

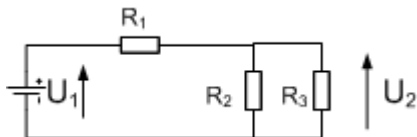
Løsningsforslag til EKSAMEN

Emnekode: ITD12011	Emne: Fysikk og kjemi
Dato: 30. April 2013	Eksamenstid: kl.: 9:00 til kl.: 13:00
Hjelpemidler: <ul style="list-style-type: none"> • 4 sider (A4) (2 ark) med egne notater. • Ikke-kommunerende kalkulator. • Gruppebesvarelse, som blir delt ut på eksamensdagen til de som har fått den godkjent 	Faglærer: Erling Strand
<p>Eksamensoppgaven: Oppgavesettet består av 4 sider med oppgaver og 2 sider vedlegg, totalt 6 sider. Kontroller at oppgaven er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.</p> <p><i>Oppgavesettet består av 3 oppgaver. Alle spørsmål på oppgavene skal besvares, og alle spørsmål teller likt til eksamen.</i></p>	
<p>Sensurdato: 27. Mai 2013 Karakterene er tilgjengelige for studenter på studentweb senest dagen etter oppgitt sensurfrist. Følg instruksjoner gitt på: http://www.hiof.no/index.php?ID=7027</p>	

Alle utregninger må tas med i besvarelsen! Noen formler finnes i vedlegg.

Oppgave 1

a) Gitt følgende krets:



Spenningen $U_1 = 15,0 \text{ V}$, motstandene $R_1 = 1500 \Omega$, $R_2 = 1000 \Omega$ og $R_3 = 2000 \Omega$

1) Hvor stor er spenningen U_2 ?

Regner først ut parallellkoblingen av R_2 og R_3 , som vi kan kalle R_{23} :

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{1000 \cdot 2000}{1000 + 2000} = \frac{2000}{3} = 667 \text{ } [\Omega]$$

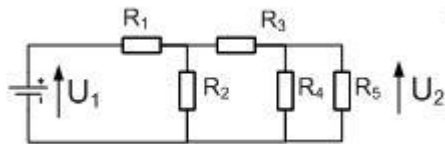
$$U_2 = \frac{U_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{15,0 \cdot 667}{1500 + 667} = \frac{10000}{2167} = \underline{\underline{4,61 \text{ } [V]}}$$

2) *Hvor stor er strømmen I_2 , som går igjennom motstand R_2 ?*

Strømmen I_2 er spenningen over R_2 , som er U_2 , dividert på R_2 :

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{4,61}{1000} = 4,61 \cdot 10^{-3} = \underline{\underline{4,6 \text{ mA}}}$$

b) *Gitt følgende krets:*



Spenningen $U_1 = 15,0 \text{ V}$, motstandene $R_1 = 1500 \text{ } \Omega (= 1\text{K}5)$, $R_2 = 1000 \text{ } \Omega$, $R_3 = 1000 \text{ } \Omega$, $R_4 = 5000 \text{ } \Omega (= 5 \text{ K}\Omega)$, $R_5 = 10000 \text{ } \Omega (= 10 \text{ K}\Omega)$.

1) *Hvor stor er spenningen U_2 ?*

Må finne spenningen over R_2 , som vi kan kalle U_{R2} :

Finner da først R_{45} , som er parallellkoblingen av R_4 og R_5 ; $R_{45} = R_4 \parallel R_5$

$$R_{45} = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = \frac{5000 \cdot 10000}{5000 + 10000} = \frac{50000}{15} = 3333 \text{ } [\Omega]$$

Finner så R_{345} , som er $R_3 + R_{45}$:

$$R_{345} = 1000 \text{ } [\Omega] + 3333 \text{ } [\Omega] = 4333 \text{ } [\Omega]$$

Finner så R_{2345} , som er parallellkoblingen av R_2 og R_{345}

$$R_{2345} = \frac{R_2 \cdot R_{345}}{R_2 + R_{345}} = \frac{1000 \cdot 4333}{1000 + 4333} = \frac{4333}{5,3} = 818 \text{ } [\Omega]$$

Nå kan vi finne U_{R2} :

$$U_{R2} = \frac{U_1 \cdot R_{2345}}{R_1 + R_{2345}} = \frac{15,0 \cdot 818}{1500 + 818} = \frac{12270}{2318} = 5,29 \text{ } [V]$$

Nå kan vi finne U_2 :

$$U_2 = \frac{U_{R2} \cdot R_{45}}{R_{345}} = \frac{5,29 \cdot 3333}{4333} = \underline{\underline{4,07 \text{ [V]}}}$$

2) *Hvor stor er strømmen I_3 , som går igjennom motstand R_3 ?*

$$I_3 = \frac{U_{R2}}{R_{345}} = \frac{5,29}{4333} = 1,22 \cdot 10^{-3} = \underline{\underline{1,2 \text{ mA}}}$$

c) *Anta at du skal måle spenningen U_2 med et multimeter. Det instrumentet har tre innganger, De er merket:*

Inngang 1 : ΩV

Inngang 2 : COM

Inngang 3 : mA/ μA

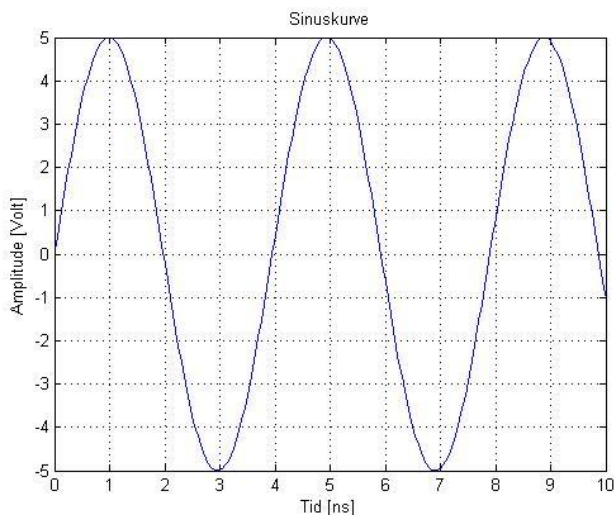
Hvilke innganger skal du bruke?



For å måle spenning, må man bruke inngang 1 og inngang 2.

En spenning måles mellom to punkter, så to innganger må brukes. Det må også være en meget stor indre impedanse mellom inngangene. Det er det mellom COM og ΩV inngangene. Dessuten skal det måles en gitt Volt, som har forkortelsen V.

d) *Du har en sinusformet signal, en spenning $u(t)$, hvor en periode på tidsaksen (fra 0° til 360°), er $4,0 \text{ [ns]}$. Spenningen fra topp til bunn, $V_{PP} = 10,0 \text{ [V]}$.*



1) *Hvilken frekvens er det på signalet?*

Frekvensen er en over periodetiden:

$$f = 1 / (4,0 \text{ [ns]}) = 1 / (4,0 \cdot 10^{-9} \text{ [s]}) = 0,25 \cdot 10^9 \text{ Hz} = \underline{\underline{250 \text{ MHz}}}$$

II) Hvilken spenning er V_P ?

$$V_P = V_{PP} / 2 = 10,0 \text{ [V]} / 2 = \underline{5,0 \text{ [V]}}$$

III) Hvilken spenning er V_{rms} ?

$$V_{rms} = V_P / \sqrt{2} = (5,0 / 1,41) \text{ [V]} = \underline{3,54 \text{ [V]}}$$

e) I et tverrsnitt på en ledning strømmes det positive ladninger. I løpet av 10,0 sekunder strømmes det 16,0 Coulomb. Hvor mye er den strømmen uttrykt i Ampere?

Strømmen I er definert som mengden ladning, Q , som passerer et tverrsnitt, per sekund.

$$I = Q / t = 16,0 \text{ [C]} / 10,0 \text{ [s]} = 1,6 \text{ [C/s]} = \underline{1,6 \text{ [A]}}$$

f) Du har koblet en 1000 W varmeovn til 220 V vekselspenning, via en 400 m lang ledning, av kobber, som har et areal på $1,5 \text{ mm}^2$. Hva er spenningen direkte over ovnen?

Må først finne motstanden R_o i ovnen:

Ved 220 [V] gir ovnen 1000 [W]. Dvs: $P=U \cdot I=1000 \text{ [W]}$

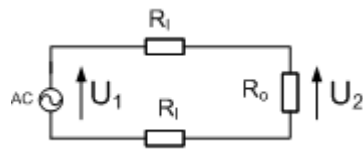
$$I = P/U = 1000/220 = 4,55 \text{ [A]}$$

$$U = R \cdot I \text{ gir } R_o = U/I = 220/4,55 = 48,4 \text{ [\Omega]}$$

Må også finne motstanden i ledningen: I den ene lederen får vi:

$$R_1 = \frac{\rho \cdot l}{A} = \frac{1,68 \cdot 10^{-8} \cdot 400 \text{ [m} \cdot \Omega \cdot \text{m}]}{1,5 \cdot (10^{-3})^2 \text{ [m}^2]} = \frac{672 \cdot 10^{-8}}{1,5 \cdot 10^{-6}} \text{ [\Omega]} = 4,5 \text{ [\Omega]}$$

Tegner nå opp dette ekvivalentsskjema:



$$U_1 = 220 \text{ [V]} \quad R_o = 48,4 \text{ [\Omega]} \quad \text{og} \quad R_1 = 4,5 \text{ [\Omega]}$$

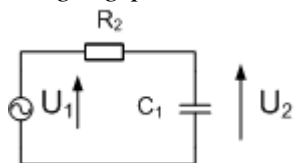
Legg merke til at det blir to stk R_1 , fordi det er to ledninger til ovnen. Hver ledning har R_1 .

Spenningen over ovnen er U_2 .

$$U_2 = \frac{U_1}{(R_o + 2 \cdot R_1)} \cdot R_o = \frac{220}{(48,4 + 9,0)} \cdot 48,4 = \underline{\underline{185,5 \text{ [V]}}}$$

Oppgave 2

a) Ta utgangspunkt i kretstegningen:



$$R_2 = 10 \text{ K}\Omega, \quad C_1 = 100 \text{ nF}$$

1) Hva heter denne kretsen?

Dette er et lavpass-filter (LP filter)

2) Hva blir grensefrekvensen?

For å finne grensefrekvensen setter vi opp uttrykket U_2/U_1 :

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{Z_c}{Z_c + R_2} = \frac{\frac{1}{j2\pi f C_1}}{\frac{1}{j2\pi f C_1} + R_2} = \frac{1}{j2\pi f R_2 C_1 + 1}$$

Grensefrekvensen f_g er der hvor imaginærdelen og realdelen er like store:

$$2\pi f_g R_2 C_1 = 1 \Rightarrow f_g = \frac{1}{2\pi R_2 C_1} = \frac{1}{2\pi \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = \frac{10^3}{6,28} = \underline{\underline{159 \text{ [Hz]}}}$$

3) Lag en tabell over U_2/U_1 , både dempning og fase, for 5 forskjellige frekvenser: $0,1 \cdot f_g$, $0,5 \cdot f_g$, $1,0 \cdot f_g$, $2,0 \cdot f_g$, og $10,0 \cdot f_g$. Ta også med hvordan utregningen gjøres, på minst en av frekvensene

Setter opp uttrykket for frekvensresponsen:

$$\text{Amplituden: } A(f) = \left| \frac{U_2}{U_1} \right| = \frac{1}{\sqrt{(2\pi f R_2 C_1)^2 + 1^2}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{f}{f_g}\right)^2 + 1^2}}$$

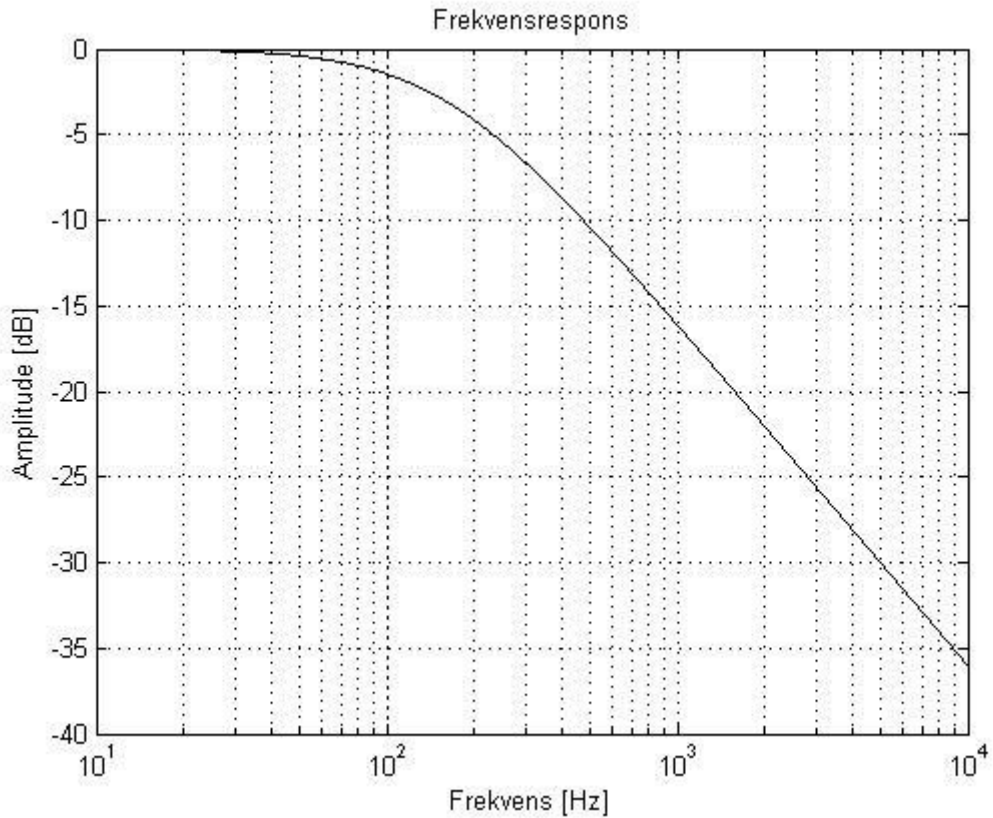
Setter inn i dette uttrykket. For eksempel for $f = 1,0 \cdot f_g$. Det gir

$$\left| \frac{U_2}{U_1} \right| = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{f}{f_g}\right)^2 + 1^2}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1,0 \cdot f_g}{f_g}\right)^2 + 1^2}} = \frac{1}{\sqrt{1^2 + 1^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707$$

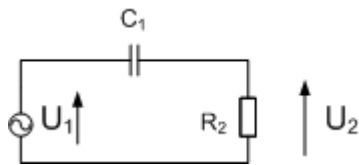
$$\Rightarrow 20 \cdot \log 0,707 = -3,01 \text{ [dB]}$$

Frekvens [Hz]	A(f)	A(f) [dB]
$0,1 \cdot f_g$	0,9999	-0,00
$0,5 \cdot f_g$	0,894	-0,97
$1,0 \cdot f_g$	0,707	-3,01
$2,0 \cdot f_g$	0,447	-6,99
$10,0 \cdot f_g$	0,099	-20,04

- 4) Tegn opp kurveforløpet over dempningen, uttrykt i dB, på et semilogaritmisk papir (spør vaktene om dette papiret. Husk å skrive ditt kandidatnummer på dette semilogaritmiske papiret. Det er tilstrekkelig å levere et slikt ark. Kopien til sensor gjøres av administrasjonen).



- b) Anta nå at du har denne krets, hvor R_2 og C_1 har byttet plass:



Utleid formelen U_2/U_1 .

Impedansen i kondensatoren er $Z_C = 1 / j2\pi f C_1$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2}{Z_C + R_2} = \frac{R_2}{\frac{1}{j2\pi f C_1} + R_2} = \frac{j2\pi f R_2 C_1}{j2\pi f R_2 C_1 + 1}$$

- c) Hva menes med en kondensators kapasitans? Forklar også virkemåten til en kondensator, og hva som er forskjellene mellom en kondensator med stor, og en med liten kapasitans.

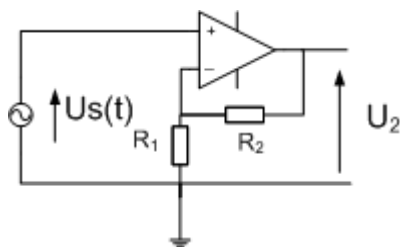
Kapasitansen i en kondensator angir hvor stor ladning den kan ha per volt. Altså $C = Q / U$. Mengden ladning er gitt av kondensatorverdien C , multiplisert med spenningen U over kondensatoren. For en gitt spenning, vil en stor kondensator ha mer ladning enn en liten kondensator.

Hvor lang tid en utlading av kondensatoren tar, er gitt av hvor mye ladning det er i den. Det tar lenger tid å tømme en kondensator for ladning, jo mer ladning det er i den. Det virker som om den holder ladningen lenger. Hvor fort den utlades, er gitt av strømmen på ladningen ut av kondensatoren. Strømmen er gitt av motstanden R i utladningskretsen. Liten R , mer strøm, forttere utlading. Hastigheten på utladningen er altså gitt av både C verdien (hvor mye ladning) og R verdien (hvor stor strøm). $R \cdot C$ kalles tidskonstanten, og sier hvor fort kondensatoren blir utladet.

En liten kondensator, blir tappet raskt for ladning, fordi det er ikke så mye ladning i den.

- d) Anta at du har en sensor som gir ut et spenningsignal $u_s(t)$. Denne spenningen kan variere mellom 0,0 mV og 3,0 mV. Dette signalet skal kobles til en ADC på en datamaskin, som tar spenninger mellom 0,0 V til 5,0 V. Du må da sette inn en forsterker mellom sensoren og ADC'en? Lag kretstegning av denne forsterkeren, og ta med alle beregningene. Det skal være et ubalansert system.

Lager en ikke-inverterende forsterker.



Det må være en forsterkning på : $5,0 \text{ V} / 0,003 \text{ V} = 1666$ ggr.

I den ikke-inverterende forsterkeren, er forsterkningen, A , gitt av:

$$U_2/U_s = 1 + (R_2/R_1) = 1666$$

$$R_2/R_1 = 1665$$

$$R_2 = 1665 \cdot R_1$$

Velger for eksempel $R_1 = 1,0 \text{ K}\Omega$

Det gir $R_2 = 1665 \cdot 1,0 \text{ K}\Omega = 1,665 \text{ M}\Omega$

Oppgave 3

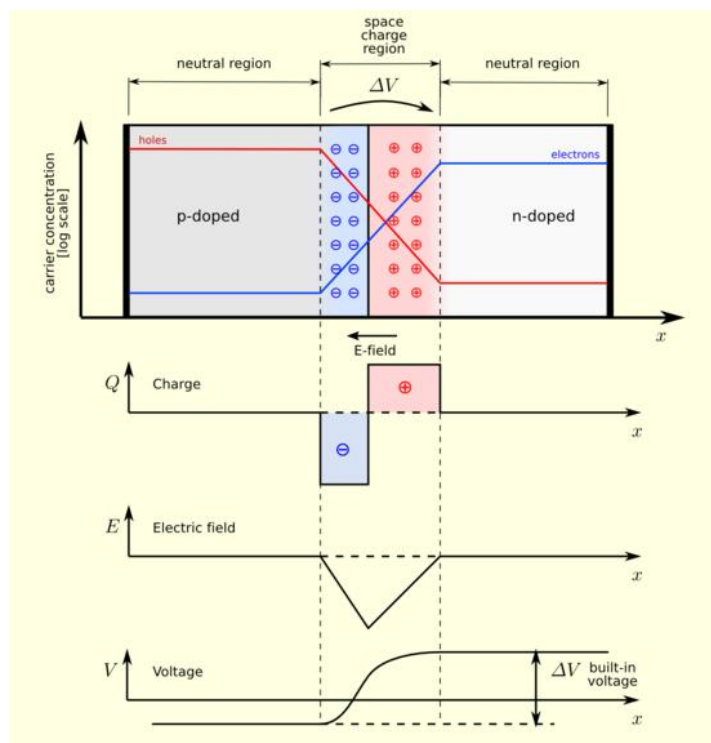
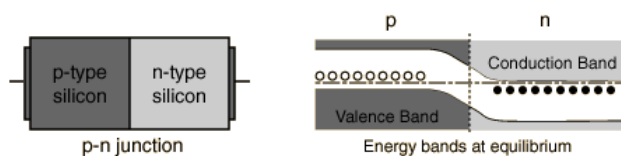
a) Forklar virkemåten for en diode.

En diode er en PN-overgang, som er et p-material og n-materiale som er satt sammen.

En p-type halvleder er en halvleder som er dopet med et materiale som har 3 elektroner i sitt ytterste skall. Her blir det altså manko på et elektron for at det ytterste skallet skal være fylt opp. Dette elektronet som mangler kan man se på som et positivt "hull". Hvert fremmedatom vil altså inngå i bindingen og skape et hull, som er en positiv ladningstransportør. Vi får da mange frie hull i en p-type halvleder

En n-type halvleder er en halvleder som er dopet med et materiale som har 5 elektroner i sitt ytterste skall. Her blir det altså et elektron for mye. Dette elektronet er fritt og kan bevege seg rundt omkring. Vi får da mange frie elektroner i en n-type halvleder.

I overgangen mellom de to materialene danner det seg et spenningsjikt som må overvinnnes før strømmen kan gå. Dette spenningsjiktet overvinnnes hvis det tilkobles en pluss-spenning på p-materialet, og en negativspenning på n-materialet. Spenningsjiktet hadde økt hvis polariteten hadde vært motsatt, og da ville det ikke gå noen strøm.



Årsaken til at det blir et spenningsjikt er at p-materialet har et hull, eller et elektron for lite (som er et "hull") til å fylle opp det ytterste elektron-skallet. N-materialet har et elektron for mye i det ytterste elektron-skallet. Dette blir da et fritt elektron. Da p- og n-materialet kommer nær hverandre vil overskuddselektronene fra n-materialet fylle hullene i p-materialet. Dette skjer kun i et lite område rundt sjiktet, og ikke i hele materialet fordi potensialforskjellen som bygger seg opp vil hindre elektronene, som er lenger ifra sjiktet, å bevege seg mot sjiktet. Årsaken til at det blir en potensialforskjell er at n- og p-materialene i utgangspunktet er nøytrale. Når elektronene går til p-materialet, får p-materialet en negativ ladning, og n-materialet en positiv ladning. Når så p-materialet får en positiv spenningskilde tilkoblet vil den ta minke den negative ladningen på p-materialet. Tilvarende skjer i n-materialet, som blir tilkoblet en negativ spenning. Når spenningsforskjellen mellom p og n er kommet opp i 0,7 V, er det nok til at potensialforskjellen mellom sjiktet er tilnærmet null, og strøm vil gå.

- b) Du skal finne bølgelengden λ på et lys. Du gjør det ved å sende lyset gjennom et gitter, slik at du får et interferensmønster på en skjerm bak gitteret. Anta at avstanden mellom gitteret og skjermen er 5,00 m. Avstanden mellom 0.orden og 1.ordens maksima på skjermen er 50,0 cm. Gitteret har 300 linjer/mm. Hvor stor er bølgelengden λ ?

Finner først vinkelen θ mellom 0. og 1. orden:

$$\theta = \tan^{-1}(0,50 / 5,00) = \tan^{-1}(0,10) = 5,71^\circ$$

Bruker så interferensformelen $d \cdot \sin \theta_n = n \cdot \lambda$, for å finne bølgelengden λ :

For 1.orden er $n=1$. Finner $d = 1[\text{mm}] / 300 = 3,33 \cdot 10^{-6} [\text{m}]$

Det gir: $\lambda = d \cdot \sin \theta = 3,33 \cdot 10^{-6} \cdot \sin(5,71^\circ) [\text{m}] = 0,331 \cdot 10^{-6} [\text{m}] = \underline{331 [\text{nm}]}$

Litt kjemi:

- c) Hva er forskjellene på ionebinding og kovalent binding?

Ofte så ønsker atomene å fylle opp sitt ytterste skall (i s og p orbitalene), slik at det blir 8 elektroner i ytterste skall (eller 2 hvis det bare er plass til s orbital i skallet). Dette kalles oktett-regelen.

Atomene kan da binde seg til hverandre, og dele på elektronene i det ytterste skallet, slik at det ytterste skallet blir fylt. En slik binding kalles **kovalent binding**.

Nå er det også slik at de forskjellige atomene har forskjellig tiltrekningskraft på sine elektroner. Dette kalles «elektronegativitet», og uttrykkes med et tall. Jo større tall, jo sterkere holder det på sine elektroner.

Hvis atomer med forskjellig elektronegativitet binder seg til hverandre, vil det atomet med størst elektronegativitet, trekke til seg elektrone(t)(ene) fra det andre atomet. De ytterste elektronene, som deltar i delingen, vil da være mer rundt atomet med størst elektronegativitet. Det atomet blir da mer negativt, fordi de ekstra elektronene er mer rundt den. Det andre atomet vil da være mer positivt. Dette blir da en **polar kovalent binding**. Hvor stor polariteten er, er gitt av forskjellen i elektronegativitetene for atomene. Hvis

atomene har lik elektronegativitet, deles elektronene likt, og det er en ren kovalent binding. Hvis forskjellen i elektronegativitet er mer enn 1,7, er polariteten så stor, at vi kaller det **ionebinding**. Man kan da se for seg at det ene atomet (med svakest elektronegativitet) «helt» gir fra seg de ytre elektronene, og blir et positivt ion. Det andre elektronet, som «helt» tar til seg elektronene, blir et negativt ion. Her vil også en del av bindingen utgjøres av polariteten. Ulike poler tiltrekker hverandre.

Bindinger mellom atomer med forskjell i elektronegativitet mellom 0 og 1,7, kalles polare kovalente bindinger.

d) *Hva er formelvekten for Fe_2O_3 ?*

Slår opp i den periodiske tabellen, og finner atommassen for: Fe = 55,845u, O = 15,9994u
Formelvekten er uten benevnning. Det gir:
 $2 \cdot 55,845 + 3 \cdot 15,9994 = 111,690 + 47,9982 = 159,688 = \underline{159,7}$

e) *Hvor mange mol er det i 1,00 Kg $CaCO_3$?*

Finner først vekten til 1 mol $CaCO_3$. Det er formelvekten, med benevnelse g (gram):
Slår opp i den periodiske tabellen, og finner atommassen for:
Ca = 40,078u, C = 12,0107u, O = 15,9994u. Det gir formelvekten:
 $40,078 + 12,0107 + 3 \cdot 15,9994 = 100,0869$

1 mol $CaCO_3$ har massen 100,0869 g. Antal mol i 1,00 kg $CaCO_3$ er da:
 $1,00 / 0,1000869 = 9,991 \text{ mol} \approx \underline{10,0 \text{ mol}}$

f) *Hvilke av de to kobbermineralene: kobberkis ($CuFeS_2$) og kobberglans (Cu_2S) inneholder mest kobber? Angi hvor stor prosentdel det er av Cu i begge.*

Slår opp i den periodiske tabellen, og finner atommassen for:
Cu = 63,546u, Fe = 55,845u, S = 32,066u

I kobberkis $CuFeS_2$:
 $63,546 + 55,845 + 2 \cdot 32,066 = 183,523$
Prosentdelen av kobber i kobberkis: $(63,546 / 183,523) \cdot 100 = \underline{34,63 \% \text{ Cu}}$

I kobberglans Cu_2S :
 $2 \cdot 63,546 + 32,066 = 127,092 + 32,066 = 159,158$
Prosentdelen av kobber i kobberglans: $(127,092 / 159,158) \cdot 100 = \underline{79,85 \% \text{ Cu}}$

Det er mest kobber i kobberglans.

VEDLEGG

$$I = \frac{Q}{t}, \text{ hvor benevnelsen for } Q \text{ er [C], } t \text{ er [s] og } I \text{ er [A]}$$

$$R_l = \frac{\rho \cdot l}{A}, \text{ hvor } \rho \text{ for kobber er } 1,68 \cdot 10^{-8} \text{ [m} \cdot \Omega\text{]}, l \text{ er i [m], og } A \text{ er i [m}^2\text{]}$$

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

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \cdot \frac{A}{l} \quad \text{hvor } \epsilon_0 = 8,8452 \cdot 10^{-12} \text{ F/m,}$$

$$\text{Interferensformelen: } d \cdot \sin \theta_n = n \cdot \lambda$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} : \text{ Avogadros tall}$$

