

Løsningsforslag til

EKSAMEN

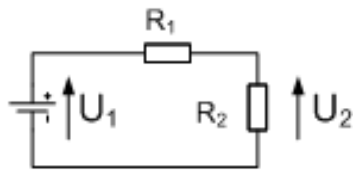
Emnekode: ITD12011	Emnenavn: Fysikk og kjemi
Dato: 30 April 2019	Eksamenstid: 9:00 til 13:00
Hjelpemidler: <ul style="list-style-type: none">• 4 sider (A4) (2 ark) med egne notater.• Ikke-kommuniserende kalkulator.• Gruppebesvarelse, som blir delt ut på eksamensdagen til de som har fått den godkjent	Faglærer: Erling P. Strand
Om eksamensoppgaven og poengberegning: <p>Oppgavesettet består av tittelside, 4 sider med oppgaver og 2 sider med vedlegg, totalt 7 sider. Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare oppgaven.</p> <p>Oppgavesettet består av 3 oppgaver. Alle spørsmål på oppgavene skal besvares, og alle spørsmål teller likt i bedømmingen av eksamen.</p>	
Sensurfrist: 21. mai 2019 Karakterene er tilgjengelige for studenter i Studentweb www.hiof.no/studentweb	

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



Oppgave 1

a) Gitt følgende krets:



$U_1 = 5,0 \text{ V}$, $R_1 = 1,0 \text{ k}\Omega$ (1000Ω) og $R_2 = 680 \Omega$

I. Hvor stor er strømmen I , som går igjennom motstanden R_1 ?

$$I = \frac{U_1}{(R_1 + R_2)} = \frac{5,0 \text{ [V]}}{(1000 + 680) [\Omega]} = 2,98 \text{ [mA]} = 3,0 \text{ [mA]}$$

II. Hvor stor er spenningen U_2 ?

$$U_2 = I \cdot R_2 = 3,0 \cdot 10^{-3} \cdot 680 = 2,0 \text{ [V]}$$

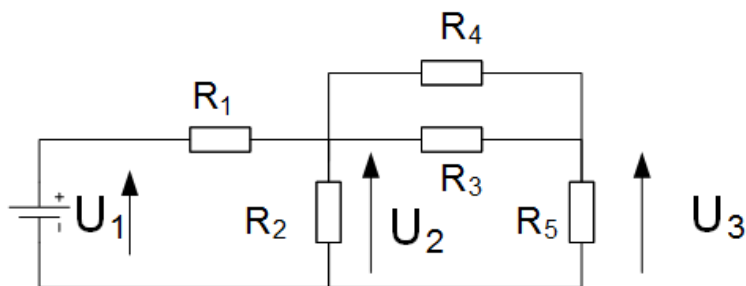
III. Hvor stor er effekten i R_2 ?

$$P = U_2 \cdot I = 2,0 \text{ [V]} \cdot 3,0 \text{ [mA]} = 6,0 \text{ [mW]}$$

IV. Hvor stor energi blir utviklet i R_2 , hvis effekten er på i 10,0 minutter?

$$E = P \cdot t = 6,0 \text{ [mW]} \cdot 10,0 \cdot 60 \text{ [s]} = 3,6 \text{ [J]}$$

b) Gitt følgende krets:



$U_1 = 10,0 \text{ V}$, $R_1 = 500 \Omega$, $R_2 = 3\text{k}\Omega$ (3300Ω), $R_3 = 1000 \Omega$, $R_4 = 680 \Omega$, $R_5 = 820 \Omega$

I. Hvor stor er spenningen U_2 ?

Lager først noen ekvivalentskjema. Slår sammen motstandene R_3, R_4 og R_5 til en motstand R_{345} .

$$R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{(R_3 + R_4)} = \frac{1000 \cdot 680}{1000 + 680} = 404,76 = 405 \text{ } [\Omega]$$

$$R_{345} = R_{34} + R_5 = 405 + 820 = 1225 \text{ } [\Omega]$$

Regner så ut parallell koblingen av R_2 og R_{345} , som gir R_T :

$$R_T = \frac{R_2 \cdot R_{345}}{(R_2 + R_{345})} = \frac{3300 \cdot 1225}{(3300 + 1225)} = 893 \text{ } [\Omega]$$

$$U_2 = \frac{U_1}{(R_1 + R_T)} \cdot R_T = \frac{10,0 \cdot 893}{(500 + 893)} = 6,4 \text{ } [V]$$

II. Hvor stor er spenningen U_3 ?

$$U_3 = \frac{U_2}{R_{345}} \cdot R_5 = \frac{6,4 \cdot 820}{1225} = 4,2 \text{ } [V]$$

c) Anta at du skal måle spenningen U_3 med et multimeter. Det instrumentet har tre innganger, De er merket:

Inngang 1 : ΩV

Inngang 2 : COM

Inngang 3 : mA/ μA

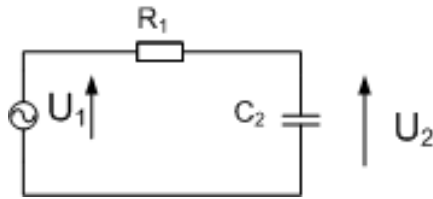


Hvilke innganger skal du bruke?

For å måle spenning må man bruke inngang 1 og 2. COM er fellespunktet, eller jord om man vil. ΩV er for å måle motstand Ω og spenning V

Oppgave 2

a) Ta utgangspunkt i denne krets:



$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ og $C_2 = 50 \text{ nF}$. Spenningen inn er U_1 og spenningen ut er U_2 .

I. Hva heter denne kretsen?

Dette er et lavpass filter (LP).

II. Gi en kort beskrivelse av virkemåten.

Et lavpass filter slipper gjennom en vekselspenningen U , med lave frekvenser.

Høye frekvenser blir dempet. Det er definert en grensefrekvens f_G .

Et spenningssignal, U , med frekvensen under grensefrekvensen, slipper stort sett udempet igjennom, mens frekvenser over grensefrekvensen blir dempet. Jo høyere frekvensen er, jo mer blir den dempet. Demplingen angis ved å ta forholdet mellom utgangsspenningen delt på inngangsspenningen: U_2/U_1

III. Utled uttrykket for U_2/U_1 . Symbolene R_1 og C_2 skal inngå i uttrykket (**ikke** tallverdiene for R_1 og C_2)

$$U_2 = \frac{U_1}{(R_1 + Z_{C2})} \cdot Z_{C2}$$
$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{Z_{C2}}{(R_1 + Z_{C2})} = \frac{\frac{1}{j2\pi f C_2}}{R_1 + \frac{1}{j2\pi f C_2}} = \frac{1}{1 + j2\pi f C_2 R_1}$$

IV. Hva blir uttrykket for U_2/U_1 , når grensefrekvensen f_G skal inngå i uttrykket?

Grensefrekvensen f_G er definert til å være der realdelen = imaginærdelen, i uttrykket over. Altså den frekvensen hvor: $2\pi f_G \cdot C_2 R_1 = 1$. Det er ved en bestemt frekvens, og den frekvensen kalles grensefrekvensen, f_G . Det gir:

$$f_G = \frac{1}{2\pi C_2 R_1}$$

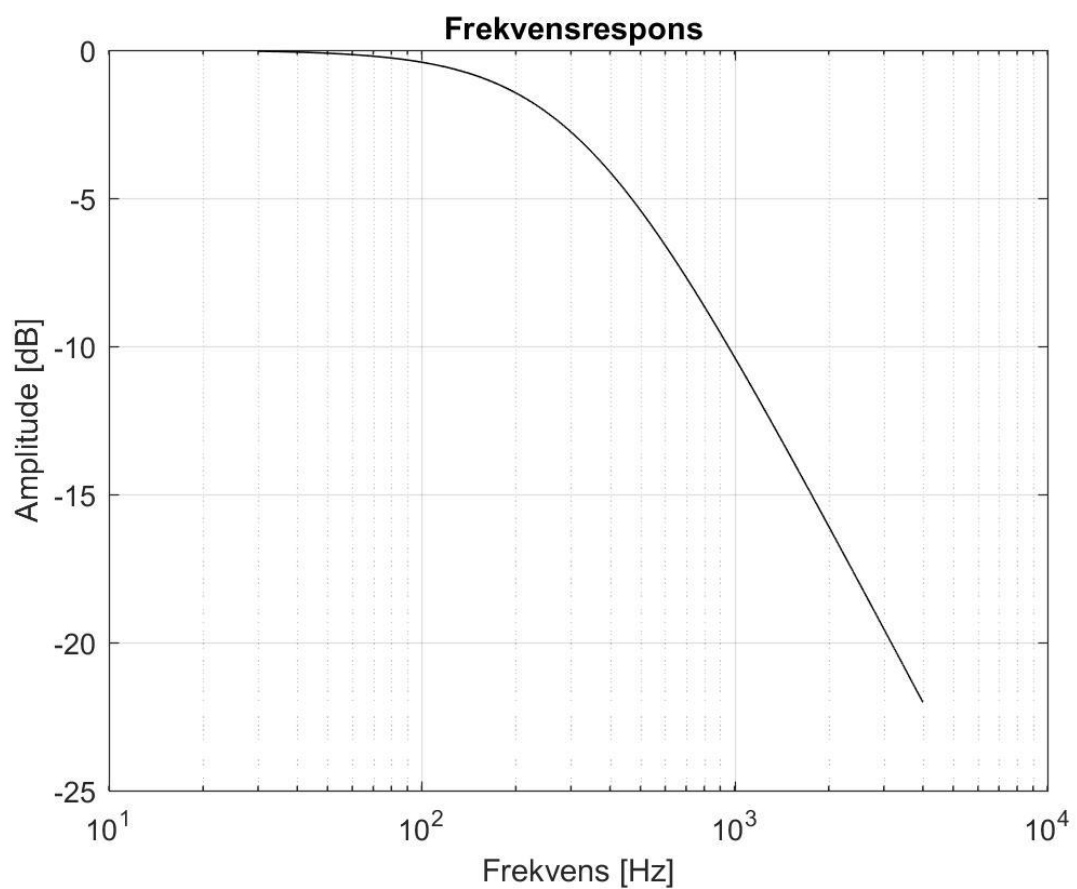
Når f_G settes inn i uttrykket for U_2/U_1 , får vi:

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

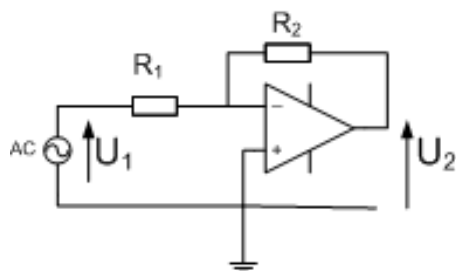
V. Regn ut grensefrekvens for kretsen?

$$f_G = \frac{1}{2\pi R_1 C_2} = \frac{1}{2\pi \cdot 10^4 \cdot 50 \cdot 10^{-9}} = 3,18 \cdot 10^2 = 318 \text{ [Hz]}$$

VI. Tegn kurven for U_2/U_1 på et semilogaritmisk papir. Bruk frekvensen på x-aksen og amplituden, med benevnelsen dB, på y-aksen. Tegn fra frekvensene $0,1 \cdot f_G$ til $10 \cdot f_G$.



b) Anta at du har en forsterker, slik som vist i figuren under.



I. *Utlede uttrykket for forsterkningen U_2/U_1 .*

Når vi skal utlede uttrykket for en inverterende forsterker, bruker vi kunnskapen om en operasjonsforsterker. Der er forsterkningen tilnærmet uendelig stor. Det medfører at spenningen mellom + og – inngangen er tilnærmet 0 Volt. Dessuten går det ingen strøm inn i operasjonsforsterkeren på hverken + eller – inngangen. Da blir spenningen på + og – inngangen den samme, dvs – inngangen er GND (0 volt) spenningsmessig. Da vil også U_1 ligge over R_1 , og U_2 vil ligge over R_2 . Dessuten vil strømmen som går gjennom R_1 (I_1) være like stor, men med motsatt fortegn som strømmen som går gjennom R_2 (I_2).

$$\begin{aligned} I_1 &= -I_2 \\ I_1 &= \frac{U_1}{R_1} & I_2 &= \frac{U_2}{R_2} \\ \frac{U_2}{R_2} &= -\frac{U_1}{R_1} \\ \frac{U_2}{U_1} &= -\frac{R_2}{R_1} \end{aligned}$$

II. *Hvor stor blir forsterkningen når $R_1=2K\Omega$ (2200Ω) og $R_2=10K$ (10000Ω)*

$$\frac{U_2}{U_1} = -\frac{R_2}{R_1} = -\frac{10000}{2200} = -4,55$$

Minustegnet betyr at det er en inverterende forsterker. Et positivt signal inn gir et negativt signal ut, og vise versa.

c) *Forklar kort forskjellene mellom et balansert og et ubalansert målesystem. Få spesielt fram fordelene med et balansert system.*

I et ubalansert målesystem vil den ene av de to ledningene fra en sensor kobles til jord. Støy som kommer inn på ledningene vil da bli forsterket opp, slik som signalet.

I et balansert målesystem vil de to ledningene fra en sensor gå inn på henholdsvis + og – inngangene på en balansert forsterker. Differansen mellom + og – inngangen vil bli forsterket opp. Støyen kommer inn på begge ledningene, med samme fase og amplitude. Differansen mellom + og minus blir da den samme, så støyen vil ikke bli forsterket opp.

Oppgave 3

- a) Anta at du har et lys som går gjennom et gitter med 400 linjer per mm. På en plate som er plassert 2,00 m fra gitteret, vil det bli et interferensmønster. Hvor lang er avstanden mellom mode (orden) 0 og mode (orden) 1 på denne platen, hvis bølgelengden på lyset er 500 nm?

Må først finne gitterkonstanten:

$$d = \frac{1}{400 [1/mm]} = \frac{10^{-3} [m]}{400} = 2,5 \cdot 10^{-6} [m]$$

Kan så regne ut vinkelen θ_1 ved å bruke interferensformelen $d \cdot \sin\theta_n = n \cdot \lambda$

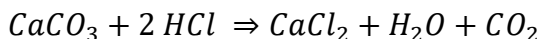
$$\theta_1 = \sin^{-1}\left(\frac{1 \cdot \lambda}{d}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{500 \cdot 10^{-9}}{2,5 \cdot 10^{-6}}\right) = \sin^{-1}(0,2) = 11,54^\circ$$

Når avstanden til platen er 2,00 m og vinkelen mellom mode 0 og mode 1 er $11,54^\circ$, vil det gi en avstand x på platen. Avstanden x blir

$$\tan(\theta) = \frac{x}{2,00 [m]}$$

$$x = 2,00 \cdot \tan 11,54^\circ = 0,41 [m]$$

- b) Anta at du blander saltsyre (HCl) og kalsiumkarbonat (CaCO_3). Du får da kalsiumklorid (CaCl_2), vann (H_2O) og karbondioksid (CO_2). Den balanserte reaksjonslikningen er



1. Hvor stor masse CO_2 blir dannet hvis du bruker 1,00 kg saltsyre (HCl)?

Vi finner først ut massen til et mol saltsyre (HCl) og et mol karbondioksid (CO_2).

H: 1,008

C: 12,011

12,011

Cl: 35,453

2 O: 2 · 15,999 = 31,998

HCl: 36,461 g/mol

CO_2 : 44,009 g/mol

Antall mol i 1,00 kg saltsyre er:

$$\frac{1,00 [kg]}{36,461 [g/mol]} = \frac{1000 [g]}{36,461 [g/mol]} = 27,43 [mol]$$

I den balanserte likningen ser vi at 2 mol saltsyre skal til for å gi 1 mol karbondioksid.

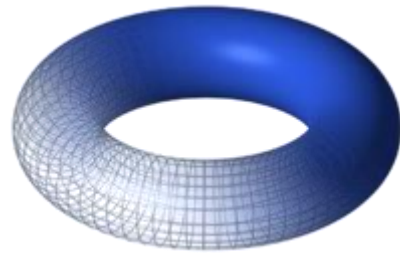
Så når vi har 27,43 mol saltsyre, får vi $27,43/2 = 13,71$ mol karbondioksid. Det gir $13,71 \text{ [mol]} \cdot 44,009 \text{ [g/mol]} = 603,51 \text{ [g]} \text{ CO}_2$.

II. Tettheten til saltsyre er 1,19 kg/liter. Hvor mange mol saltsyre er det i en liter saltsyre?

I en liter saltsyre er det 1,19 kg. Antall mol blir:

$$\frac{1190 \text{ [g]}}{36,461 \text{ [g/mol]}} = 32,64 \text{ [mol]}$$

c) Anta at du har en ringkjerne, med diameter på 20,0 cm, Kjernematerialet er sirkelformet, med en diameter på 2,0 cm. Materialet i kjernen har en relativ permeabilitet på 800. Hvor stor reluktans er det i kjernematerialet?



Reluktansen er gitt av formelen:

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

A er arealet i kjernen. Arealet er:

$$A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 0,01^2 \text{ [m}^2\text{]} = 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ [m}^2\text{]}$$

Lengden l av ringen er: $l = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot \pi \cdot 0,10 \text{ [m]} = 62,8 \cdot 10^{-2} \text{ [m]}$

Reluktansen blir:

$$\begin{aligned} \mathcal{R} &= \frac{l}{\mu_r \mu_0 A} = \frac{62,8 \cdot 10^{-2}}{800 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 3,14 \cdot 10^{-4}} = 19,884,0 \cdot 10^{-2+3+4} \\ &= 2,0 \cdot 10^6 \text{ [At/Wb]} \end{aligned}$$

Reluktansens kan også benevnes en over Henry: $[1/H]$

d) Hva menes med reluktansen til et materiale? Beskriv hva reluktansen er.

Reluktansen er den magnetiske motstanden i en magnetisk krets.

e) Anta at du tvinner en elektrisk ledning rundt denne ringkjernen, slik at ringkjernen blir kjernen i spolen. Antall viklinger er 200. Anta videre at du sender en strøm på 5,0 Ampere i denne ledningen. Hvor stor blir den magnetiske flukstettheten i ringkjernen?

Vi finner først den magnetomotoriske kraften:

$$F_m = N \cdot I = 200 \cdot 5,0 = 1000,0 \text{ [At]}$$

Finner deretter den magnetiske fluksen:

$$\Phi = \frac{F_m}{\mathcal{R}} = \frac{1000,0 \text{ [At]}}{2,0 \cdot 10^6 \text{ [At/Wb]}} = 500,0 \cdot 10^{-6} \text{ [Wb]}$$

Finner deretter flukstettheten:

$$B = \frac{\Phi}{A} = \frac{500 \cdot 10^{-6} \text{ [Wb]}}{3,14 \cdot 10^{-4} \text{ [m}^2\text{]}} = 1,6 \text{ [T]}$$

VEDLEGG

Exp.	Prefiks	Symbol	Desimal
10^9	Giga	G	1 000 000 000
10^6	Mega	M	1 000 000
10^3	Kilo	k	1 000
10^{-3}	milli	m	0, 001
10^{-6}	micro	μ	0, 000 001
10^{-9}	nano	n	0, 000 000 001
10^{-12}	pico	p	0, 000 000 000 001

$$Z_C = \frac{1}{j2\pi fC}$$

Reluktans: $R_m = \mathcal{R} = \frac{l}{\mu_r \mu_0 A}$ hvor $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ [H/m], l er lengden, A er arealet og μ_r er relativ permeabilitet. Kan også bruke benevnelsen:
 $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ [Wb/A·t·m]

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

Omkrets av en sirkel: $2 \cdot \pi \cdot r$

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

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

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

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

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

Atommasseenheten $u = 1,660 \cdot 10^{-27}$ kg

h atomic number, element symbol and average atomic mass

¹ H 1.00794																	² He 4.002602
³ Li 6.941	⁴ Be 9.012182															⁹ F 18.9984032	¹⁰ Ne 20.1797
¹¹ Na 22.989770	¹² Mg 24.3050															¹⁷ Cl 35.4527	¹⁸ Ar 39.948
¹⁹ K 39.0983	²⁰ Ca 40.078	²¹ Sc 44.955910	²² Ti 47.867	²³ V 50.9415	²⁴ Cr 51.9961	²⁵ Mn 54.938049	²⁶ Fe 55.845	²⁷ Co 58.933200	²⁸ Ni 58.6934	²⁹ Cu 63.546	³⁰ Zn 65.39	³¹ Ga 69.723	³² Ge 72.61	³³ As 74.92160	³⁴ Se 78.96	³⁵ Br 79.904	³⁶ Kr 83.80
³⁷ Rb 85.4678	³⁸ Sr 87.62	³⁹ Y 88.90585	⁴⁰ Zr 91.224	⁴¹ Nb 92.90638	⁴² Mo 95.94	⁴³ Tc (98)	⁴⁴ Ru 101.07	⁴⁵ Rh 102.90550	⁴⁶ Pd 106.42	⁴⁷ Ag 107.8682	⁴⁸ Cd 112.411	⁴⁹ In 114.818	⁵⁰ Sn 118.710	⁵¹ Sb 121.760	⁵² Te 127.60	⁵³ I 126.90447	⁵⁴ Xe 131.29
⁵⁵ Cs 132.90545	⁵⁶ Ba 137.327	⁵⁷ La 138.9055	⁷² Hf 178.49	⁷³ Ta 180.9479	⁷⁴ W 183.84	⁷⁵ Re 186.207	⁷⁶ Os 190.23	⁷⁷ Ir 192.217	⁷⁸ Pt 195.078	⁷⁹ Au 196.96655	⁸⁰ Hg 200.59	⁸¹ Tl 204.3833	⁸² Pb 207.2	⁸³ Bi 208.98038	⁸⁴ Po (209)	⁸⁵ At (210)	⁸⁶ Rn (222)
⁸⁷ Fr (223)	⁸⁸ Ra (226)	⁸⁹ Ac (227)	¹⁰⁴ Rf (261)	¹⁰⁵ Db (262)	¹⁰⁶ Sg (263)	¹⁰⁷ Bh (262)	¹⁰⁸ Hs (265)	¹⁰⁹ Mt (266)	¹¹⁰ Ds (269)	¹¹¹ Rg (272)	¹¹² Cn (277)						

⁵⁸ Ce 140.116	⁵⁹ Pr 140.90765	⁶⁰ Nd 144.24	⁶¹ Pm (145)	⁶² Sm 150.36	⁶³ Eu 151.964	⁶⁴ Gd 157.25	⁶⁵ Tb 158.92534	⁶⁶ Dy 162.50	⁶⁷ Ho 164.93032	⁶⁸ Er 167.26	⁶⁹ Tm 168.93421	⁷⁰ Yb 173.04	⁷¹ Lu 174.967
⁹⁰ Th 232.0381	⁹¹ Pa 231.03588	⁹² U 238.0289	⁹³ Np (237)	⁹⁴ Pu (244)	⁹⁵ Am (243)	⁹⁶ Cm (247)	⁹⁷ Bk (247)	⁹⁸ Cf (251)	⁹⁹ Es (252)	¹⁰⁰ Fm (257)	¹⁰¹ Md (258)	¹⁰² No (259)	¹⁰³ Lr (262)