

Formelsamling - Fysik 2

E. Oscar A. Nilsson

Beta 0.1
14 juli 2020

Innehåll**1 Den senaste version****5****2 Mekanik****5**

2.1 Newtons rörelse lagar	5
2.1.1 Newtons första lagen	5
2.1.2 Newtons andra lag	5
2.1.3 Newtons tredje lag	5
2.2 Likformig accelererad rörelse	5
2.3 Hastighet och acceleration	6
2.4 Kaströrelse	6
2.5 Lutandeplan	7
2.6 Centralrörelse	8
2.7 Hastighet och Vinkelhastighet	8
2.8 Fjäder	9
2.9 Pendel	10
2.9.1 Konisk pendel	10
2.9.2 Plan pendel	11
2.9.3 Jämnviktslagen vid kraftmoment	11

3 Arbete och energi**11**

3.0.1 Arbete	11
3.0.2 Effekt	11

3.1 Kraft**12****4 Ellära****13**

4.1 Koppling i krets	13
4.1.1 Seriekoppling av kondensatorer	13
4.1.2 Parallelkoppling av kondensatorer	13
4.1.3 Seriekoppling av resistorer	13
4.1.4 Parallelkoppling av resistorer	13
4.1.5 Coulombs lag	14

4.2 Kondensator**14**

4.2.1 Energin i en kondensator	14
4.2.2 Uppladdning av kondensator	14

4.3 Magnetiskt flöde**15**

4.4 Magnetisk kraft	15
4.5 Permeabilitet, induktans och kapacitans	15

5 Termodynamik**20**

5.1 Kinetisk gasteori	20
---------------------------------	----

6 Ljud och vågor	21	7.1.2 Tryck	24
6.1 Ljud	21	7.1.3 Vätsketryck	24
6.1.1 Ljudets hastighet i ett medium	21	7.2 Ångbildning och kondensation	24
6.1.2 Ljud intensitet, ljudnivå	21		
6.1.3 Ljudet Intensitet	21		
6.2 Dopplereffekten	21	8 Optik	24
6.2.1 Sändaren i vila (mottagaren rör sig emot sändaren)	21	8.1 Linser och Brytning	24
6.2.2 Sändaren i vila (mottagaren rör sig ifrån sändaren)	22	8.2 Dioptritalet	24
6.2.3 Mottagaren i vila (sändaren rör sig emot mottagaren)	22	8.2.1 Linformeln	24
6.2.4 Mottagaren i vila (sändaren rör sig ifrån mottagaren)	22	8.2.2 Linsmakarformeln (för tunna linser)	25
6.2.5 Både sändare och mottagare rör sig emot varandra	22	8.2.3 Brytningslagen	25
6.3 Vågor	22	8.2.4 Prisma??????	25
6.3.1 Huygens princip	22	8.3 Optiska instrument	25
6.3.2 Fortskridande våg	23	8.3.1 Lupps förstoring	25
6.4 Interferenser och maxi & mini	23	8.3.2 Kikarens förstoring	25
6.5 Dopplereffekten (för ljus)	23	8.3.3 Mikroskopets förstoring	25
7 Fluidmekanik	24	9 Strålning	25
7.1 Tryck och densitet	24	9.1 Bohrs postulat	25
7.1.1 Densitet	24	9.1.1 Bohrs första postulat	25
7.1.2 Densitet	24	9.1.2 Bohrs andra postulat	26
7.1.3 Densitet	24	9.2 Väteatom	26

9.3 Fotoner	26	10.4.2 Rödförskjutning	30
9.3.1 Fotoelektriska effekten	26	10.4.3 Schwarzschildradien	30
9.3.2 Comptoneeffekten	26	A Konstanter	32
9.3.3 Parbildning	27	A.1 SI konstanter	32
9.4 Utstrålning	27	A.2 SI härledda enheter	33
9.5 Generella formler	27	A.3 Grekiska alfabetet	34
9.5.1 Bromsstrålning	27	B Prefix	34
9.5.2 Braggs lag	28	C Omvandlingstabell - Kraft	35
9.5.3 De broglies formel	28	D Omvandlingstabell - Tryck	35
10 Astronomi	28	E Omvandlingstabell - Energi och arbete	36
10.1 Keplers lagar	28	F Omvandlingsfaktorer	37
10.1.1 Keplers första lag	28	F.1 Avstånd	37
10.1.2 Keplers andra lag	28	F.2 Tryck	37
10.1.3 Keplers tredje lag	29	F.3 Area	37
10.2 Newtons gravitations ekvation	29	F.4 Energi	37
10.3 Avstånd	29	F.5 Effekt	37
10.3.1 Hubbles Lag	29	G Färgkodning för resistorer	38
10.4 Energi	29		
10.4.1 Stjärnans utstrålande effekt	29		

H Färgspektrum för synligt ljus	38
I Avrundningar av konstanter	39

1 Den senaste version

Här kan du hitta den senaste versionen av *Formelsamlingen - Fysik 2*,

KLICKA HÄR!

den uppdateras löpande.

2 Mekanik

2.1 Newtons rörelse lagar

2.1.1 Newtons första lagen

Varje kropp förblir i dess tillstånd så länge den inte har någon yttre kraft som verkar på den.

2.1.2 Newtons andra lag

Den samlade kraften på ett objekt är lika med dess massa tillsammans med accelerationen.

Vilket kan skrivas matematiskt på följande sätt,

$$\mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a}.$$

2.1.3 Newtons tredje lag

När en kropp utövar en kraft på en annan kropp så kommer den andra kroppen samtidigt utöva en kraft på den första kroppen med samma kraft och motsatt

riktning.

2.2 Likformig accelererad rörelse

Likformig accelererande rörelse

-

$$v = v_0 + at$$

-

$$v = \frac{s}{t} = \frac{v_0 + v}{2}$$

-

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

-

$$v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot s$$

- v = hastighet
- v_0 = begynnelse hastighet
- a = acceleration
- s = sträcka
- s_0 = begynnelse sträckan
- t = tid

Medelacceleration

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

- a = acceleration
- v = hastighet
- t = tid

Medelhastighet

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

eller

$$\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}$$

- s = sträcka
- v = hastighet
- t = tid

Sträcka

$$s = \bar{v} \cdot t$$

- s = sträcka
- v = hastighet
- t = tid

2.3 Hastighet och acceleration

Hastighet är tidsderivatan av positionsfunktionen,

$$v = \frac{ds}{dt}$$

Medelhastigheten Medelhastigheten är då

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0}$$

här är skillnaden att vi tar förändringen av sträckan (s) delat med förändringen i tiden (t).

Accelerationen Accelerationen är lika med,

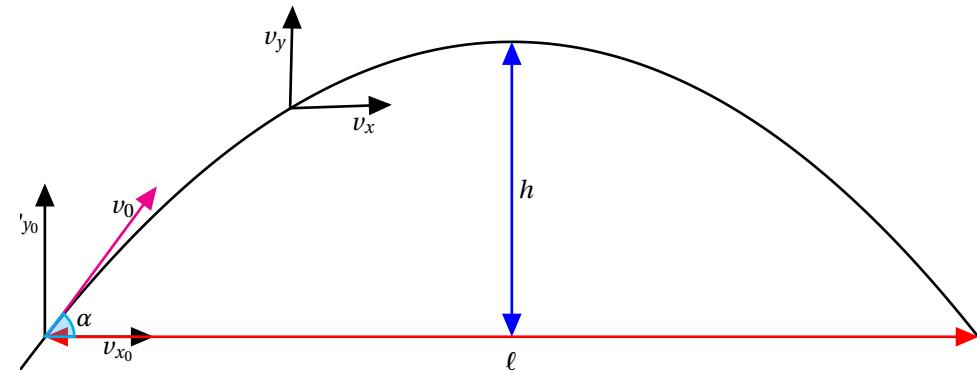
$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 s}{dt^2}$$

vilket är derivatan av hastigheten och andra derivatan av dess position.

Medelaccelerationen Medelaccelerationen är då

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0}$$

Vilket kan beskrivas med andra ord som förändringen i hastigheten (v) delat på förändringen i tid (t).

2.4 Kaströrelse**Kaströrelse****Utgångshastighet i x-led vid tidpunkten t**

$$v_{x_0} = v_0 \cdot \cos(\alpha)$$

Utgångshastighet i y-led vid tidpunkten t

$$v_{y_0} = v_0 \cdot \sin(\alpha)$$

Hastighet i x-led vid tidpunkten t

$$v_x = v_0 \cdot \cos(\alpha)$$

Hastigheten i y-led vid tidpunkten t

$$v_y = v_0 \cdot \sin(\alpha) - gt$$

Position i x-led vid tidpunkten t

$$x = v_0 \cos(\alpha)t$$

Position i y - led vid tidpunkten t

$$y = v_0 \sin(\alpha)t - \frac{gt^2}{2}$$

Position i y-led vid given position x

$$y = x \tan(\alpha) - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2(\alpha)}x^2$$

Tid att röra sig längden ℓ

$$t = \frac{2v_0 \sin(\alpha)}{g}$$

Den maximala stighöjden h

$$h = \frac{v_0 \sin^2(\alpha)}{2g}$$

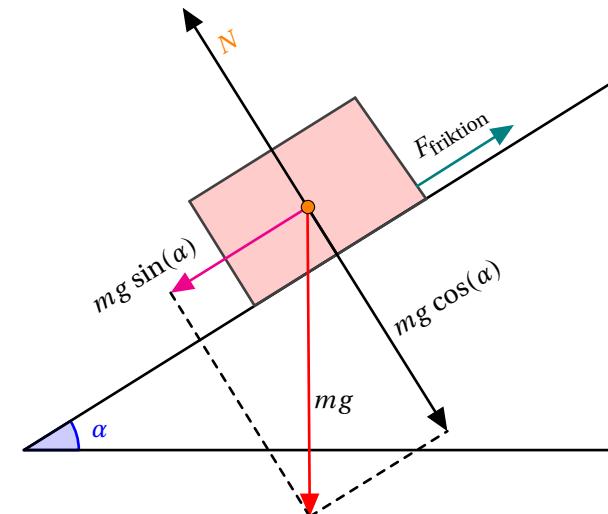
Den maximala kastvidden ℓ

$$\ell = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$$

Den totala hastigheten v_{tot}

$$\ell = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$$

2.5 Lutandeplan



- α = lutningsvinkel vid konstant hastighet
- μ = friktionstalet

- g = gravitationsaccelerationen

Om objektet är stillastående så måste följande gälla,

$$F_{\text{friktion}} \geq mg \sin(\alpha).$$

Om objektet rör sig ner för planet så gäller följande,

$$F_{\text{friktion}} < mg \sin(\alpha).$$

Om objektet är i vila eller så gäller

$$mg \sin(\alpha) = \mu.$$

Som följd av newtons lagar får vi följande likhet,

$$N = mg \cos(\alpha).$$

Då objektet inte rör sig in i planet ej heller så rör den sig ut från planet

$$N = mg \cos(\alpha)$$

- f = frekvensen
- T = omloppstiden
- v = omloppshastigheten
- ω = vinkelhastigheten
- a_c = omloppsaccelerationen

Centripetalacceleration

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = 4\pi^2 r f^2 = m\omega^2 r.$$

- v = hastigheten i banan m/s
- r = banans radie m
- T = omloppstid s
- f = frekvensen Hz
- ω = vinkelhastigheten rad/s

Centripetalkraft

$$F_c = m \cdot a_c = \frac{mv^2}{r} = \frac{4\pi^2 mr}{T^2} = 4\pi^2 r f^2 = m\omega^2 r.$$

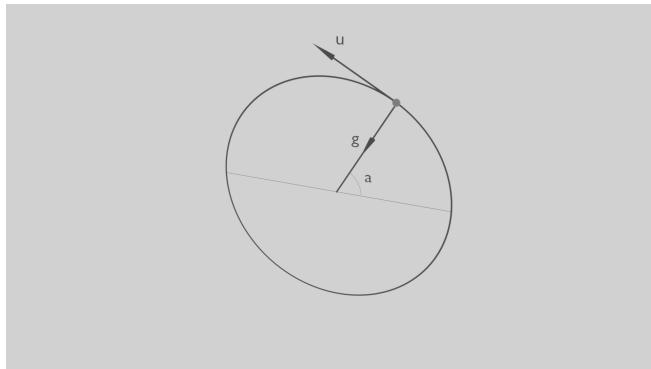
2.6 Centralrörelse

- $f = \frac{1}{T}$
- $v = \frac{2\pi r}{T} = \omega r$
- $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$
- $a_c = \frac{v^2}{r} = r\omega^2 = 4\pi^2 r f^2 = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$

2.7 Hastighet och Vinkelhastighet

$$\text{Vinkelhastighet } \omega = \frac{d\theta}{dt}$$

$$\text{Hastighet } v = \omega r$$



Figur 1:

Vinkelacceleration $\alpha = \frac{d\theta}{dt}$

Centripetalkraft

$$F = \frac{mv^2}{r} = mr\omega^2 = 4\pi^2 mf^2 r = \frac{4\pi^2 mr}{T^2}$$

- m = massa
- v = hastighet
- r = radie
- ω = vinkelhastighet
- T = omloppstid

2.8 Fjäder

- $a = v' = v''$

- $y = A \sin(\omega t)$
- $v = A\omega \cos(\omega t)$
- $a = -A\omega^2 \sin(\omega t) = \omega^2 y$
- $v_{\max} = A\omega$
- $a_{\max} = A\omega^2$
- $F = ma$
- $F = -mA\omega^2 \sin(\omega t) = m\omega^2 y$
- $k = \frac{\Delta F}{\Delta l} kg \cdot 9.82$
- $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
- $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}$

- a = accelerationen
- y = y led position vid tidpunkten t
- A = amplituden
- ω = vinkelhastighet (rad/s)
- t = tiden
- m = massa
- T = omloppstid

Svängningarnas frekvens

$$f_{\text{svängning}} = |f_1 - f_2|$$

- f_1 = frekvensen hos den första ljudkällan
- f_2 = frekvensen hos den andra ljudkällan

Hooks lag

$$F = k \cdot \Delta\ell$$

- k = fjäderkonstant (beroende på fjädern)
- $\Delta\ell$ = förändringen i avstånd av fjädern jämfört med dess jämnviktsläge.

Potentiell Energi i en fjäder

$$E_p = \frac{k \cdot \Delta\ell^2}{2}$$

- k = fjäderkonstant (beroende på fjädern)
- $\Delta\ell$ = förändringen i avstånd av fjädern jämfört med dess jämnviktsläge.

Resulterande kraft på en viktig som hänger i en fjäder

$$F_R = -ky$$

- k = fjäderkonstant
- y = elongationen avstående till jämviktsläget. Minustecknet anger att kraften alltid är i motsatt riktning mot elongationen
- F_R är alltid mot jämnviktsläget.

Svängningstiden för en viktig i en fjäder

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

- m = massan
- k = fjäderkonstanten

Totala energin i en viktig som hänger i en fjäder

$$E = E_p + E_k$$

eller

$$\frac{kA^2}{2} = \frac{ky^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$$

- k = fjäderkonstanten
- m = viktens massa
- A = svängningens amplitud
- y = elongationen
- v = viktens hastighet

2.9 Pendel**2.9.1 Konisk pendel**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell \cos(\alpha)}{g}}$$

- g = gravitationsaccelerationen
- α = vinkeln bildad mellan center linjen och pendeln
- T = svängningstiden
- ℓ = längden av pendeln

2.9.2 Plan pendel

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

- ℓ = pendelns längd
- g = gravitationsaccelerationen

Harmonisk svängning

$$s = \hat{s} \cdot \sin(\omega t + \psi)$$

$$\hat{s} = \text{amplitud } \psi = \text{konstant vinkel } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Kraftmoment

$$M = F \cdot l$$

- M = Nm
- F = kraften N
- l = momentarm m

2.9.3 Jämviktslagen vid kraftmoment

Vid jämvikt är summan av de momenten som vrids ett föremål medurs kring någon viss vridaxel O lika med summan av de moment som vrider föremålet moturs kring denna punkt.

Impulslagen

$$\mathbb{F}\Delta t = mv - mv_0$$

•

F = medelkraften

Rörelsemängd lagen

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

3 Arbete och energi

3.0.1 Arbete

$$W = F_s \cdot s$$

- w = arbete
- F_s = kraftens komponent längs banan
- s = sträckan

3.0.2 Effekt

$$P = F_s \cdot v = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

F_s = kraftens komponent i rörelseriktningen

Effekt likström

$$F = U \cdot I = R \cdot I^2 = \frac{U^2}{R}$$

- P = effekt
- U = spänning
- I = ström
- R = resistans

Energin hos fältet i spole

$$E = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$$

- E = energi
- L = induktans
- I = ström

För homogen tyngdkraft fält (lägesenergi)

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

För gravitations kraft (r avståndet till centrum)

$$E_p = -C \frac{m_1 \cdot m_2}{r}$$

För fjäder i sträckning Δl

$$E_p = \frac{k}{2} (\Delta l)^2$$

Rörelseenergi

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

- m = massa
- v = hastighet

3.1 Kraft**Kraft ekvationen**

$$F = m \cdot a = \frac{d(mv)}{dt}$$

- F = kraft
- m = massa
- a = acceleration
- v = hastighet

Kraft moment

$$M = F \cdot d$$

- M = moment
- F = kraft
- d = vinkelräta avståndet mellan krafterna och momentpunkten

4 Ellära

4.1 Koppling i krets

Ohms lag

$$U = R \cdot I$$

- U = spänning
- R = resistans
- I = ström

Spänning

$$U = \frac{E}{Q}$$

- U = spänning
- E = energi
- Q = laddning

4.1.1 Seriekoppling av kondensatorer

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$$

- C = totala kapacitansen
- C_i = delkapacitansen

4.1.2 Parallelkoppling av kondensatorer

$$C = C_1 + C_2 + \dots$$

- C = totala kapacitansen
- C_i = delkapacitansen

4.1.3 Seriekoppling av resistorer

$$R = R_1 + R_2 + \dots$$

- R = totala resistansen
- R_i = delresistans

4.1.4 Parallelkoppling av resistorer

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

- C = totala kapacitansen
- C_i = delkapacitansen

???????

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

- R = totala resistansen
- R_i = delresistans

- ρ = resistivitet
- l = ledares längd
- A = tvärsnittsarea

4.1.5 Coulombs lag

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

- $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 8.988 \cdot 10^9 Nm^2/(As)^2$
- F = kraft
- Q = laddning
- r = avståndet mellan laddningarna

4.2 Kondensator

4.2.1 Energin i en kondensator

$$E = \frac{Q \cdot U}{2}$$

eller

$$E = \frac{C \cdot U^2}{2}$$

- Q = kondensatorns laddning
- C = kapacitansen med enheten F
- U = spänningen över kondensatorn

4.2.2 Uppladdning av kondensator

$$U_C = U - U \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$I = \frac{U}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$$

- U_C är spänningen över kondensatorn
- I = strömmen
- U = batterietsspänning
- R = resistansen i kretsen
- C = kondensatorn kapacitans

Kondensatorn

$$i = \hat{i} \sin(\omega t)$$

$$u = \frac{\hat{i}}{C\omega} \sin(\omega t - \pi/2)$$

$$U = X_c I$$

$$X_c = \frac{1}{\omega C}$$

- \hat{u} = spänningens toppvärde
- \hat{i} = strömmen toppvärde
- X_c = kapacitativa reaktansen
- C = kondensatorns kapacitans
- L = induktansen
- ω vinkelhastigheten

4.3 Magnetiskt flöde

Kring oändlig lång rak ledare

$$B = \frac{\mu \cdot I}{2\pi r}$$

- N = antal varv
- I = ström

4.4 Magnetisk kraft

- B = magnetisk flödestäthet
- μ = permeabilitet
- l = längd
- N = antal varv
- I = ström

Plan cirkulär ledare

$$B = \frac{\mu \cdot N \cdot I}{2r}$$

- B = magnetisk flödestäthet
- μ = permeabilitet
- l = längd
- N = antal varv
- I = ström

Långsträckt spole

$$B = \frac{\mu \cdot N \cdot I}{l}$$

- B = magnetisk flödestäthet
- μ = permeabilitet
- l = längd

På strömförande ledare

$$F = I \cdot l \cdot B$$

På laddning i rörelse

$$F = Q \cdot v \cdot B$$

- I = ström
- Q = laddning
- B = magnetisk flödestäthet
- v = hastighet
- l = längd

Magnetiskt flöde

$$\varphi = B \cdot A$$

- A = arean för ett område vinkelrätt mot fältet
- B = Flödet

4.5 Permeabilitet, induktans och kapacitans

Permeabilitet

$$\mu = \mu_r \cdot \mu_0$$

- $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} Vs/Am$
- μ_0 = permeabilitet för vakuum
- μ_r = permeabilitetstalet

Induktans (Självinduktans)

$$e = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

- L = induktans
- i = ström
- t = tid

Induktionslagen

$$e = -\frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$$

för rak ledare som rör sig vinkelrätt mot fältet

$$e_0 = l \cdot v \cdot B$$

Kapacitans

$$Q = C \cdot U$$

- Q = Laddningen
- U = Spänning

Kapacitans

$$C = \frac{Q}{U}$$

- Q = laddningen
- U = spänningen

Elektrisk fältstyrka

$$E = \frac{F}{Q}$$

$$E = \frac{U}{d}$$

- E = elektrisk fältstyrka
- F = kraft
- Q = laddning
- U = Spänning
- d = avståndet mellan två plattor

Energiutveckling i galvaniskt element

$$W = E \cdot n \cdot F$$

- W = energi
- E = elementets ems
- n = substansmängd
- F = $9,6485 \cdot 10^5 c$ Faradays konstant

Elektriskt fältstyrka i ett homogent elektriskt fält

$$E = \frac{U}{d}$$

- U = spänning mellan plattorna
- d = avståndet mellan plattorna

Kapacitans

$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$

- ϵ = permittiviteten hos materialet
- A = plattornas area
- d = avståndet mellan plattorna

Permittivitet $\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$

- $\epsilon_0 = 8.8541878 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ = permittiviteten i vakuum
- ϵ_r = den relativa permittiviteten

Magnetisk flödestäthet runt en lång rak ledare

$$B = \frac{\mu \cdot I}{2\pi \cdot a}$$

- B = flödestäthet T (tesla)
- μ = permeabiliteten i materialet runt ledaren
- a = avståndet till ledaren

Magnetisk flödestäthet inuti en platt spole

$$B = \frac{N \cdot \mu \cdot I}{2r}$$

- N = antalet var på spolen
- I = strömstyrkan
- r = slingas radie
- μ är permeabiliteten för mediet inuti spolen

Magnetisk flödestäthet i en solenoid och toroid

$$B = \frac{N \cdot \mu \cdot I}{\ell}$$

- N = antalet varv
- ℓ = spolens längd
- μ = permeabiliteten för mediet inuti spolen

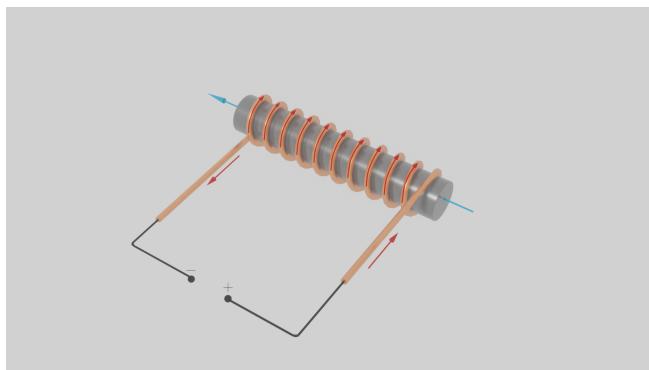
Permeabilitet $\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$

- $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$ = permeabiliteten för vakuum
- μ_r = den relativa permeabiliteten

Kraften på en elektrisk laddning som rör sig i ett magnetisk fält

$$F_M = Q \cdot v \cdot B$$

- Q = laddningen



Figur 2:

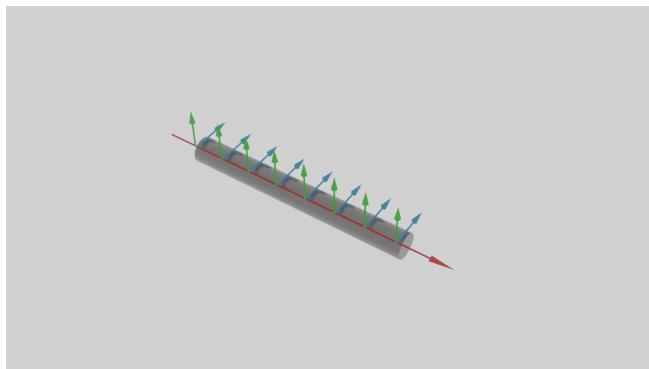
- v = hastigheten
- B = magnetiska flödestätheten
- P.S. B och v ska vara vinkelräta mot varandra.

Lenz lag Den induktionsström som uppstår har en riktning som motverkar orsaken till sin egen uppkomst.

Kraften på en ledare som är vinkelrät mot ett magnetfält

$$F_M = BI\ell$$

- I = strömmen
- ℓ = längden på ledaren som är i fältet
- B = magnetiska flödestätheten



Figur 3:

Inducerad spänning

$$U = \ell v B$$

eller

$$e = \ell v B$$

- ℓ = stavens längd
- v = stavens hastighet
- B = magnetisk flödestäthet

alla tre måste vara vara inbördes vinkelräta mot varandra.

Induktionslagen

$$U = -\frac{d\Phi}{dt}$$

- $-\frac{d\Phi}{dt}$ = derivatan av det magnetiska flödet

- \hat{u} = spänningens toppvärde
- \hat{i} = strömmens toppvärde
- ω = vinkelhastigheten
- t = tiden

Inducerad spänning i en spole

$$U = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

- $-\frac{d\Phi}{dt}$ = derivatan av det magnetiska flödet
- N = antalet varv

Induktans

$$L = \frac{d\Phi}{dt}$$

Induktion

$$U = -L \frac{d\ell}{dt}$$

- L = induktansen med H
- $\frac{d\ell}{dt}$ = hastigheten av flödet

Växelspänning och Växelström

$$u = \hat{u} \sin(\omega t)$$

och

$$i = \hat{i} \sin(\omega t)$$

Samband mellan effektivvärde

$$U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$$

och

$$I = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}}$$

- \hat{u} = spänningens toppvärde
- \hat{i} = strömmens toppvärde

Transformationen

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_1}{I_2}$$

- U = spänningen
- I = strömmen
- N = antalet varv på respektive spole

För en spole med försumbar resistans gäller

$$u = \hat{u} \sin(\omega t + \pi/2)$$

och

$$i = \hat{i} \sin(\omega t)$$

$$U = X_L I$$

$$X_L = \omega L$$

- \hat{u} = spänningens toppvärde
- \hat{i} = strömmens toppvärde
- X_L = induktiva reaktansen
- U = spänningens effektivvärde
- I = strömmens effektivvärde
- L = induktansen
- ω = vinkelhastigheten

Resonans för elektrisk svängningskrets

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

- L = spolens induktans
- C = kondensatorns kapacitans
- ω vinkelhastigheten

- p = tryck
- V = volym
- N = antal molekyler
- m = massa
- v = hastighet

Rörelseenergi i en ideelgas

$$E_k = \frac{3k \cdot T}{2}$$

- E_k = rörelseenergi
- k = Boltzmanns konstant
- T = absolut temperatur mätt i Kelvin

Smältnings och stelning

$$E = c_s \cdot m$$

- E = energi
- c = specifika smältentalalpi
- m = massa

5 Termodynamik

5.1 Kinetisk gasteori

$$p \cdot V = \frac{N \cdot m \cdot v^2}{3}$$

6 Ljud och vågor

6.1 Ljud

6.1.1 Ljudets hastighet i ett medium

$$v = v_0 \cdot \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

- v = ljudets hastighet vid temperaturen T Kelvin
- T = temperaturen i Kelvin
- T_0 = absoluta nollpunkten (273,14 Kelvin)
- v_0 = är hastigheten vid T_0

Ljudets hastighet i luft

$$v = 333,4 \cdot \sqrt{\frac{T}{273}}$$

- T = temperaturen i Kelvin

6.1.2 Ljud intensitet, ljudnivå

Ljudnivå

$$L = 10 \lg(I/I_0) dB$$

- $I_0 = 10^{-12} W/m^2$
- I = ljudintensitet

Ljudnivå

$$L = 10 \cdot \lg \left(\frac{I}{10^{-12}} \right)$$

- I är ljudintensitet i dB

6.1.3 Ljudet Intensitet

$$I = \frac{P}{A}$$

- P är ljudets effekt
- A är arean av den ytan som ljudet sprids över

Ljud intensitet(sfär)

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

- I = ljud intensitet
- P = effekten från strålkällan
- r = avståendet

6.2 Dopplereffekten

6.2.1 Sändaren i vila (mottagaren rör sig emot sändaren)

$$f_{\text{observerad}} = f_{\text{utsänd}} \cdot \left(\frac{v_{\text{våg}} + v_{\text{mottagare}}}{v_{\text{våg}}} \right)$$

- $f_{\text{observerad}}$ = den observerade frekvensen

- $f_{\text{utsänd}}$ = den utsända frekvensen
- $v_{\text{mottagare}}$ = mottagarens hastighet
- $v_{\text{våg}}$ = vågrörelsens utbredningshastighet

6.2.2 Sändaren i vila (mottagaren rör sig ifrån sändaren)

$$f_{\text{observerad}} = f_{\text{utsänd}} \cdot \left(\frac{v_{\text{våg}} - v_{\text{mottagare}}}{v_{\text{våg}}} \right)$$

- $f_{\text{observerad}}$ = den observerade frekvensen
- $f_{\text{utsänd}}$ = den utsända frekvensen
- $v_{\text{mottagare}}$ = mottagarens hastighet
- $v_{\text{våg}}$ = vågrörelsens utbredningshastighet

6.2.3 Mottagaren i vila (sändaren rör sig emot mottagaren)

$$f_{\text{observerad}} = f_{\text{utsänd}} \cdot \left(\frac{v_{\text{våg}}}{v_{\text{våg}} + v_{\text{mottagare}}} \right)$$

- $f_{\text{observerad}}$ = den observerade frekvensen
- $f_{\text{utsänd}}$ = den utsända frekvensen
- $v_{\text{mottagare}}$ = mottagarens hastighet
- $v_{\text{våg}}$ = vågrörelsens utbredningshastighet

6.2.4 Mottagaren i vila (sändaren rör sig ifrån mottagaren)

$$f_{\text{observerad}} = f_{\text{utsänd}} \cdot \left(\frac{v_{\text{våg}}}{v_{\text{våg}} + v_{\text{mottagare}}} \right)$$

- $f_{\text{observerad}}$ = den observerade frekvensen
- $f_{\text{utsänd}}$ = den utsända frekvensen
- $v_{\text{mottagare}}$ = mottagarens hastighet
- $v_{\text{våg}}$ = vågrörelsens utbredningshastighet

6.2.5 Både sändare och mottagare rör sig emot varandra

$$f_{\text{mottagare}} = f_s \cdot \frac{v_{\text{ljud}} + v_{\text{mottagare}}}{v_{\text{ljud}} - v_{\text{sändare}}}$$

- f_s = sändarens frekvens
- v_{ljud} = ljudhastigheten
- $v_{\text{mottagare}}$ = mottagarens hastighet
- $v_{\text{sändare}}$ = sändarens hastighet, båda räknas positivt i riktning mot varandra

6.3 Vågor

6.3.1 Huygens princip

Alla vågfronter byggs upp av en punktkälla som utbreder sig i alla riktningar.

6.3.2 Fortskridande våg

$$v = \lambda \cdot f$$

- v = hastighet
- λ = våglängd
- f = frekvens

6.4 Interferenser och maxi & mini

konstruktive interferens $\Delta s = k \cdot \lambda$

destruktiv interferens $\Delta s = \left(k + \frac{1}{2} \right) \cdot \lambda$

- Δs = vägskillnaden
- λ = våglängden
- k = något positivt heltal (k = 0, 1, 2, 3, ...)

Ljusmaxima i dubbelspalt och gittter

$$d \sin(\alpha_k) = k \cdot \lambda$$

- d = avståndet mellan spalterna
- α_k = vinkeln till ljusmaximum
- k = ett heltal
- λ är våglängden

Ljusminima i enkelspalt

$$d \sin(\alpha_k) = k\lambda$$

- d = spalt bredden
- α_k = vinkeln till ljusminimum
- k = ett heltal (formeln gäller bara för heltal)
- λ = våglängden

6.5 Dopplereffekten (för ljus)

Dopplereffekten

$$\frac{\lambda}{\lambda_0} = \frac{f_0}{f} = \frac{\sqrt{1 + \frac{v}{c}}}{\sqrt{1 - \frac{v}{c}}} \approx 1 + \frac{v}{c}$$

- λ_0 = den utsända våglängden,
- λ = den mottagna våglängden
- v = mottagarens hastighet jämfört med ljuskällan, räknas positiv bort från ljuskällan
- c = ljusets hastighet

approximationen gäller bara om v är mycket mindre än c, ($v \ll c$).

7 Fluidmekanik

7.1 Tryck och densitet

7.1.1 Densitet

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- m = massan
- V = volym

7.1.2 Tryck

$$p = \frac{F}{A}$$

- p = tryck
- F = kraft
- A = area

7.1.3 Vätsketryck

$$p = \rho g h$$

- p = tryck
- ρ = densitet
- h = vätskedjup

7.2 Ångbildning och kondensation

$$E = c_k \cdot m$$

- E = energi
- c = specifika ångbildningsentalpitet
- m = massa

8 Optik

8.1 Linser och Brytning

Brännvidd (fokallängd) Klargöra detta???????

8.2 Dioptritalet

$$D = \frac{1}{f}$$

- D = dioptritalet
- f = brännvidden

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

8.2.1 Linformeln

- a = avståendet från ljuskällan till linsen

- b = bildens avstånd från linsen
- f = brännvidden

8.2.2 Linsmakarformeln (för tunna linser)

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r_1} \right)$$

- r = radien hos linsen som först träffas av ljuset
- r_1 = radien hos den andra linsytan
- n = brytningsindex

8.2.3 Brytningslagen

$$f = \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2}$$

$$\frac{\sin(\alpha_1)}{\sin(\alpha_2)} = \frac{v_1}{v_2}$$

- f = frekvens
- v = hastighet
- λ = våglängd

8.2.4 Prisma??????

Ehhhhhhh vad?

8.3 Optiska instrument

8.3.1 Lupps förstoring

$$G = \frac{s}{f}$$

8.3.2 Kikarens förstoring

$$G = \frac{f_{\text{objektivets}}}{f_{\text{fokularets}}}$$

8.3.3 Mikroskopets förstoring

$$G = \frac{sL}{f_{\text{objektivets}} \cdot f_{\text{fokularets}}}$$

9 Strålning

9.1 Bohrs postulat

9.1.1 Bohrs första postulat

Varje atom system har bara en serie stabila och stationära elektronenergier och vid energiförändring så förändras systemet

9.1.2 Bohrs andra postulat

Vid emission or absorption av en foton motsvarar energiförändringen i systemet den absorberande eller emitterade fotonenergin ges av

$$|E_2 - E_1| = hf$$

- E_1 = energitillståndet före
- E_2 = energitillståndet efter
- h = Plancks konstant
- f = fotonens frekvens

Bohrs atommodell

$$E_n = -\frac{13,6Z^2}{n^2} eV$$

- Z = atomnummer
- n = nivåns nummer, räknat inifrån

En elektron i en atom kan beskrivas av fyra kvanttal

- huvudkvanttal $n = 1, 2, 3 \dots$
- bankvanttal $l = 0, 1, 2, 3 \dots (n-1)$
- magnetiska kvanttalet $m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$
- spinnkvanttal $m_s = \pm \frac{1}{2}$

9.2 Väteatom

Energinivåerna i väteatom

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} eV$$

- n = nivåns nummer, räknat inifrån

Vätets spektrum

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

- m = heltal
- n = heltal
- R = Rydbergskonstant

9.3 Fotoner

9.3.1 Fotoelektriska effekten

Den fotoelektriska effekten innebär att fotoner avger all sin energi och knuffar loss elektroner från en metallyta. Detta ger oss en möjlighet att bestämma fotoners energi

9.3.2 Comptoneeffekten

Comptoneeffekten innebär att fotoner avger en del av energin till en elektron. Elektroner får då en högre rörelseenergi och fotoner får en längre våglängd.

9.3.3 Parbildning

Parbildning innebär att en foton avger all sin energi och skapar en partikel och dess antipartikel.

Fotonens energi

$$E_{\text{foton}} = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

- h = plancks konstant
- λ = fotonens våglängd i vakuum

Fotonens rörelsemängd

$$p_{\text{photon}} = \frac{h}{\lambda}$$

- h = Plancks konstant
- λ = våglängden

9.4 Utstrålning

Emmittans

$$M = \frac{P}{A}$$

- P = utstrålade effekten från ett föremål
- A = arena på föremålet

Plancks strålningslag

$$\frac{dM}{d\lambda} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}$$

- λ = våglängden
- T = temperaturen
- h = Placks konstant
- c = ljusets hastighet i vakuum
- k = Boltzmanns konstant

Stefan-Boltzmanns lag

$$j^* = \sigma T^4$$

- M = emitans
- T = temperaturen i kelvin
- $\sigma = 5.6704 \cdot 10^{-8} W/m^2 K^4$

Wiens förskjutningslag

$$\lambda_{\max} T = 2.8978 \cdot 10^{-3} m \cdot K$$

- T = temperaturen
- λ_{\max} = maximala våglängden

9.5 Generella formler

9.5.1 Bromsstrålning

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU}$$

- λ_{\min} = röntgenstrålning kortaste våglängd
- U = elektronernas accelerationsspänning
- h = Plancks konstant
- c = ljusets hastighet i vakuum

9.5.2 Braggs lag

En röntgenstråle reflekteras om

$$2d \cos(\alpha) = k\lambda$$

- d = avståndet mellan två atomlager
- α = infallsvinkeln
- λ = våglängden

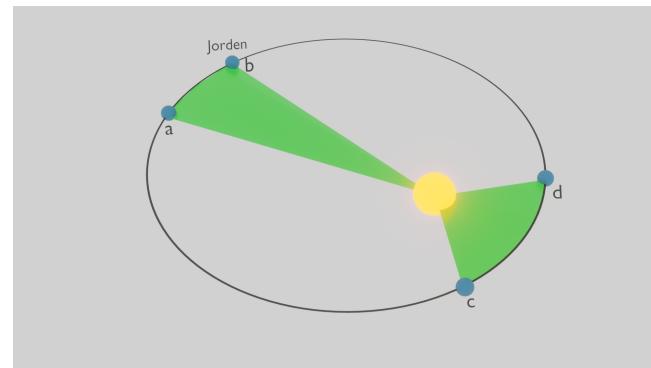
9.5.3 De broglies formel

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

- h = Plancks konstant
- m = partikelns massa
- v = partikelns hastighet

10 Astronomi

10.1 Keplers lagar



Figur 4:

10.1.1 Keplers första lag

Planeternas banor är ellipser med solen i ena brännpunkten.

I bilden så kan vi se att planeten E måste finnas i en elliptisk bana runt Solen (S).

10.1.2 Keplers andra lag

Rörelsen längs varje ellips sker med sådana hastighet att linjen från solen till planeten på lika tid överfar lika stor area.

Detta betyder att när planeten E rör sig i sin bana runt Solen och du börjar ta tiden när du är nära solen och slutar efter tiden T. Då har du skapat en area A_1 , när du sedan börjar igen ta tiden när du ligger långt ifrån solen och väntar lika

länge, T , så kommer arean A_2 att bli samma under de tiden som du var nära som när du är långt bort.

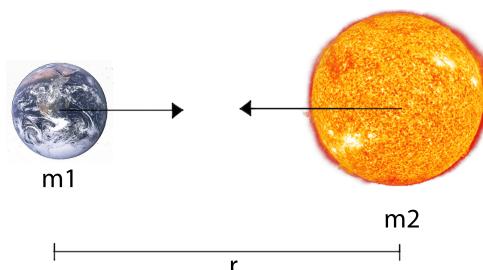
10.1.3 Keplers tredje lag

Kvadraterna på planeternas omloppstiden förhåller sig som kubernas på deras medelavstånd från solen, $\frac{T^2}{r^3}$.

10.2 Newtons gravitations ekvation

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

- F = kraft
- G = allmänna gravitationskonstanten ($G = 6,6734 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$)
- r = avståndet mellan kropparna masscentrum



Figur 5:

Parallaxmetoden

$$r = 1/p$$

- r = avståndet i pc
- p = parallaxen i bågsekunder

10.3.1 Hubbles Lag

$$v = Hr$$

- v = hastigheten
- H = Hubbles parametern
- p = avståndet i parsec

Magnitudskalan

$$M = m + 5 - \lg(r)$$

- M = absoluta magnituden
- m = apparenta magnituden
- r = avståndet i parsec

10.4 Energi

10.4.1 Stjärnans utstrålande effekt

$$P = P_{\text{sol}} 10^{-0.4M+1,9322}$$

- $P_{\text{sol}} = 3,90 \cdot 10^{26}$

10.4.2 Rödförskjutning

$$z = \frac{\lambda_{\text{observerad}} - \lambda_{\text{emiterad}}}{\lambda_{\text{emiterad}}} = \frac{\sqrt{1 + \frac{v}{c}}}{\sqrt{1 - \frac{v}{c}}} - 1$$

$$z \approx \frac{v}{c} \text{ då } v \ll c$$

- λ = våglängden
- λ_0 = vilovåglängden

10.4.3 Schwarzschildradien

$$r_{\text{Sch}} = \frac{2Gm}{c^2}$$

- G = gravitationskonstanten
- c = ljusets hastighet i vakuum
- m = massan

A Konstanter

A.1 SI konstanter

Tabell 1: Konstanter

Storhet	Symbol	Värde
Ljusets hastighet	c	299 792 458 m · s ⁻¹
Newton's gravitationskonstant	G	6.674 08(31) × 10 ⁻¹¹ m ³ · kg ⁻¹ · s ⁻²
Plancks konstant	<i>h</i>	6.626 070 040(81) × 10 ⁻³⁴ J · s
Reducerad Planck konstant	$\hbar = \frac{h}{2\pi}$	1.054 571 800(13) × 10 ⁻³⁴ J · s
Planck längd	$l_p = \sqrt{\hbar G c^{-3}}$	1.616 229(38) × 10 ⁻³⁵ m
Magnetkonstant	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}$ N · A ⁻²
Elektrisk konstant	$\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2}$	8.854 187 817... × 10 ⁻¹² F · m ⁻¹
Coulombs konstant	$k_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$	8.987 551 787 368 176 4 × 10 ⁹ kg · m ³ · s ⁻⁴ · A ⁻²
Elementär laddning	e	1.602 176 6208(98) × 10 ⁻¹⁹ C
Elektron massa	m_e	9.109 383 56(11) × 10 ⁻³¹ kg
proton massa	m_p	1.672 621 898 (21) × 10 ⁻²⁷ kg
Rydbergs konstant	$R_\infty = \frac{\alpha^2 m_e c}{2\hbar}$	10973731.568 508(65) m ⁻¹
Atomic mass constant	$m_u = 1$ u	1.660 539 040(20) × 10 ⁻²⁷ kg
Avogadro konstant	N_A, L	6.022 140 857(74) × 10 ²³ mol ⁻¹

A.2 SI härledda enheter

Tabell 2: SI härledda enheter

Namn	Symbol	Fysisk Kvantitet	I SI Enheter	I andra enheter
becquerel	Bq	Radioaktivt sönderfall	s^{-1}	–
coulomb	C	Elektrisk laddning	$s \cdot A$	–
farad	F	kapacitans	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$	C/V
joule	J	energi, arbete, värme kvantitet	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$	N · m
Newton	N	Kraft	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$	–
ohm	·	elektrisk resistans	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$	V/A
pascal	Pa	tryck, påfrestning	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$	N/m ²
volt	V	elektrisk potential, potential differens, elektromotorisk kraft	$m^2 kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$	W/A
watt	W	effekt, strålningsflöde	$m^2 kg \cdot s^{-3}$	J/s
weber	Wb	magnetisk flux	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$	V · s
siemens	S	ledningsförmåga	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$	A/V
tesla	T	magnetisk flux densitet	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$	Wb/m ²
hertz	Hz	frekvens	s^{-1}	–
henry	H	induktans	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$	Wb/A

A.3 Grekiska alfabetet

Tabell 3: Grekiska alfabetet

Alpha	Beta	Gamma	Delta	Epsilon	Zeta	Eta	Theta	Iota	Kappa	lambda	Mu
$A\alpha$	$B\beta$	$\Gamma\gamma$	$\Delta\delta$	$E\varepsilon$	$Z\zeta$	$H\eta$	$\Theta\theta$	$I\iota$	$K\kappa$	$\Lambda\lambda$	$M\mu$
nu	Xi	Pi	Omkron	Rho	Sigma	Tau	fi	Upsilon	Psi	Chi	Omega
$N\nu$	$Xi\xi$	Oo	$\Pi\pi$	$P\rho$	$\Sigma\sigma$	$T\tau$	$\Upsilon\upsilon$	$\Phi\phi$	$\Psi\psi$	$X\chi$	$\Omega\omega$

B Prefix

Tabell 4: Prefix

Faktor	10^1	10^2	10^3	10^6	10^9	10^{12}	10^{15}	10^{18}	10^{21}	10^{24}
Beteckning	da	h	k	M	G	T	P	E	Z	Y
Namn	deka	hektos	kilo	mega	giga	tera	peta	exa	zetta	yotta

Faktor	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}	10^{-21}	10^{-24}
Beteckning	d	c	m	μ	n	p	f	a	z	y
Namn	deci	centi	mili	mikro	nano	piko	femto	atto	zepto	yocto

C Omvandlingstabell - Kraft

Tabell 5: Kraft			
	N	dyn	kp
N	1	10^5	0,101972
dyn	10^{-5}	1	$1,01972 \cdot 10^{-6}$
kp	9,80665	$9,80665 \cdot 10^5$	1

D Omvandlingstabell - Tryck

Tabell 6: Tryck						
	Pa	bar	kp/cm^2	torr	atm	Psi
Pa	1	10^{-5}	$1,01972 \cdot 10^{-5}$	$7,5006 \cdot 10^{-3}$	$9,8692 \cdot 10^{-6}$	
bar	10^5	1	1,01972	750,06	0,98692	
kp/cm^2	$9,80665 \cdot 10^4$	0,980665	1	735,56	0,96784	
torr	133,322	$1,33322 \cdot 10^{-3}$	$1,35951 \cdot 10^{-3}$	1	$1,31579 \cdot 10^{-3}$	
atm	$1,01325 \cdot 10^5$	1,01325	1,03323	760	1	
Psi						1

E Omvandlingstabell - Energi och arbete

Tabell 7: Energi och arbete

	J	erg	kWh	kpm	kcal	eV
J	1	10^7	$2,7777810^{-7}$	0,101972	$2,3884610^{-4}$	$6,241510^{18}$
erg	10^{-7}	1	$2,7777810^{-14}$	$1,0197210^{-8}$	$2,3884610^{-11}$	$6,241510^{11}$
kWh	$3,610^6$	$3,610^{10}$	1	$3,6709810^5$	859,845	$2,246910^{25}$
kpm	9,80665	$9,8066510^7$	$2,7240710^{-6}$	1	$2,3422810^{-3}$	$6,120810^{19}$
kcal	$4,186810^3$	$4,186810^{10}$	$1,163010^{-3}$	426,935	1	$2,613210^{22}$
eV	$1,602210^{-19}$	$1,602210^{-12}$	$4,450510^{-26}$	$1,633810^{-20}$	$3,826710^{-23}$	1

F Omvandlingsfaktorer

F.1 Avstånd

Tabell 8: Avstånd

1 Å	$= 10^{-10} \text{ m}$	$= 0,1 \text{ nm}$
1 ljusår	$= 9,4605510^{15} \text{ m}$	
1 pc (parsec)	$= 3,08610^{16}$	$= 3,262 \text{ ljusår}$
1 Au	$= 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$	
1 nautiskmil	$= 1852 \text{ m}$	
1 tum	$= 25,40 \text{ mm}$	
1 fot	$= 12 \text{ tum}$	$= 304,8 \text{ mm}$
1 yard	$= ??? \text{ m}$	

F.2 Tryck

Tabell 9: Tryck

1 N/m^2	$= 1 \text{ Pa}$
1 bar	$= 10^5 \text{ Pa}$
1 atm	$= 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ torr (mm Hg)}$

F.3 Area

Tabell 10: Area

1 a (ar)	$= 100 \text{ m}^2$
1 ha (hektar)	$= 10^4 \text{ m}^2$

F.4 Energi

Tabell 11: Energi

1 J	$= 1 \text{ Nm} = 1 \text{ Ws}$
1 cal	$= 4,1868 \text{ J}$
1 eV	$= 1,6022 \cdot 10^{-19}$

F.5 Effekt

Tabell 12: Effekt

1 hk	$= 735,5 \text{ W}$
------	---------------------

G Färgkodning för resistorer

Tabell 13: Färgkodning för resistorer

Färg	Siffra	Tolerans	Färg
Svart	0	1 %	Brun
Brun	1	2 %	Röd
Röd	2	5 %	Guld
Orange	3	10%	Silver
Gul	4	20%	Färglös
Grön	5		
Blå	6		
Violett	7		
Grå	8		
Vit	9		

H Färgspektrum för synligt ljus

Tabell 14: Synligt ljus spektrum

Färg	Våglängd
Violett	380 - 420
Blått	420 - 480
Grönt	480 - 560
Gult	560 - 610
Rött	610 - 750

I Avrundningar av konstanter

Tabell 15: Avrundningar av konstanter

π	$\approx 3,14$
e	$\approx 2,72$
g	$\approx 9,82 \text{ m/s}^2$ (för sverige)
$\sqrt{2}$	$\approx 1,41$
$\sqrt{3}$	$\approx 1,73$
$\sqrt{5}$	$\approx 2,24$
$\sqrt{6}$	$\approx 2,45$
$\sqrt{7}$	$\approx 2,65$
$\sqrt{10}$	$\approx 3,16$
c	$\approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ (i vakuum)
μ_0	$\approx 4\pi 10^{-7} \text{ Ns}^2/\text{C}^2$
e	$\approx 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
G	$\approx 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$
h	$\approx 6,63 \cdot 10^{-63} \text{ Js}$
\hbar	$\approx 110^{-34} \text{ Js}$
k_B	$\approx 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
k	$\approx 9 \cdot 10^9$
N_A	$\approx 6 \cdot 10^{23}$