

Løsningsforslag til EKSAMEN

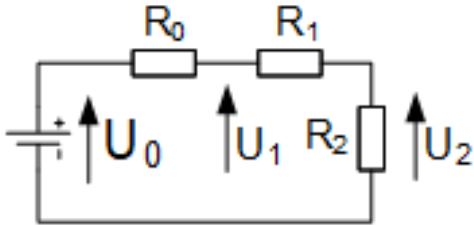
Emnekode: ITD12011	Emnenavn: Fysikk og kjemi
Dato: 29 April 2021	Eksamenstid: 9:00 til 13:00
Hjelpemidler: <ul style="list-style-type: none">• 4 sider (A4)(2ark) med egne notater• Ikke-kommuniserende kalkulator• Prosjektoppgaven, som blir delt ut på eksamensdagen	Faglærer: Erling P. Strand
Om eksamensoppgaven og poengberegning: <p>Oppgavesettet består av tittelside, 3 sider med oppgaver og 2 sider med vedlegg, totalt 6 sider. Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare oppgaven.</p> <p>Alle spørsmål på oppgavene skal besvares, og alle spørsmål teller likt i bedømmingen av eksamen.</p>	
Sensurfrist: 21. mai 2021 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

Gitt følgende krets:



$U_0 = 5,0 \text{ V}$, $R_0 = 680 \text{ } \Omega$, $R_1 = 820 \text{ } \Omega$ og $R_2 = 1,0 \text{ k}\Omega$ ($1000 \text{ } \Omega$),

a) Hvor stor er strømmen I , som går igjennom motstanden R_2 ?

Strømmen som går igjennom motstanden R_2 er den samme som går igjennom alle motstandene.

$$I = \frac{U_0}{(R_0 + R_1 + R_2)} = \frac{5,0 \text{ [V]}}{(680 + 820 + 1000) \text{ } [\Omega]} = \frac{5,0 \text{ [V]}}{2500 \text{ } [\Omega]} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ [A]} = 2,0 \text{ [mA]}$$

b) Hvor stor er spenningen U_2 ?

$$U_2 = I \cdot R_2 = 2,0 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \text{ [A} \cdot \Omega] = 2,0 \text{ [V]}$$

c) Hvor stor er spenningen U_1 ?

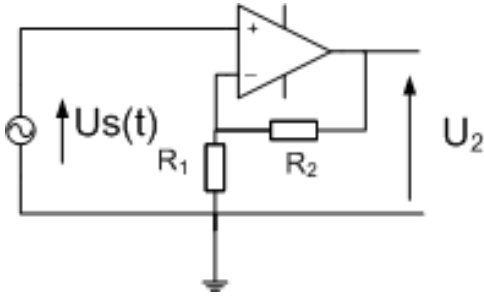
$$U_1 = U_0 - I \cdot R_0 = 5,0 \text{ [V]} - 2,0 \cdot 10^{-3} \cdot 680 \text{ [A} \cdot \Omega] = 5,0 \text{ [V]} - 1,36 \text{ [V]} = 3,6 \text{ [V]}$$

d) Hvor stor er effekten i R_0 ?

$$P = I \cdot I \cdot R_0 = (2,0 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 680 = 2,7 \text{ [mW]}$$

Oppgave 2

Gitt følgende forsterker:



Signalet inn på denne forsterkeren, $U_s(t)$, kommer fra en sensor. $U_s(t)$ varierer mellom 0,00 [V] og 0,60 [V]. Spenningen ut av denne forsterkeren, U_2 , skal kobles inn på en ADC, med FSR=5,0 [V]. (Fra 0,0 [V] til 5,0[V])

a) Regn ut forsterkningen og motstandene R_1 og R_2 .

Da $U_s(t)$ går fra 0,00 [V] til 0,60 [V], skal U_2 gå fra 0,0 [V] til 5,0 [V]

Da må forsterkningen A bli:

$$A = \frac{U_2}{U_s} = \frac{5,0}{0,60} = 8,3 \text{ [ggr]}$$

Forsterkningen i den ikke-inverterende forsterkeren, er gitt av

$$A = \frac{U_2}{U_s} = 8,3 = 1,0 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$R_2 = 7,3 \cdot R_1$$

Velger (f.eks) $R_1 = 1\text{K}1$ (1100 Ω). Det gir $R_2 = 7,3 \cdot 1100 = 8030$ [Ω]

b) Anta at det brukes 10 bit ADC, og en temperatursensor som går fra minus 20,0 °C til pluss 50°C. Hvor stor er kvantiseringsfeilen, oppgitt i grader Celsius?

Her er FSR = 50,0 – (-20,0) = 70,0 °C

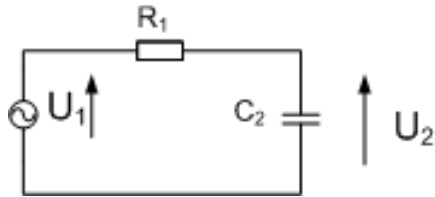
Kvantiseringsfeilen er $\pm \frac{1}{2}$ LSB.

$$1,0 \text{ LSB} = \frac{\text{FSR}}{2^n - 1} = \frac{70,0 \text{ °C}}{2^{10} - 1} = \frac{70,0 \text{ °C}}{1023} = 0,068 \text{ °C}$$

Kvantiseringsfeilen er $\pm \frac{1}{2} \cdot 0,068 \text{ °C} = \pm 0,034 \text{ °C}$

Oppgave 3

Ta utgangspunkt i denne krets:



$R_1 = 20 \text{ k}\Omega$ og $C_2 = 50 \text{ nF}$. Spenningen inn er U_1 og spenningen ut er U_2 .

- a) Regn ut grensefrekvensen for denne kretsen.

Grensefrekvensen f_G er gitt av:

$$f_G = \frac{1}{2\pi C_2 R_1} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 10^{-9} \cdot 20 \cdot 10^3} = \frac{1}{6283 \cdot 10^{-6}} = 1,6 \cdot 10^2 = 160 \text{ [Hz]}$$

- b) 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)

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

- c) Hva blir uttrykket for U_2/U_1 , når grensefrekvensen f_G skal inngå i uttrykket?

I uttrykket for grensefrekvensen er

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

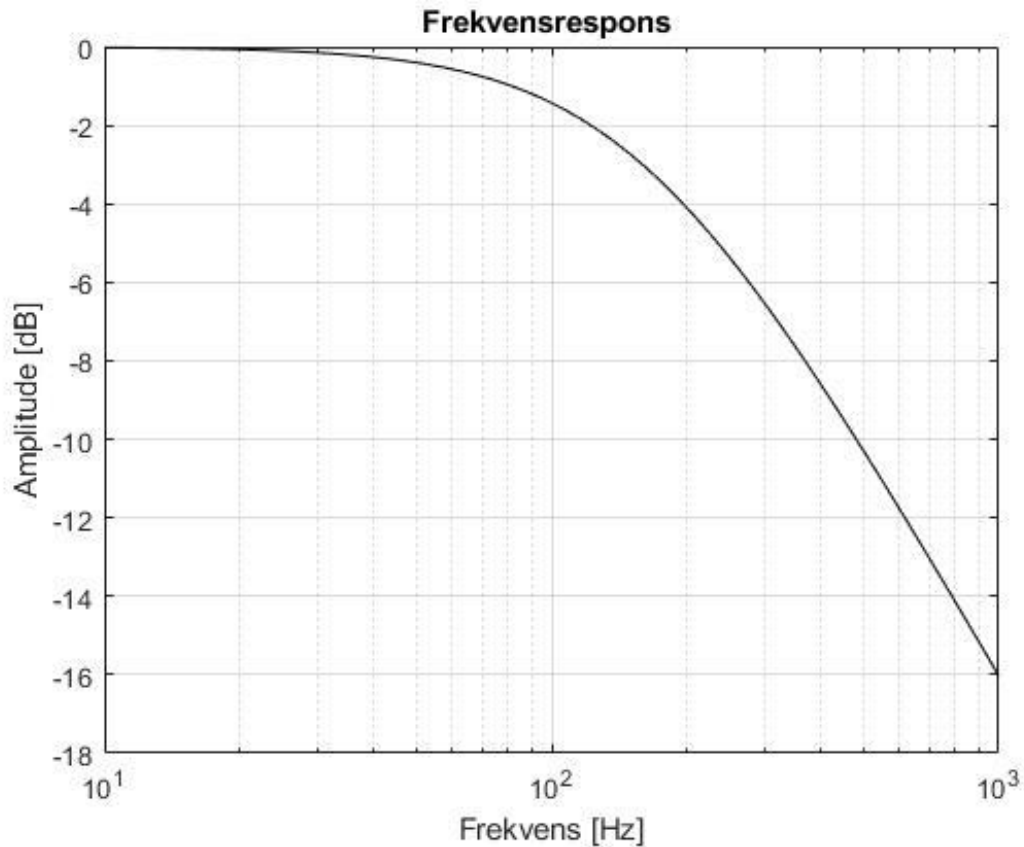
Hvis dette settes inn i uttrykket for U_2/U_1 , får vi:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{Z_{C_2}}{(R_1 + Z_{C_2})} = \frac{\frac{1}{j2\pi f C_2}}{R_1 + \frac{1}{j2\pi f C_2}} = \frac{1}{1 + j2\pi f C_2 R_1} = \frac{1}{1 + j\left(\frac{f}{f_G}\right)}$$

- d) Regn ut dempningen U_2/U_1 for 5 frekvenser, fra $0,1 \cdot f_G$ til $10,0 \cdot f_G$. Skriv de inn i tabell-form. Angi dempningen både i ggr (ganger) og i dB. (En kolonne for hver)

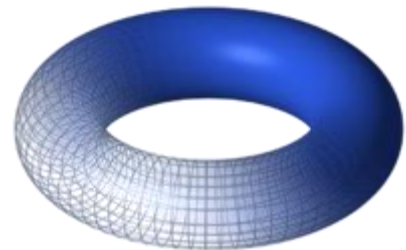
$\frac{f}{f_G}$	$\frac{U_2}{U_1}$ [ggr]	$\frac{U_2}{U_1}$ [dB]	f [Hz]
0,1	0,995	-0,04	16
0,5	0,89	-0,97	80
1,0	0,71	-3,0	160
2,0	0,45	-6,99	320
5,0	0,20	-14,15	800
10,0	0,10	-20,04	1600

- e) Tegn kurven for hvordan signalet dempes i denne krets, på et semilogaritmisk papir (som du får utdelt). Bruk frekvensen på x-aksen, og dempningen, med benevnelsen dB, på y-aksen. Tegn fra frekvensene $0,1 \cdot f_G$ til $10,0 \cdot f_G$. – Husk å skrive ditt kandidatnummer på det halvlogaritmiske papiret.



Oppgave 4

- a) Anta at du har en ringkjerne, med diameter på 30,0 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:

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

Lengden l av ringen er: $l = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot \pi \cdot 0,15 [m] = 94,2 \cdot 10^{-2} [m]$

Reluktansen blir:

$$\mathcal{R} = \frac{l}{\mu_r \mu_0 A} = \frac{94,2 \cdot 10^{-2}}{800 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 3,14 \cdot 10^{-4}} = 3,0 \cdot 10^{-2-3+7+4} = 3,0 \cdot 10^6 \left[\frac{At}{Wb} \right]$$

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

b) Anta at du tvinner en elektrisk ledning rundt denne ringkjernen, slik at ringkjernen blir kjernen i spolen. Antall viklinger er 100. 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:

$$F_m = N \cdot I = 100 \cdot 5,0 = 500,0 \text{ [At]}$$

Finner deretter den magnetiske fluksen:

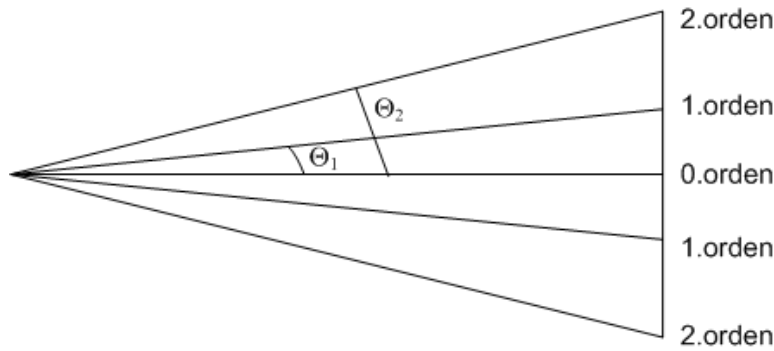
$$\Phi = \frac{F_m}{\mathcal{R}} = \frac{500,0 \text{ [At]}}{3,0 \cdot 10^6 \left[\frac{At}{Wb} \right]} = 166,7 \cdot 10^{-6} \text{ [Wb]}$$

Finner deretter flukstettheten:

$$B = \frac{\Phi}{A} = \frac{166,7 \cdot 10^{-6} \text{ [Wb]}}{3,14 \cdot 10^{-4} \text{ [m}^2\text{]}} = 0,53 \text{ [T]}$$

Oppgave 5

a) Anta at du har et lys som går gjennom et gitter med 500 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) 2 på denne platen, hvis bølgelengden på lyset er $\lambda = 430 \text{ nm}$?



$$d = \frac{1,00}{500 [1/mm]} = \frac{10^{-3}[m]}{500} = 2,00 \cdot 10^{-6}[m]$$

Bruker interferensformelen: $d \cdot \sin\theta_n = n \cdot \lambda$

$$\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{n \cdot \lambda}{d}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{2 \cdot 430 \cdot 10^{-9}}{2,00 \cdot 10^{-6}}\right) = \sin^{-1}(0,43) = 25,47^\circ$$

Avstanden mellom 0.orden og 2.orden på en plate 2,00 m fra gitteret er X

$$X = 2,00 \cdot \tan(25,47^\circ) [m] = 0,95 [m]$$

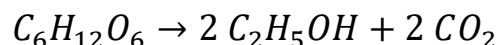
b) Dette lyset, med bølglengden $\lambda=430 \text{ nm}$, kommer fra et atom, hvor et elektron hopper ned til en lavere bane. Hvor stor er energiforskjellen mellom disse banene?

$$\Delta E = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

$$\Delta E = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}[J \cdot s] \cdot 3,00 \cdot 10^8[m/s]}{430 \cdot 10^{-9}[m]} = 4,62 \cdot 10^{-19}[J]$$

Oppgave 6

Når glukose ($C_6H_{12}O_6$) gjærer, dannes det etanol (C_2H_5OH) og karbondioksyd (CO_2). Den balanserte likningen er



a) Hvor stor masse CO_2 blir dannet, da 1,00 kg glukose ($C_6H_{12}O_6$) gjærer?

Finner først formelmassen til karbondioksid og glukose:

6 C=6·12,01	72,06	C = 12,01	12,01
12 H= 12· 1,008	12,10	2 O= 2· 16,00	32,00
6 O= 6 · 16,00	96,00		
Sum	180,16	Sum	44,01

Glukose har 180,16 g/mol. Antall mol i 1,00 kg blir da:

$$X = 1000 / 180,16 = 5,55 \text{ mol}$$

For hvert mol glukose blir det 2 mol karbondioksid. $2 \cdot 5,55 = 11,10 \text{ mol}$

Da karbondioksid har 44,01 g/mol, blir det $11,10 \cdot 44,01 = 488,6 \text{ g CO}_2$.

b) Hvor mye etanol blir det, da 1,00 kg glukose (C₆H₁₂O₆) gjærer. Anta at tetthetene til etanol er 789 kg/m³. Angi svaret i liter.

Formelmassen til etanol er:

2 C = 2 · 12,01	24,02
6 H = 6 · 1,008	6,05
O = 16,00	16,00
Sum	46,07

For hvert mol etanol blir det dannet 2 mol etanol. I 1,00 kg glukose er det 5,55 mol. Da blir det 11,10 mol etanol.

Massen etanol blir da $11,10 \cdot 46,07 = 511,4 \text{ g}$

Da tettheten til etanol er $789 \text{ kg/m}^3 = 789 \text{ g/dm}^3$

511,4 g er $511,4 / 789 = 0,65 \text{ ltr etanol}$

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

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

$$Z_L = j2\pi fL$$

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

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

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:

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ [Wb/(A} \cdot \text{t} \cdot \text{m)]}$$

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

$E = h \cdot f$ - Her er h Planckkonstanten: $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ [Js]

Lyshastigheten: $c = 3,00 \cdot 10^8$ [m/s]

¹ H 1.00794	² He 4.002602																				
³ Li 6.941	⁴ Be 9.012182	⁵ B 10.811	⁶ C 12.0107	⁷ N 14.00674	⁸ O 15.9994	⁹ F 18.9984032	¹⁰ Ne 20.1797														
¹¹ Na 22.989770	¹² Mg 24.3050	¹³ Al 26.981538	¹⁴ Si 28.0855	¹⁵ P 30.973761	¹⁶ S 32.066	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 Nh (272)	¹¹² Fl (277)							¹¹⁸ Og (293)			

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)

