

## Løsningsforslag til EKSAMEN

Emnekode: <b>ITD12011</b>	Emne: <b>Fysikk og kjemi</b>
Dato: <b>6. Mai 2016</b>	Eksamenstid: kl.: <b>9:00</b> til kl.: <b>13:00</b>
Hjelpemidler: <ul style="list-style-type: none"><li>• 4 sider (A4) (2 ark) med egne notater.</li><li>• Ikke-kommuniserende kalkulator.</li><li>• Gruppebesvarelse, som blir delt ut på eksamensdagen til de som har fått den godkjent</li></ul>	Faglærer:  Erling Strand
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.  <i>Oppgavesettet består av 3 oppgaver. Alle spørsmål på oppgavene skal besvares, og alle spørsmål teller likt til eksamen.</i>	
Sensurdato: 30. Mai 2016 Karakterene er tilgjengelige for studenter på studentweb senest dagen etter oppgitt sensurfrist. Følg instruksjoner gitt på: <a href="http://www.hiof.no/index.php?ID=7027">http://www.hiof.no/index.php?ID=7027</a>	

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

## Oppgave 1

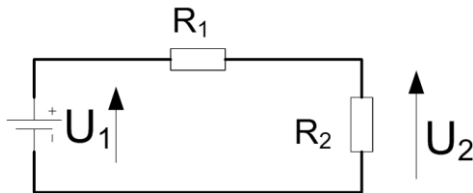
a) *Atomer kategoriseres i grunnstoffer. Hva har atomene som er samme grunnstoff til felles?*

Alle atomer som er samme grunnstoff har like mange protoner i kjernen.

b) *Et grunnstoff kan ha flere isotoper. Hva er forskjellen mellom de forskjellige isotopene i et grunnstoff?*

En isotop av et grunnstoff er gitt av antall nøytroner i kjernen. Så forskjellige isotoper av et grunnstoff har forskjellig antall nøytroner. Antall protoner er det samme for alle isotopene av et grunnstoff.

c) *Gitt følgende krets:*



Spenningen  $U_1 = 10,0 \text{ V}$ , motstandene  $R_1 = 50 \Omega$  og  $R_2 = 200 \Omega$ .

1) *Hvor stor er strømmen  $I$ , som går igjennom motstandene?*

$$I = \frac{U_1}{(R_1 + R_2)} = \frac{10,0[\text{V}]}{(50 + 200)[\Omega]} = \underline{\underline{40,0 [\text{mA}]}}$$

2) *Hvor stor er spenningen  $U_2$ ?*

$$U_2 = I \cdot R_2 = 40,0 \cdot 10^{-3} \cdot 200 = \underline{\underline{8,0 [\text{V}]}}$$

3) *Hvor stor er effekten  $P$  i  $R_2$ ?*

$$P = I \cdot U_2 = 40,0 \cdot 10^{-3} \cdot 8,0 = 320 [\text{mW}] = \underline{\underline{0,32 [\text{W}]}}$$

4) *Hvor stor energi blir utviklet i  $R_2$ , hvis effekten er på i 1,0 minutt?*

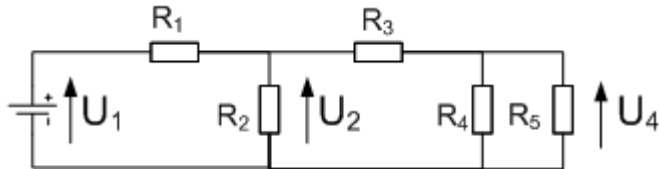
$$E = P \cdot t = 0,32 \cdot 60,0 [\text{W} \cdot \text{s}] = \underline{\underline{19,2 [\text{J}]}}$$

5) *Hva blir temperaturen  $t_2$  i  $R_2$ , når effekten er på i 1,0 minutt? Anta at all energien er varme-energi  $Q$ . Anta videre at det brukes en motstand  $R_2$  som veier  $m = 2,0 \text{ g}$  og med en spesifikk varmekapasitet  $c = 0,24 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ . Temperaturen i motstanden før strømmen blir satt på er  $t_1 = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$*

$$\Delta t = \frac{Q}{c \cdot m} = \frac{19,2 [J]}{240 \cdot 0,002 \left[ \frac{J}{K} \right]} = 40,0 [K]$$

Temperaturen øker 40 K. Da utgangstemperaturen  $t_2$  var  $20,00^\circ\text{C}$ , blir temperaturen i  $R_2$  lik  $20,00 + 40,0 = \underline{\underline{60,0^\circ\text{C}}}$

d) Gitt følgende krets:



Spenningen  $U_1 = 25,0 \text{ V}$ , motstandene  $R_1 = 2200 \ \Omega (= 2\text{K}2)$ ,  $R_2 = 1000 \ \Omega$ ,  $R_3 = 500 \ \Omega$ ,  $R_4 = 2000 \ \Omega (= 2 \text{K}\Omega)$ ,  $R_5 = 2500 \ \Omega (= 2\text{K}5)$ .

1) Hvor stor er spenningen  $U_2$ ?

$$R_{45} = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = \frac{2000 \cdot 2500}{2000 + 2500} = \frac{50000000}{4500} = 11111 \ \Omega$$

$$R_{345} = R_3 + R_{45} = 500 + 1111 = 1611 \ \Omega$$

$$R_{2345} = \frac{R_2 \cdot R_{345}}{R_2 + R_{345}} = \frac{1000 \cdot 1611}{1000 + 1611} = \frac{1611000}{2600} = 620 \ \Omega$$

$$U_2 = \frac{U_1}{R_1 + R_{2345}} \cdot R_{2345} = \frac{25,0 [V] \cdot 620 [\Omega]}{(2200 + 620) [\Omega]} = \frac{15500 [V \cdot \Omega]}{2820 [\Omega]} = \underline{\underline{5,5 [V]}}$$

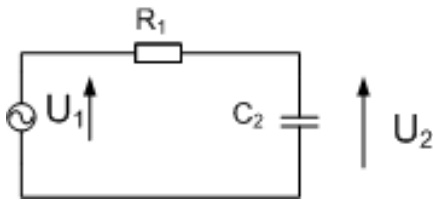
2) Hvor stor er strømmen  $I_3$ , som går igjennom motstand  $R_3$ ?

$$I_3 = \frac{U_2}{R_{345}} = \frac{5,5 [V]}{1611 [\Omega]} = \underline{\underline{3,4 [mA]}}$$

3) Hvor stor er spenningen  $U_4$ ?

$$U_4 = I_3 \cdot R_{45} = 3,4 \cdot 10^{-3} \cdot 1111 = \underline{\underline{3,8 [V]}}$$

e) Gitt følgende krets:



1) Utled uttrykket for  $U_2/U_1$ . Under utledningen skal du innføre grensefrekvensen  $f_G$ , som skal inngå i sluttsvaret?

$$U_2 = I \cdot Z_C \quad I = \frac{U_1}{R_1 + Z_C}$$

$$U_2 = \frac{U_1 \cdot Z_C}{R_1 + Z_C}$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{Z_C}{R_1 + Z_C} = \frac{\left( \frac{1}{j2\pi f \cdot C_2} \right)}{\left( R_1 + \frac{1}{j2\pi f \cdot C_2} \right)} = \frac{1}{1 + j2\pi f \cdot C_2 R_1}$$

Grensefrekvensen  $f_G$  er den frekvensen hvor Realdelen er lik Imaginærdelen i uttrykket.  
Dvs:

$$2\pi f_G C_2 R_1 = 1$$

$$f_G = 1/2\pi C_2 R_1$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{1 + j \cdot \left( \frac{f}{f_G} \right)}$$

2) Hva blir uttrykket for grensefrekvensen  $f_G$  i denne kretsen? Regn også ut hva grensefrekvensen blir i denne kretsen, hvis  $C_1 = 10 \text{ nF}$  og  $R_2 = 5000 \Omega$ . ( $n=10^{-9}$ )

Uttrykket for grensefrekvens blir som beskrevet i oppgaven over:  $f_G = 1/2\pi C_2 R_1$

$$f_G = \frac{1}{2\pi \cdot C_2 \cdot R_1} = \frac{1}{2\pi \cdot 10 \cdot 10^{-9} \cdot 5000} = \frac{1}{\pi \cdot 10^{-5}} = \frac{10^4}{\pi} = \underline{\underline{3183 [Hz]}}$$

- 3) Regn ut  $20 \cdot \log_{10}(U_2/U_1)$  i figuren over, og tegn resultatet opp på et halvlogaritmisk papir. De skal minimum tegne kurven fra frekvensområdet  $0,1 \cdot f_G$  til  $10 \cdot f_G$ . Bruk grensefrekvensen du brukte i oppgaven over. – Husk å skrive ditt studentnummer på det halvlogaritmiske papiret!

Finner først uttrykket for tallverdien av  $U_2/U_1$ :

$$\left| \frac{U_2}{U_1} \right| = \frac{1}{\sqrt{1^2 + \left( \frac{f}{f_G} \right)^2}}$$

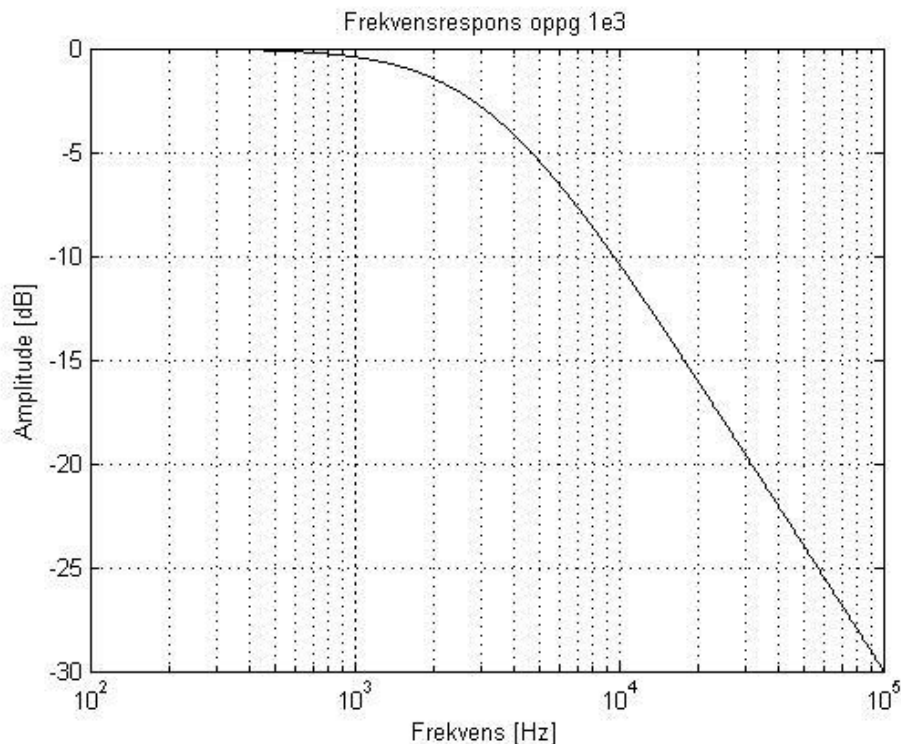
Setter inn i dette uttrykket, forskjellige verdier for f. For eksempel for  $f=1,0 \cdot f_G$  blir

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

Regner deretter ut  $20 \cdot \log 0,707 = -3,01$  [dB]

Regner ut for flere verdier av f, og setter de opp i en tabell:

Frekvens	$U_2/U_1$	$U_2/U_1$ [dB]	Frekvens [Hz]
$0,1 \cdot f_G$	0,995	-0,04	318
$0,5 \cdot f_G$	0,894	-0,97	1592
$1,0 \cdot f_G$	0,707	-3,01	3183
$2,0 \cdot f_G$	0,447	-6,99	6366
$10,0 \cdot f_G$	0,099	-20,04	31830

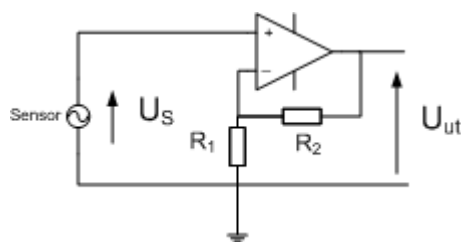


## Oppgave 2

- a) Du skal forsterke et signal fra en sensor. Sensoren gir ut en spenning som varierer mellom 0,0 mV og 100 mV. Utgangen fra forsterkeren skal kobles inn til en ADC, som går fra 0,0 V til 5,0 V. Finn ut forsterkningen, og lag en kretstegning av forsterkeren. Regn også ut motstandsverdiene

Forsterkningen må være:  $5,0[V] / 0,1[V] = 50,0$  ggr

Må her bruke en ikke-inverterende forsterker:



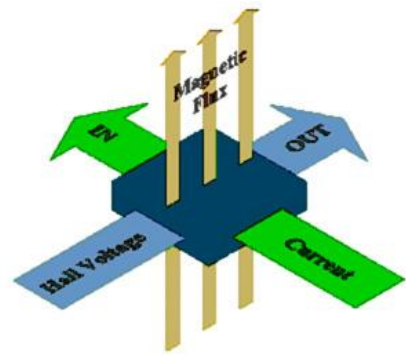
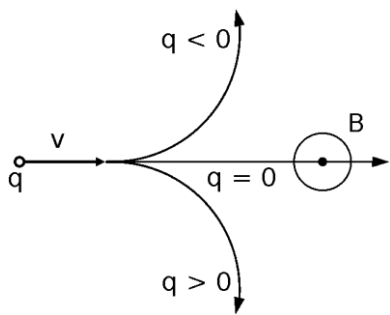
$$\frac{U_{ut}}{U_S} = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 50,0$$

Velger (f.eks)  $R_1 = 1K8$ . Det gir

$$R_2 = 49,0 \cdot R_1 = 49,0 \cdot 1800 \Omega = 88,2 \text{ K}\Omega = \underline{\underline{88K2}}$$

- b) Du skal måle det magnetiske B-feltet ved hjelp av en Hall-effekt sensor. Beskriv hvordan en slik Hall-effekt sensor virker. I din beskrivelse bør du også nevne og beskrive Lorentz kraften.

En Halleffekt sensor måler magnetfeltet. Den baserer seg på Lorentz kraften, som virker på en ladning i bevegelse, i et magnetfelt. I figuren under til venstre, peker B feltet ut av skjermen (papiret). Hvis ladningen q er negativ, for eksempel et elektron, vil kraften virke oppover.

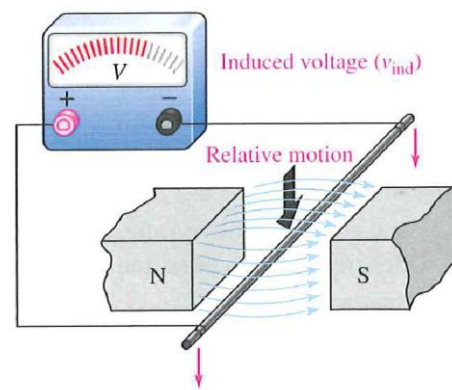


Figuren over til høyre viser prinsippet for en Hall effekt sensor. Det brukes et halvleder element, som det sendes strøm igjennom. Strøm er elektroner i bevegelse. Når dette elementet er i et magnetfelt, vil det magnetfeltet påvirke elektronene, slik at de bøyer av. Dette skyldes Lorentz kraften. Denne avbøyingen gjør at det blir flere elektroner på den ene siden av halvleder elementet, og flere hull på den andre siden. Dette blir en spenning. Jo sterkere magnetfelt det er, jo mer avbøyes elektronene (og hullene), slik at spenningen blir proporsjonal med styrken i magnetfeltet.

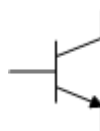
- c) Anta at du har en ledning som beveger seg i et B-felt. Hvor stor spenning blir induisert hvis det magnetiske feltet  $B = 5,0 \text{ [T]}$  og farten til ledningen er  $10,0 \text{ [m/s]}$ . Lengden av ledningen som beveger seg i magnetfeltet er  $30,0 \text{ [cm]}$ .

Den induserte spenningen er gitt av

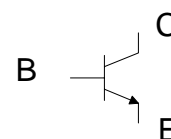
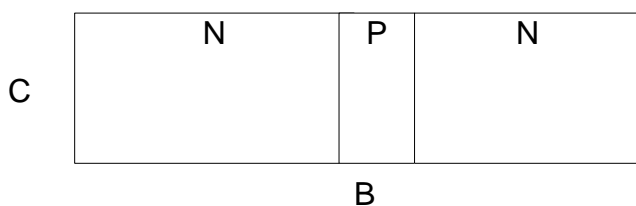
$$U_{\text{ind}} = B \cdot l \cdot v = 5,0 \cdot 0,3 \cdot 10,0 = \underline{15,0 \text{ [V]}}$$



- d) Beskriv hvordan en NPN transistor virker.

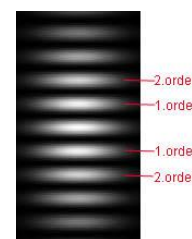


En NPN transistor består av to N-type halvledere som er skilt med en tynt P-type halvleder.



N-type halvleder har en stor konsentrasjon av negative bevegelige ladningsbærere (elektroner), og P-type halvleder har en stor konsentrasjon av positive bevegelige ladningsbærere (hull). Akkurat i overgangsonen mellom N og P (og P og N) vil hullene rekombinere med elektronene. Dette medfører at i et lite område rundt PN overgangen er det nesten tømt for frie ladningsbærere. Det blir en potensialbarriere mellom N- og P-type. Hvis man påtrykker en positiv spenning på P-typen (B), i forhold til den ene N-typen (E), som er større enn potensialbarrieren (0,7 Volt) vil det gå en strøm i den PN-overgangen (BE). Dette fordi P-typen (B) hele tiden får påfyll av hull, og N-typen (E) får påfyll av elektroner. Hele tiden vil disse rekombinere i overgangen. Hvis nå den andre N-typen (C) blir tilkoblet en positiv spenning, som er høyere enn den positive spenningen på B, er denne PN-overgangen forspent i sperreretning. Denne positive ladningen, som denne N-type har, vil tiltrekke de elektronene som strømmer fra E inn i B, for P-laget er så tynt. Elektronene "ser" (føler) det positive område i den N-typen (C). Dette medfører at størstedelen av elektronene går inn i denne positiv ladede N-typen. Strømmen av elektroner fra E til C er større enn de elektronene som går til B. Vi får en strømforsterkning.

- e) Du skal finne bølgelengden  $\lambda$ , på et lys. Du sender lyset gjennom et gitter, og får et interferensmønster på en skjerm som er plassert 1,0 m bak gitteret. Avstanden mellom de to lysmaksima av 1.orden er 36,0 cm. Anta at det brukes et gitter på 400 linjer/mm. Hva er bølgelengden på lyset?



$$\text{Gitterkonstanten } d = 0,001 / 400 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ [m]}$$

Avstanden fra 0.orden til 1.orden er 18 cm

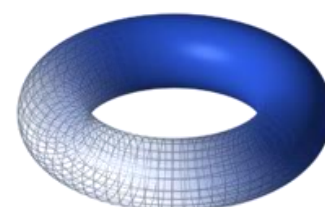
Vinkelen  $\theta_1$  kan da regnes ut:

$$\theta_1 = \tan^{-1} (0,18 / 1,0) = 10,2^\circ$$

Bruker interferensformelen for å regne ut bølgelengden på lyset:

$$\lambda = d \cdot \sin \theta_1 = 2,5 \cdot 10^{-6} \cdot \sin 10,2^\circ \text{ [m]} = 443 \cdot 10^{-9} \text{ [m]} = \underline{443 \text{ [nm]}}$$

- f) Regn ut den magnetiske motstanden i en ringformet, rund metallkjerne. Anta at  $\mu_r = 500$  i metallkjernen. Selve diameteren i metallkjernen er 10 mm, og diameteren i ringen er 250 mm.



Formelen for magnetisk motstand,  $\mathcal{R}$ , er gitt av

$$\mathcal{R} = \frac{l}{\mu_r \mu_0 A}$$

$$\text{Regner først ut } A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (0,005)^2 = 7,85 \cdot 10^{-5} \text{ [m}^2\text{]}$$



Regner så ut lengden  $l = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot \pi \cdot 0,125 \text{ [m]} = 0,785 \text{ [m]}$

Setter disse verdier inn i formelen, og regner ut den magnetiske motstanden:

$$R_m = \frac{l}{\mu_r \mu_0 A} = \frac{0,785 \text{ [m]}}{500 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \left[ \frac{\text{H}}{\text{m}} \right] \cdot 7,85 \cdot 10^{-5} \text{ [m}^2\text{]}} = \frac{0,785 \cdot 10^8}{4,935} \left[ \frac{1}{\text{H}} \right] = 15,9 \cdot 10^6 \left[ \frac{\text{At}}{\text{Wb}} \right]$$

*Obs: Den siste overgangen mellom benevnelsene er ikke gjennomgått, og kan heller ikke forvente at de kan det. Det er like riktig med hvilken som helst av de to benevnelsene her.*

- g) Anta at du vikler en ledning  $N=30$  ganger rundt denne metallkjernen. Du sender en strøm på  $I= 2,0 \text{ A}$  i denne ledningen. Hvor stort B-felt blir det i denne metallkjernen?

Bruker formlene:

$$\phi = \frac{F_m}{R_m} \quad B = \frac{\phi}{A}$$

$$B = \frac{\phi}{A} = \frac{F_m}{A \cdot R_m} = \frac{N \cdot I}{7,85 \cdot 10^{-5} \cdot 15,9 \cdot 10^6} = \frac{30 \cdot 2,0}{124,8 \cdot 10^1} = \underline{\underline{48,1 \text{ [mT]}}}$$

### Oppgave 3

- a) Hvor mange C atomer er det i et mol C?

I et mol C er det  $6,022 \cdot 10^{23}$  C atomer. Bruker Avogadros tall

- b) Hva er formelvekten for  $\text{CH}_3\text{OH}$  (metanol)?

$$\begin{array}{r} \text{C} = 12,0107 \\ + 4 \cdot \text{H} = 4,0317 \\ + \text{O} = 15,999 \\ \hline \text{Sum} = 32,0415 \end{array}$$

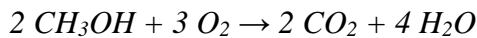
- c) Hvor stor masse har et mol  $\text{CH}_3\text{OH}$  (metanol)?

Massen til et mol får vi ved å sette g (gram) bak formelvekten  
Et mol  $\text{CH}_3\text{OH}$  har massen 32,042 [g]

- d) Hvor stor prosentdel O (oksygen) er det i  $\text{CH}_3\text{OH}$  (metanol)?

$15,999 / 32,0415 = 0,4993$  Det er 50% O (oksygen) i  $\text{CH}_3\text{OH}$  (metanol)

- e) Anta at metanol forbrenner. Hvor mye (hvilken masse)  $\text{CO}_2$  blir dannet hvis 2 mol  $\text{CH}_3\text{OH}$  (metanol) forbrenner? Gå ut fra denne balanserte reaksjonslikningen:



Når 2 mol  $\text{CH}_3\text{OH}$  forbrenner blir det dannet 2 mol  $\text{CO}_2$ , som har massen:

$$\begin{aligned} \text{C} &= 12,0107 \\ + 2 \text{O} &= 31,998 \\ \text{Sum} &= 44,0087 \text{ g/mol} \\ 2 \text{ mol} &\text{ blir } 2 \cdot 44,0087 \text{ g} = \underline{88,0 \text{ g CO}_2} \end{aligned}$$

- f) Anta at du har 1,0 liter metanol som forbrenner, i henhold til reaksjonslikningen over (i forrige punkt). Tettheten til metanol er  $0,791 \text{ g/cm}^3$ . Hvor mye masse  $\text{CO}_2$  blir dannet? Angi svaret i g.

1 ltr metanol har massen 791 g. Det er  $791 / 32 = 24,72$  mol metanol.

2 mol metanol gir 88,0 g  $\text{CO}_2$ . 24,72 mol gir da  $(24,72 / 2) \cdot 88,0 \text{ g} = \underline{1087,6 \text{ g CO}_2}$ .

- g) Gi en beskrivelse av kovalent binding.

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.

## VEDLEGG

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t \quad \text{hvor } \Delta t = t_2 - t_1$$

$$U_{\text{ind}} = B \cdot l \cdot v$$

$$\text{Lorentz kraften: } F = q \cdot (v \cdot B) + q \cdot E$$

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

$$i_c = C \cdot \frac{du}{dt}$$

$$\text{Reluktans: } R_m = \mathcal{R} = \frac{l}{\mu_r \mu_0 A} \quad \text{hvor } \mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m, } l \text{ er lengden, } A \text{ er arealet og } \mu_r \text{ er}$$

relativ permeabilitet

$$\text{Areal av en sirkel: } \pi \cdot r^2$$

$$\text{Omkrets av en sirkel: } 2 \cdot \pi \cdot r$$

$$\text{Magnetomotorisk spenning eller magnetomotorisk kraft: } F_m = N \cdot I$$

$$\text{Magnetisk fluks: } \phi = \frac{F_m}{R_m}$$

$$\text{Magnetisk flukstetthet: } B = \frac{\phi}{A}$$

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

