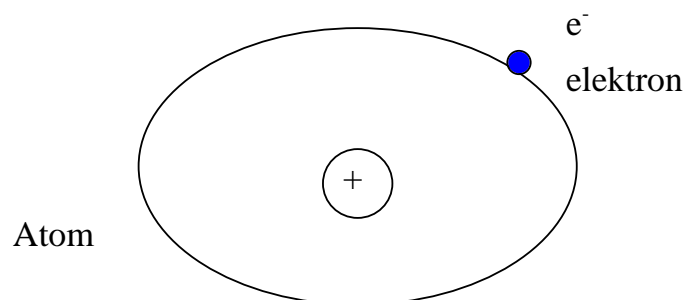
1. o 2. Svag och stark kärnkraft



3. Gravitation

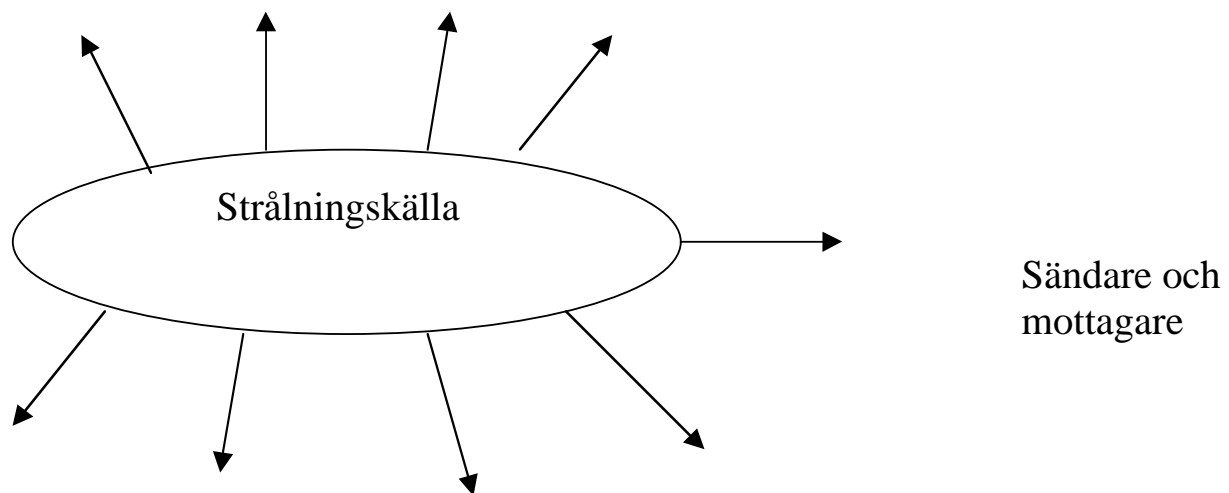


4. Elektromagnetisk

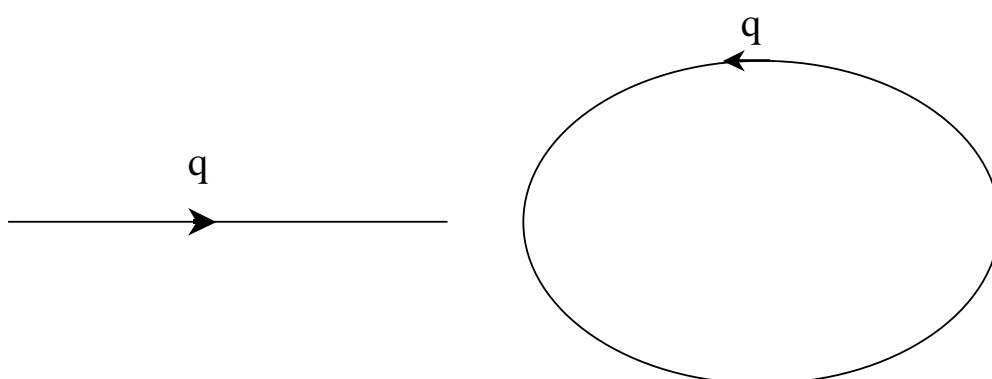


- a. Praktiskt taget all teknik bygger på elektromagnetismen. Uppenbart gäller det för :

Radio, TV, mobiltelefoner, elektronik, datorer



Accelerande laddningar leder till strålning



b. Alla våra 5 sinnen,

Syn, hörsel, lukt, smak, känsel. Intrycken transporteras till hjärnan i form av elektriska signaler.

Hjärtat styrs av elektriska impulser.

c. Ljus är en elektromagnetisk våg, med våglängd  $\lambda \in [390, 770]$  nm

Det enda speciella med dessa vågor är att våra ögon uppfattar dessa.

Vissa djur uppfattar andra vågor. Ormar uppfattar infrarött ljus t.ex.

$$\begin{array}{c} \xrightarrow{\text{våglängd}} \\ \xleftarrow{\text{frekvens, energi}} \end{array}$$

Röntgen – UV – synligt – infrarött – radiovågor (bl.a. mikrovågor)

d. Materiens 4 tillstånd:

Fast

Flytande

Gas

Plasma

Allt är uppbyggt av atomer.

Positivt laddad kärna bestående av ett antal protoner och ett antal neutroner. Antalet protoner bestämmer vilket grundämne vi har.

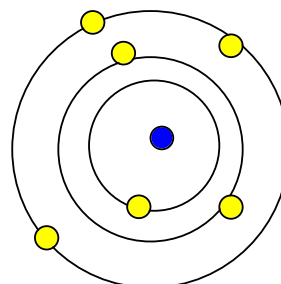
Runt kärnan cirklar elektroner, lika många som antalet protoner.

Kärnan är mycket liten.

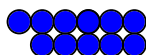
Om vi skalar upp atomen så att

Kärnan blir stor som en golfboll

Blir atomen några kilometer i diameter.



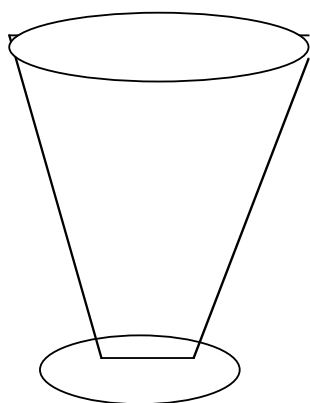
e. Mest tomrum



Atomerna uppträder i stort sätt som klot. De tränger inte in i varandra. Samverkan av elektromagnetiska fälten och kvantmekaniska effekter.

Vi tror i dag att elektronen är en punktladdning, dvs., inte har någon volym (leder till problem som jag ska nämna senare). Materien är alltså ansamlad i de mycket små atomkärnorna. Sedan finns det ju också elektromagnetiska fält i atomerna.

Låt oss göra ett tankeexperiment: Vad skulle hända om atomerna i mig, t.ex., kollapsade?



Nubbeglas 6 cl

Hur många nubbeglas skulle jag fylla? 10? 1 ?

Svar: Jag skulle uppta så lite plats att jag knappast märktes. Lite damm på botten kanske.

Hur många människor skulle få plats?

Alla svenskar?

Alla europeer?

Alla jordens folk?

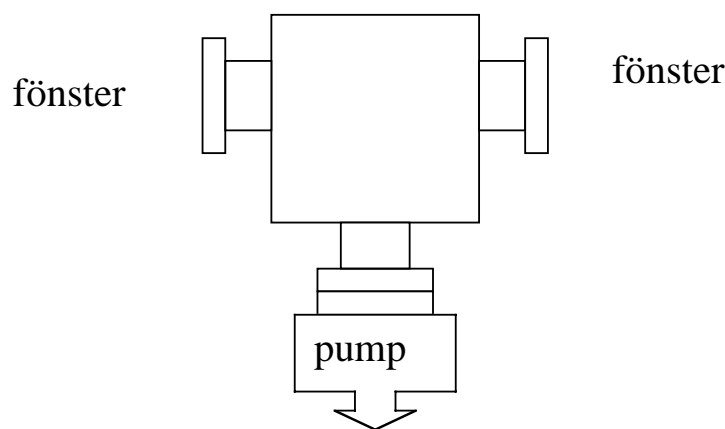
Svar: 100 miljarder människor!

Radie hos proton och neutron:  $1.4 \times 10^{-15} \text{ m}$ .

Massa hos proton och neutron:  $1.6 \times 10^{-27} \text{ kg}$ .

Neutrinos känner inte av elektromagnetiska fält. De passerar genom oss hela tiden. Om ljuset inte kände av det heller skulle vi inte ha sett något alls!

- f. Om jag lägger en bok på bordet, varför faller den inte till golvet eller till jordens inre?
- g. När jag pratar hör ni mig. Stämband, resonanslåda, transport genom luften, era trumhinnor, elektriska signaler till hjärnan. Vilken växelverkan tog hand om transporten genom luften?
- h. Växelverkan mellan gasatomer och gasmolekyler, luftmolekyler: Van-der-Vaalskraften, Casimirkraften. Dessa krafter är mitt forskningsområde just nu! De har elektromagnetiskt ursprung!
- i. Regn: vattenmolekyler attraherar varandra  $\Rightarrow$  små droppar dropparna attraherar varandra  $\Rightarrow$  större droppar  $\Rightarrow$  regn.
- j. Köket: matlagning. Smör, mjölk, grädde, sås är alla kolloider. Stabiliteten styrs av elektromagnetiska krafter.
- k. Livsmedelsindustrin, läkemedelsindustrin, kosmetikaindustrin, färgindustrin, i alla dessa industrigrenar är sådana stabiliserande krafter viktiga.
- l. Ytspänning, kappilärkraft, vätning, biokompatibilitet och medicinska implantat som pacemakers och titanskruvar.
- m. Vakuumkammare



Pumpa ur all luft



Ljud kan inte längre fortplanta sig genom kammaren. Kan ljus?  
Ja ljus behöver inget medium att fortplantas i.

Energi kan finnas i form av materia och strålning eller elektromagnetiska fält. Täck för fönstret! Vi har vakuum. Har vi energi i kammaren?

Ja ljusstillstånden är besatta, i termisk jämvikt med omgivningen. Sänk temperaturen till 0 Kelvin. Har vi något kvar i kammaren?

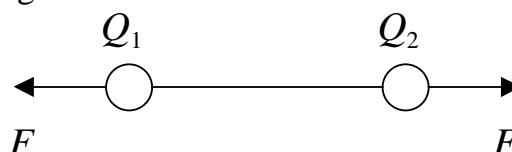
Vi har nollpunktsenergi!! (kvantmeknisk effekt)  
 Vakuum har egenskaper!!!

n. Enhetssystem: SI-enheter.

Man behöver en extra enhet när man behandlar elektromagnetiska problem. När man bestämmer ett enhetssystem utgår man från två experiment:

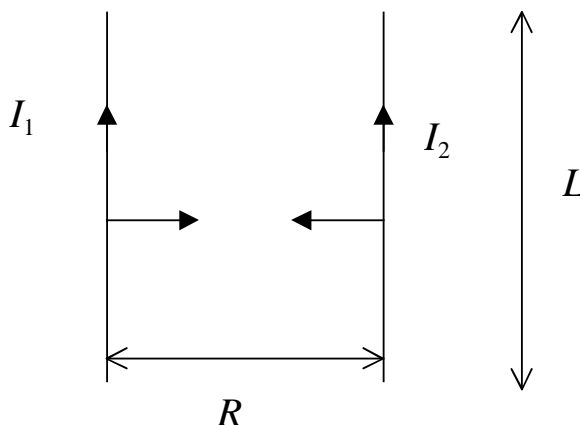
1) Kraften mellan två laddningar

$$F = k_e \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$



2) Kraften mellan två långa parallella strömförande ledningar.

$$F = k_m \frac{2I_1 I_2}{R} L$$



$k_e$  och  $k_m$  är två konstanter där  $k_e/k_m = c^2$ ;  $c$  = ljushastigheten i vakuum. En av dessa kan väljas efter behag. Man valde (på en konferens i Paris 1960)  $k_m$  genom att bestämma enheten för strömstyrka, Ampere, genom att säga att kraften per meter mellan två ledare på en meters avstånd från varandra är  $2 \times 10^{-7} \text{ N}$  då strömmen 1 A flyter genom båda ledarna.

⇓

$$k_m = 10^{-7} \text{ Vs/Am}$$

⇓

$$k_e = 10^{-7} c^2 \text{ Vs/Am}$$

Otympliga konstanter att släpa på i alla uttryck. Man införde då  $\epsilon_0$  och  $\mu_0$  på följande sätt:

$$\begin{cases} k_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}, \\ k_m = \frac{\mu_0}{4\pi} \end{cases}$$

⇓

$$\mu_0\epsilon_0 = 1/c^2$$

$\epsilon_0 = 8.8541878 \times 10^{-12} \text{ As/Vm}$  dielektricitetskonstanten för vakuum.

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Vs/Am}$  magnetiska permeabiliteten för vakuum.

Har dessa något med egenskaperna hos vakuum att göra?

Nej!! Endast en bieffekt av definitionen av SI-enheter.

Så ägna inte era liv åt att förklara dessa värden utifrån vakuums struktur!!

Grundenheterna i SI-systemet är meter, kg, sekund, Ampere.

Jag föredrar CGS-enheter eller Gaussiska enheter. Fås om man sätter

$k_e = 1 \Rightarrow k_m = 1/c^2$ . Inga mystiska  $\epsilon_0$  och  $\mu_0$  uppkommer.

Grundeneheterna i CGS är cm, g, s, och statcoulomb.

## Sammanfattning

Nästan alla effekter och fenomen i naturen är elektromagnetiska.

Dessa beskrivs av fyra ekvationer, Maxwells ekvationer:

$$\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = Q; \quad \oint_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\int_S \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \cdot d\mathbf{S}$$

$$\oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0; \quad \oint_C \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \int_S \mathbf{J} \cdot d\mathbf{S} + \int_S \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \cdot d\mathbf{S}$$

Dessa är på integralform. På differentialform är de:

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho; \quad \nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0; \quad \nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$$

Ny Teknik gjorde en undersökning för några år sedan och sökte de viktigaste ekvationerna. Man fann att ME är viktigast, viktigare än  $E = mc^2$ , som de flesta skulle tro.

4 fält:

- E** elektrisk fältstyrka
- D** elektrisk flödestäthet
- B** magnetisk flödestäthet
- H** magnetiserande fältstyrka

Namnen på fälten varierar mellan framställningar men inte beteckningen.