

Løsningsforslag til EKSAMEN

Emnekode: ITD12011	Emne: Fysikk og kjemi
Dato: 29. April 2014	Eksamenstid: kl.: 9:00 til kl.: 13:00
Hjelpemidler: <ul style="list-style-type: none">• 4 sider (A4) (2 ark) med egne notater.• Ikke-kommuniserende kalkulator.• Gruppebesvarelse, som blir delt ut på eksamensdagen til de som har fått den godkjent	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: 21. Mai 2014 Karakterene er tilgjengelige for studenter på studentweb senest dagen etter oppgitt sensurfrist. Følg instruksjoner gitt på: http://www.hiof.no/index.php?ID=7027	

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

Oppgave 1

a) *Hva er elektrisk strøm?*

Elektrisk strøm i en elektrisk ledning er en mengde ladning som passerer per tid i ledningen. Det kan uttrykkes matematisk: $I=Q/t$, hvor I er strømmen i Ampere, Q er ladning i Coulomb og t er tiden i sekund. En Coulomb er mengden ladning tilsvarende ladningen på $6,25 \cdot 10^{18}$ elementærladninger.

b) Hva er elektrisk spenning?

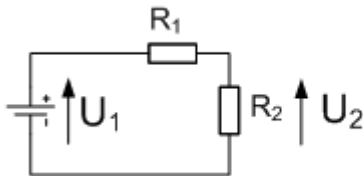
Elektrisk spenning er det arbeid som er nødvendig for å flytte en enhet positiv ladning fra et negativt punkt til et mer positivt punkt. Den har benevnelsen Volt. En Volt er Joule per Coulomb. Det kan uttrykkes matematisk $V=W/Q$, hvor V er spenningen i Volt, W er arbeidet, eller energien i Joule og Q er ladningen i Coulomb.

c) Hva er forskjellen på AC og DC spenning?

AC står for Alternating Current. Det vil si strøm som skifter retning. Hvis man fører på ordet spenning bak AC, blir det spenning som skifter polaritet. Denne spenningen varierer som en sinuskurve. En AC spenning uttrykkes ofte som $u(t)=u_1 \cdot \sin 2\pi ft$, hvor f er frekvensen og t er tiden. En AC spenning kalles ofte også vekselspenning. De to ledningene, som spenningen måles mellom, vil skifte mellom hvem som har positiv og negativ spenning, avhengig av tiden.

DC står for Direct Current. Det vil si strøm som går i en vei. Hvis man fører på ordet spenning bak DC, er det spenningen som har samme polaritet hele tiden. De to ledningene som spenningen måles mellom, vil hele tiden ha samme polaritet. Pluss ledningen vil hele tiden være pluss, i forhold til den andre ledningen, som da er negativ.

d) Gitt følgende krets:



Spenningen $U_1 = 10,0 \text{ V}$, motstandene $R_1 = 1000 \text{ } \Omega$ og $R_2 = 1500 \text{ } \Omega$

1) Hvor stor er spenningen U_2 ?

$$U_2 = \frac{U_1}{(R_1 + R_2)} \cdot R_2 = \frac{10,0 \text{ [V]}}{(1000 + 1500) \text{ [\Omega]}} \cdot 1500 \text{ [\Omega]} = 6,0 \text{ [V]}$$

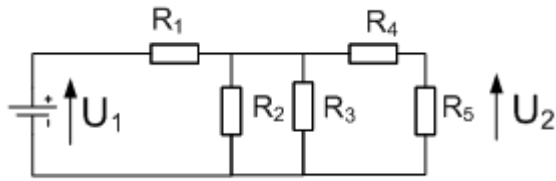
2) Hvor stor er strømmen I, som går igjennom motstandene?

$$I = \frac{U_1}{(R_1 + R_2)} = \frac{10,0 \text{ [V]}}{(1000 + 1500) \text{ [\Omega]}} = 0,004 \text{ [A]} = 4,0 \text{ [mA]}$$

3) Hvor stor er effekten i R_2 ?

$$P = U_2 \cdot I = 6,0 \text{ [V]} \cdot 0,004 \text{ [A]} = 24,0 \text{ [mW]}$$

e) Gitt følgende krets:



Spenningen $U_1 = 15,0 \text{ V}$, motstandene $R_1 = 1500 \ \Omega (= 1\text{K}5)$, $R_2 = 1000 \ \Omega$, $R_3 = 2000 \ \Omega$, $R_4 = 5000 \ \Omega (= 5 \text{K}\Omega)$, $R_5 = 4000 \ \Omega (= 4 \text{K}\Omega)$.

1) Hvor stor er spenningen U_2 ?

Finner da først R_{45} , som er seriekoblingen av R_4 og R_5 ;
 $R_{45} = R_4 + R_5 = (5000 + 4000) \ \Omega = 9000 \ \Omega$

Finner så parallell-koblingen av R_2 , R_3 og R_{45} , som vi kan kalle R_T :

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

$$R_T = \frac{R_{23} \cdot R_{45}}{R_{23} + R_{45}} = \frac{667 \cdot 9000}{667 + 9000} = \frac{6003000}{9667} = 621 \ [\Omega]$$

Nå kan vi finne U_{RT} :

$$U_{RT} = \frac{U_1 \cdot R_T}{R_1 + R_T} = \frac{15,0 \cdot 621}{1500 + 621} = \frac{9315}{2121} = 4,39 \ [\text{V}]$$

Nå kan vi finne U_2 :

$$U_2 = \frac{U_{RT} \cdot R_5}{R_4 + R_5} = \frac{4,39 \cdot 4000}{5000 + 4000} = \frac{17567}{9000} = 1,95 \ [\text{V}]$$

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

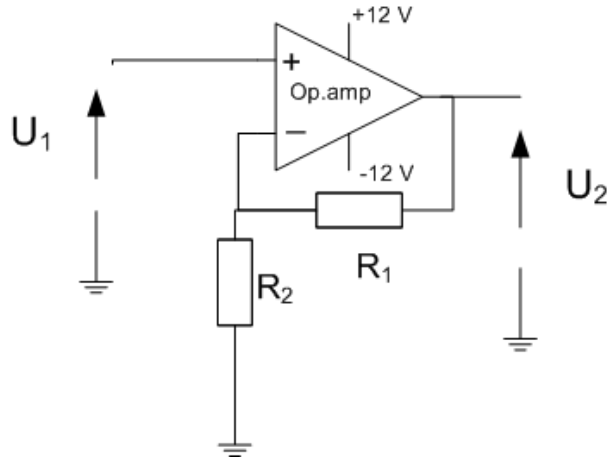
$$I_3 = \frac{U_{RT}}{R_3} = \frac{4,39}{2000} = 2,2 \ [\text{mA}]$$

f) Anta at du har en fuktighet-sensor som gir ut et spenningssignal i området fra $0,0 \text{ [mV]}$ til $15,0 \text{ [mV]}$. Denne sensoren skal kobles til en analog til digital konverter (ADC), som kan ta inngangsspenninger fra $0,0 \text{ V}$ til $5,0 \text{ V}$. Altså $FSR=5,0 \text{ V}$. Lag en kretstegning, og ta med alle beregninger for den forsterkeren du må sette imellom sensoren og ADC'en. Dette er et ubalansert system.

Finner først hvilken forsterkning A vi må ha:

$$A = 5,0 / 0,015 = 333 \text{ ggr}$$

Bruker en ikke-inverterende forsterker:



Forsterkningen U_2/U_1 kan finnes:

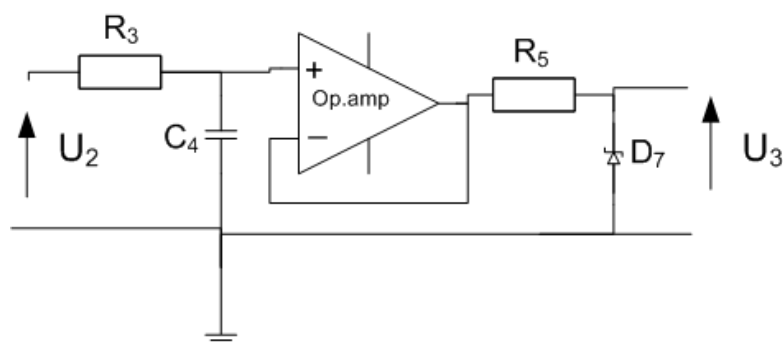
$$U_1 = \frac{U_2}{(R_1 + R_2)} \cdot R_2$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{(R_1 + R_2)}{R_2} = 1 + \frac{R_1}{R_2} = 333$$

$$R_1 = 332 \cdot R_2$$

Velger f.eks $R_2 = \underline{1,0 \text{ K}\Omega}$ Det gir $R_1 = \underline{332 \text{ K}\Omega}$

- g) Nå skal målesystemet med denne fuktighets-sensoren og forsterkeren utvides til også å ha et lavpass filter og sikkerhetskrets. Dvs at filteret og sikkerhetskretsen settes mellom forsterkeren og ADC'en. Ta også med nødvendige aktive komponenter, der det er behov for det (forsterker eller spenningsfølger etc.). Lag en kretstegning og regn ut alle komponentverdiene av filteret og sikkerhetskretsen. Filteret skal ha en grensefrekvens på 100 Hz og filteret skal lages ved å bruke en kondensator (ikke spole).



Lavpass filteret består av motstanden R3 og kondensatoren C4. Grensefrekvensen $f_g = 1/2\pi R_3 C_4 = 100$ [Hz]

Hvis vi velger $C_4 = 100$ [nF], blir

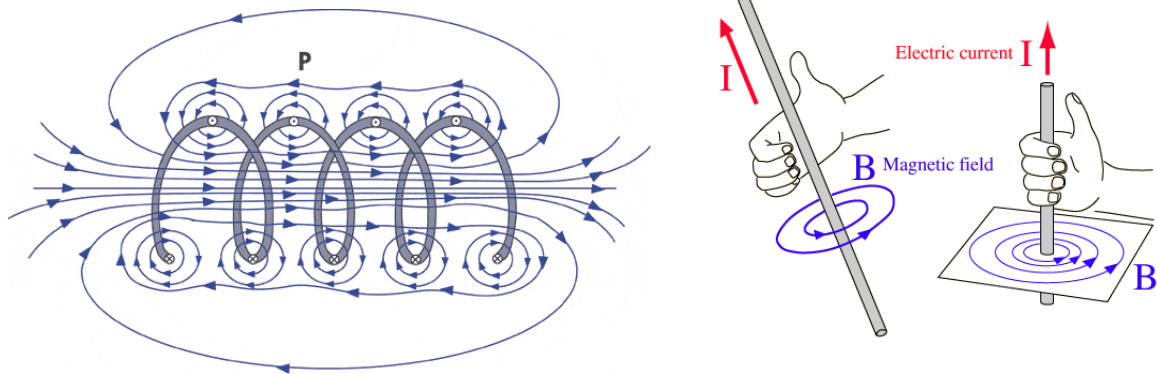
$$R_3 = 1/2\pi f_g C_4 = 1/2\pi \cdot 100 \cdot 100 \cdot 10^{-9} = 1/2\pi \cdot 10^{-5} = 0,159 \cdot 10^5 = 15,9 \cdot 10^3 [\Omega] = 15,9$$
 [KΩ]

Etter lavpass filteret settes det inn en spenningsfølger, slik at den etterfølgende sikkerhetskretsen ikke påvirker grensefrekvensen.

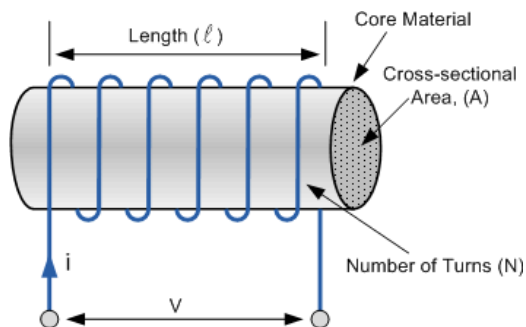
Sikkerhetskretsen består av zenerdioden D7, på 5,6 [V], og motstanden R5. Verdien på denne motstanden må være så stor at det ikke går for stor strøm gjennom zenerdioden. Nå er ikke maks effekt som dioden tåler oppgitt, så vi kan derfor heller ikke regne ut minimumsverdien på R5. Vi velger en motstand som er stor nok, f.eks. 10 [KΩ]

Oppgave 2

a) Beskriv virkemåten for en spole.



En spole dannes ved at en ledning, oftest av kobber, er viklet opp som en sylinder. Ledningen er isolert, slik at viklingene ikke berører hverandre elektrisk.



Når det går strøm gjennom en ledning, dannes det et B-felt rundt ledningen, slik som indikert i figuren over, til høyre. Når ledningen er viklet slik opp som en sylinder, vil B-feltet bli slik som i figuren over, til venstre. (Her er P i figuren B-feltet)

En spole har en induktans, som blir angitt i Henry. Benevnelsen er H. F.eks $L = 2 \mu\text{H}$

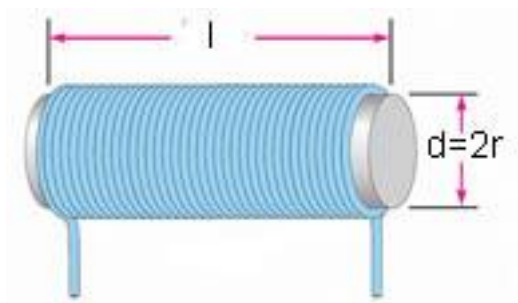
Induktansen er gitt av antall viklinger (N), lengden (l), arealet (A), permeabiliteten i materialet ($\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$):

$$L = \frac{\mu \cdot N^2 \cdot A}{l} \quad \text{Se figur over.}$$

Hvis strømmen i en spole blir forandret, vil spolen motsette seg det. Den vil da sette opp en egen spenning, slik at strømmen blir forsøkt opprettholdt. Størrelsen på denne spenningen er gitt av induktansen.

Impedansen (Z_L) i en spole er gitt av frekvensen og induktansen: $Z_L = j2\pi f \cdot L$

- b) Finn ut hvor stor induktivitet spolen under har. Benevnelsen er H (Henry), mH eller μH . Diameteren $d=1,0\text{ cm}$, lengden $l=5,0\text{ cm}$ og antall viklinger $N=150$. Anta at den relative permeabiliteten for materialet i kjernen er 50.



Kjernes areal, $A=\pi\cdot r^2=\pi\cdot(0,005^2)=7,85\cdot 10^{-5}\text{ m}^2$

Størrelsen på spolen er gitt av:

$$L = \frac{N^2 \mu_r \mu_0 A}{l} = \frac{150^2 \cdot 50 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \pi \cdot 0,005^2 \left[\frac{\text{H}}{\text{m}} \right] \cdot \left[\text{m}^2 \right]}{0,05 \left[\text{m} \right]}$$

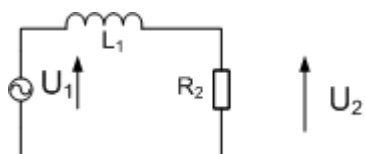
$$L = \frac{1110,33 \cdot 10^{-7}}{0,05} \left[\text{H} \right] = 22206 \cdot 10^{-7} \left[\text{H} \right] = 2,22 \left[\text{mH} \right]$$

- c) Impedansen i en spole er gitt av $Z=j\pi 2fL$

Hva står bokstavene j , f og L for?

« f » er frekvensen, « L » er induktansen og « j » er imaginær indikator

- d) Ta utgangspunkt i kretstegningen:



$$R_2 = 10\text{ K}\Omega, L_1 = 2,22\text{ mH} = 2220\text{ }\mu\text{H}$$

- 1) Hva heter denne kretsen?

Dette er et lavpass filter

2) Utled formelen for U_2/U_1 .

Tar utgangspunkt i at spolens impedans Z kan uttrykkes med $Z=j\pi 2fL$

$$U_2 = \frac{U_1}{(Z_L + R_2)} \cdot R_2$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2}{Z_L + R_2} = \frac{R_2}{j2\pi f L_1 + R_2} = \frac{1}{j2\pi f \cdot \frac{L_1}{R_2} + 1}$$

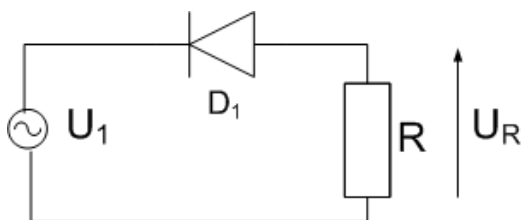
3) Hva blir grensefrekvensen?

Grensefrekvensen f_g er den frekvensen hvor imaginærdelen = realdelen

$$2\pi f_g \frac{L_1}{R_2} = 1 \quad \Rightarrow$$

$$f_g = \frac{R_2}{2\pi L_1} = \frac{10 \cdot 10^3}{2\pi \cdot 2,22 \cdot 10^{-3}} [\text{Hz}] = 0,717 \cdot 10^6 [\text{Hz}] = 717 [\text{KHz}]$$

e) Gitt følgende krets:



U_1 er en sinusformet spenning, med en peak-to-peak verdi på $U_{1pp} = 5,0 \text{ V}$. Lag en (målsatt) tegning av U_1 og U_R (i samme tegning). Ta med en periode i din tegning.

U_R er null når U_1 er positiv, og $0,7 \text{ V}$ over U_1 når U_1 er negativ. (Kurven skal tegnes)

Oppgave 3

a) 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 $1,00 \text{ m}$. Avstanden mellom 0.orden og 1.ordens maksima på skjermen er $20,0 \text{ cm}$. Gitteret har 300 linjer/mm . Hvor stor er bølgelengden λ ?

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

$$\theta = \tan^{-1}(0,20 / 1,00) = \tan^{-1}(0,20) = 11,31^\circ$$

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

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

$$\text{Det gir: } \lambda = d \cdot \sin\theta = 3,33 \cdot 10^{-6} \cdot \sin(11,31^\circ) [\text{m}] = 0,653 \cdot 10^{-6} [\text{m}] = \underline{653 [\text{nm}]}$$

Litt kjemi:

b) *Hvor stor prosentdel O er det i C₂H₆O?*

Slår opp i den periodiske tabellen og finner atomvekten for:

O= 16,00 , C= 12,01 , H= 1,00

Vekten for C₂H₆O blir: $2 \cdot 12,01 + 6 \cdot 1,00 + 16,00 = 46,02$

O sin vekt i forhold til dette er: $16,00/46,02 = 0,35$.

Det er 35% O i C₂H₆O.

c) *Hva er formelvekten for H₂O?*

Slår opp i den periodiske tabellen og finner atomvekten for:

O= 16,00 , H=1,00

Formelvekten for H₂O blir da: $2 \cdot 1,00 + 16,00 = 18,00$

d) *Hva er formelvekten for NaCl?*

Slår opp i den periodiske tabellen og finner atomvekten for:

Na= 22,99 , Cl=35,45

Formelvekten for NaCl blir da: $22,99 + 35,45 = 58,44$

e) *Hvor stor masse har et mol NaCl?*

Massen til et mol av et stoff er gitt av formelvekten med benevnelsen gram bak. På bakgrunn av forrige oppgave, der vi fant formelvekten for NaCl = 58,44, finner vi massen til et mol NaCl = 58,44 [g]

f) *Fysiologisk saltvann inneholder 0,154 mol NaCl per liter. Hvor mange gram salt (NaCl) er det i en liter fysiologisk saltvann?*

Massen av et mol NaCl = 58,44 g.

Da blir massen av 0,154 mol NaCl = $0,154 \cdot 58,44 \text{ g} = 9,00 \text{ g}$

Det er altså 9,00 gram salt i en liter fysiologisk saltvann.

VEDLEGG

$$L = \frac{N^2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot A}{l} = \frac{N^2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \pi \cdot r^2}{l}$$

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} [H/m]$$

Interferensformelen: $d \cdot \sin \theta_n = n \cdot \lambda$

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

