

Examensdatum: 16 Augusti 2021 kl. 14.00 – 18.00

[SV] Hjälpmedel: Du kan använda valfritt hjälpmedel för tentamen. Du får dock inte arbeta med andra människor.

Bedömning: En korrekt och välmotiverad lösning med ett tydligt angivet svar ger full poäng.

Betygsgränser (6 uppgifter om vardera 3 poäng).

Poäng	0-7.5	8-11	11.5-14.5	15-18
Betyg	U	3	4	5

Betyg rundas uppåt till närmaste halvpoäng.

Lösningar: Du måste ladda upp dina lösningar på den sista frågan av tentamen som en enda PDF.

[EN] Aid material: You can use any aid material for the exam. However, you may not work with other people.

Grading: A correct and well-motivated solution with a clearly stated answer gives full points.

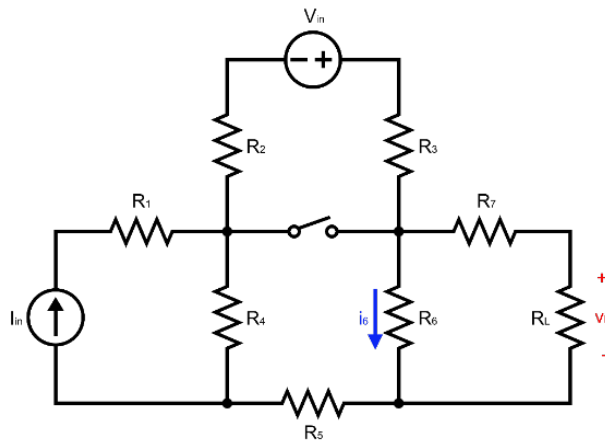
Grading limits (6 questions, each for 3 points).

Points	0-7.5	8-11	11.5-14.5	15-18
Grade	U	3	4	5

Grades are rounded up to the nearest half point.

Solutions: You must upload your solutions to the last question of the exam as a single PDF.

Question 1.1: DC circuit analysis (3p)



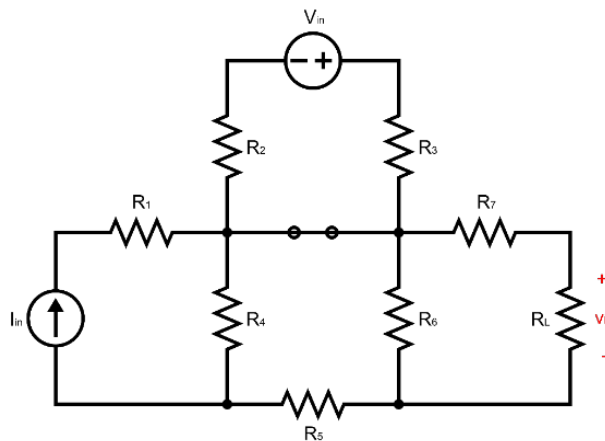
I_{in}	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	i_6	v_L
$845 \mu\text{A}$	$4.2 \text{ k}\Omega$	$4.6 \text{ k}\Omega$	$2.0 \text{ k}\Omega$	$2.5 \text{ k}\Omega$	$1.6 \text{ k}\Omega$	$7.4 \text{ k}\Omega$	$2.3 \text{ k}\Omega$	$215 \mu\text{A}$	1 V

[SV] Tänk på likströmskretsen ovan, var V_{in} är okänt.

- Beräkna R_L (0,5p)
- Beräkna den totala kraften som levereras av källorna i kretsen (1p)

[EN] Consider the DC circuit above, where V_{in} is unknown.

- Calculate R_L (0.5p)
- Calculate the total power supplied by the sources in this circuit (1p)



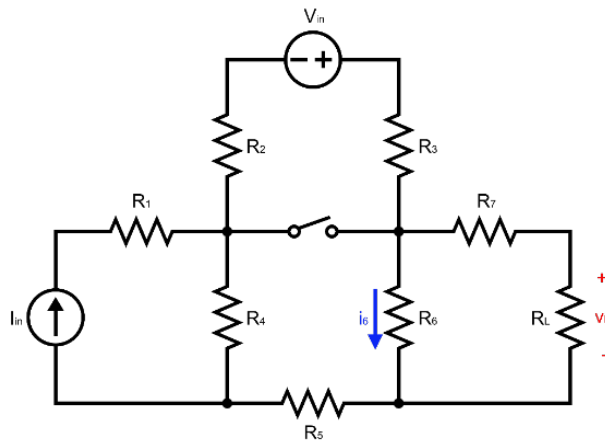
[SV] Strömbrytaren i kretsen ovan stängs.

- Beräkna v_L (ledtråd: använder superposition) (1p)
- Hur mycket kraft, bidragit av spänningskällan, förbrukas av R_L ? (0,5p)

[EN] The switch in the above circuit closes.

- Calculate v_L (hint: use superposition) (1p)
- How much power contributed by the voltage source is consumed by R_L ? (0.5p)

Question 1.2: DC circuit analysis (3p)



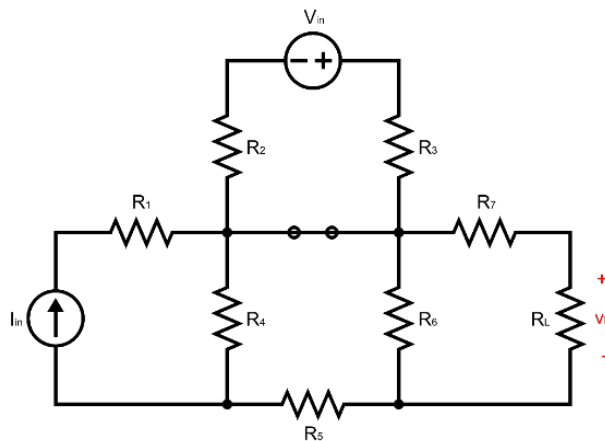
I_{in}	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	i_6	v_L
1.8 A	5.0 Ω	2.9 Ω	2.2 Ω	4.0 Ω	4.2 Ω	5.6 Ω	6.3 Ω	502 mA	799 mV

[SV] Tänk på likströmskretsen ovan, var V_{in} är okänt.

- Beräkna R_L (0,5p)
- Beräkna den totala kraften som levereras av källorna i kretsen (1p)

[EN] Consider the DC circuit above, where V_{in} is unknown.

- Calculate R_L (0.5p)
- Calculate the total power supplied by the sources in this circuit (1p)



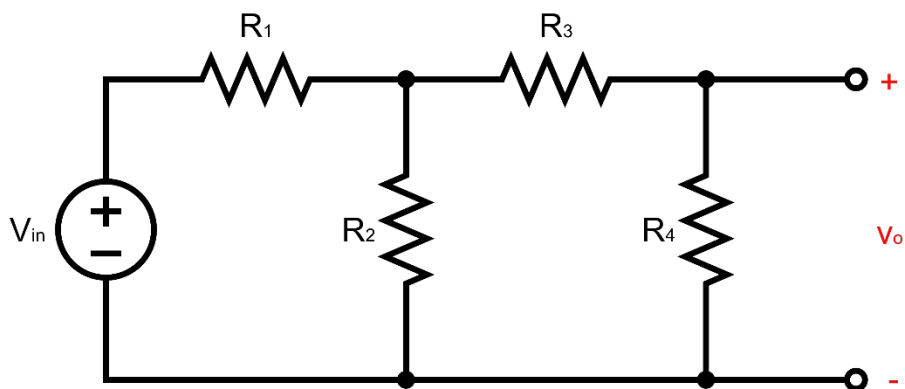
[SV] Strömbrytaren i kretsen ovan stängs.

- Beräkna v_L (ledtråd: använder superposition) (1p)
- Hur mycket kraft, bidragit av spänningskällan, förbrukas av R_L ? (0,5p)

[EN] The switch in the above circuit closes.

- Calculate v_L (hint: use superposition) (1p)
- How much power contributed by the voltage source is consumed by R_L ? (0.5p)

Question 2.1: Thévenin & Norton Equivalents (3p)



V_{in}	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
3.3 V	1.1 k Ω	1.3 k Ω	3.9 k Ω	4.3 k Ω	2.7 k Ω

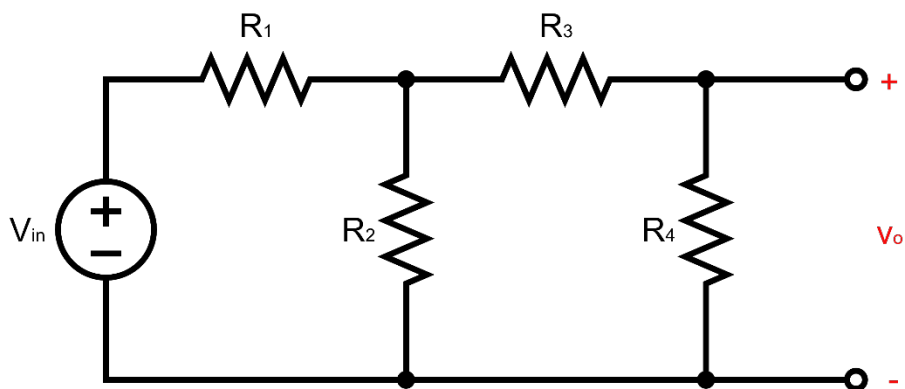
[SV] Tänk på likströmskretsen ovan.

- Rita motsvarande Thévenin krets för v_o (2p)
- En resistans R_5 kopplas mellan de två öppna noder. Beräkna spänningen v_o (1p)

[EN] Consider the DC circuit above.

- Draw the Thévenin equivalent circuit for v_o (2p)
- A resistor R_5 is placed between the open terminals. Calculate the voltage v_o (1p)

Question 2.2: Thévenin & Norton Equivalents (3p)



V_{in}	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
12 V	2.3 k Ω	2.5 k Ω	6.3 k Ω	4.7 k Ω	6.9 k Ω

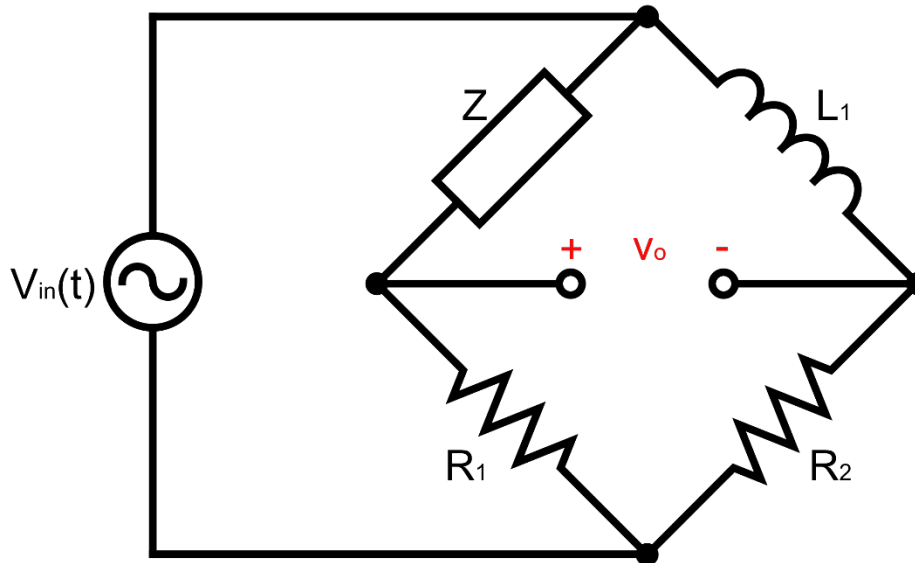
[SV] Tänk på likströmskretsen ovan.

- Rita motsvarande Thévenin krets för v_o (2p)
- En resistans R_5 kopplas mellan de två öppna noder. Beräkna spänningen v_o (1p)

[EN] Consider the DC circuit above.

- Draw the Thévenin equivalent circuit for v_o (2p)
- A resistor R_5 is placed between the open terminals. Calculate the voltage v_o (1p)

Question 3.1: AC Circuit Analysis (3p)



$V_{in}(t)$	R_1	R_2	L_1
$1.1\cos(100\pi t)$ V	55Ω	47Ω	4.3 mH

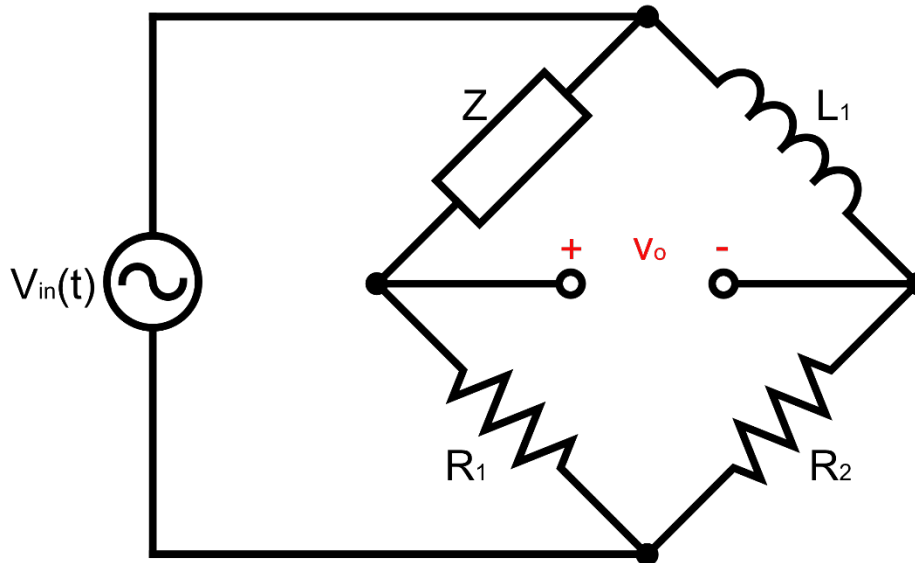
[SV] En AC-krets visas ovan.

- Beräkna impedansen Z så att $v_o = 0$ V (1,5p)
- Vilken kondensator eller induktor behövs för att uppnå denna impedansen? (0,5p)
- Vad är den skenbara effekten som levereras från spänningskällorna? (1p)

[EN] An AC circuit is shown above.

- Calculate the impedance Z such that $v_o = 0$ V (1.5p)
- What is the capacitor or inductor needed to achieve this impedance? (0.5p)
- What is the apparent power supplied by the voltage source? (1p)

Question 3.2: AC Circuit Analysis (3p)



$V_{in}(t)$	R_1	R_2	L_1
$12\cos(200\pi t)$ V	800Ω	450Ω	375 mH

[SV] En AC-krets visas ovan.

- Beräkna impedansen Z så att $v_o = 0$ V (1,5p)
- Vilken kondensator eller induktor behövs för att uppnå denna impedans? (0,5p)
- Vad är den skenbara effekten som levereras från spänningskällorna? (1p)

[EN] An AC circuit is shown above.

- Calculate the impedance Z such that $v_o = 0$ V (1.5p)
- What is the capacitor or inductor needed to achieve this impedance? (0.5p)
- What is the apparent power supplied by the voltage source? (1p)

Question 4.1: Filters (3p)

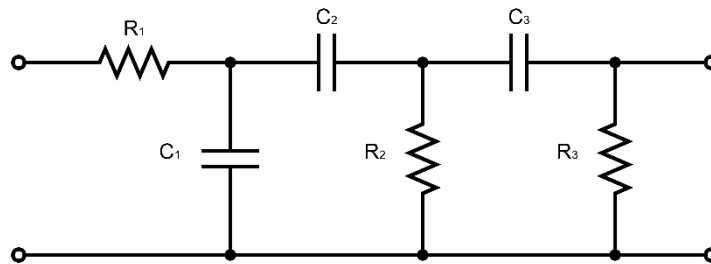
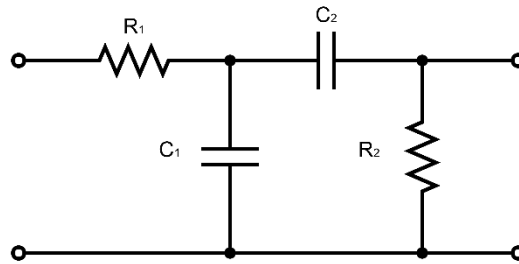
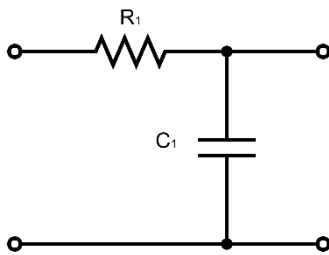
[SV] För varje filter nedan:

- Vilken typ och ordning av filter är det? (0,25p)
- Vad är cutoff-frekvenserna? (0,25p)
- Rita Bodediagrammen för filtrets frekvenssvar (märka allt i diagrammet) (0,5p)

[EN] For each of the filters below: (1p each)

- What type and order of filter is this? (0.25p)
- What are the cutoff frequencies? (0.25p)
- Draw the Bode plot for the filter's frequency response (label everything in the plot) (0.5p)

R_1	R_2	R_3	C_1	C_2	C_3
1.1 k Ω	1.8 k Ω	1.8 k Ω	1.2 μ F	1.1 μ F	1.1 μ F



Question 4.2: Filters (3p)

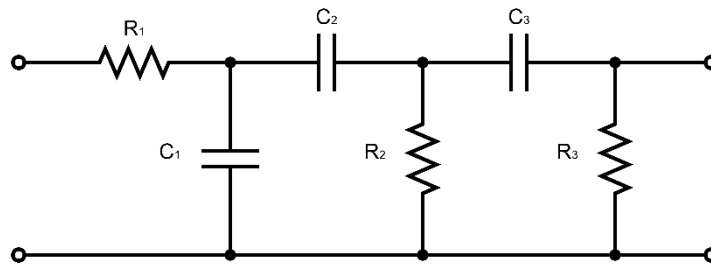
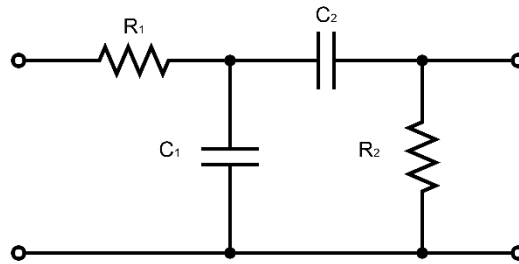
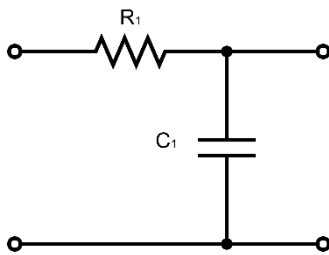
[SV] För varje filter nedan:

- Vilken typ och ordning av filter är det? (0,25p)
- Vad är cutoff-frekvenserna? (0,25p)
- Rita Bodediagrammen för filtrets frekvenssvar (märka allt i diagrammet) (0,5p)

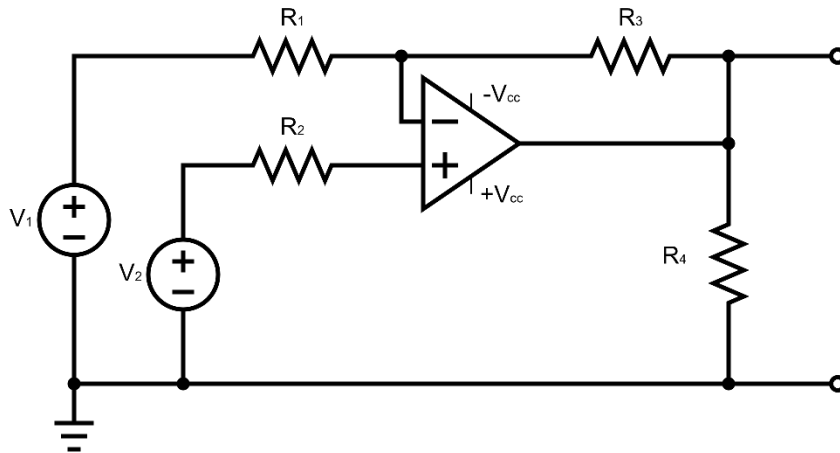
[EN] For each of the filters below: (1p each)

- What type and order of filter is this? (0.25p)
- What are the cutoff frequencies? (0.25p)
- Draw the Bode plot for the filter's frequency response (label everything in the plot) (0.5p)

R_1	R_2	R_3	C_1	C_2	C_3
160 Ω	360 Ω	360 Ω	33 μF	87 μF	87 μF



Question 5.1: Op-Amps (3p)



R_1	R_2	R_3	R_4
11Ω	220Ω	$1.7 \text{ k}\Omega$	$1.3 \text{ k}\Omega$

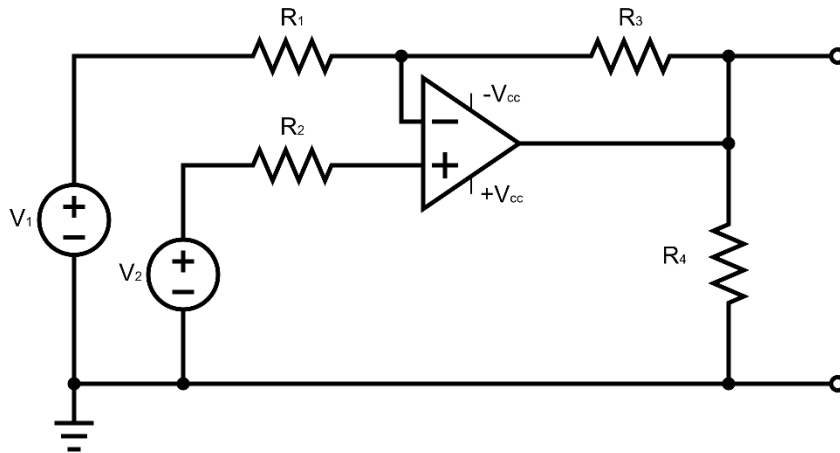
[SV] Studera operationsförstärkarkretsen ovan.

- Beräkna utspänningen som funktion av de båda inspänningarna V_1 och V_2 . Anta ideal operationsförstärkare. (2p)
- Om V_1 har en spänning mellan $\pm 5 \text{ mV}$ och V_2 en spänning mellan $\pm 800 \text{ mV}$, vilken matningsspänning V_{cc} krävs för att förhindra att utspänningen satureras? (1p)

[EN] Consider the operational amplifier circuit above.

- Calculate the output voltage as a function of the two input voltages V_1 and V_2 . Assume ideal operational amplifier. (2p)
- Consider that V_1 ranges from $\pm 5 \text{ mV}$, and V_2 ranges from $\pm 800 \text{ mV}$. What supply voltage V_{cc} is required to prevent the output voltage from saturating? (1p)

Question 5.2: Op-Amps (3p)



R_1	R_2	R_3	R_4
170Ω	90Ω	330Ω	$470 \text{ k}\Omega$

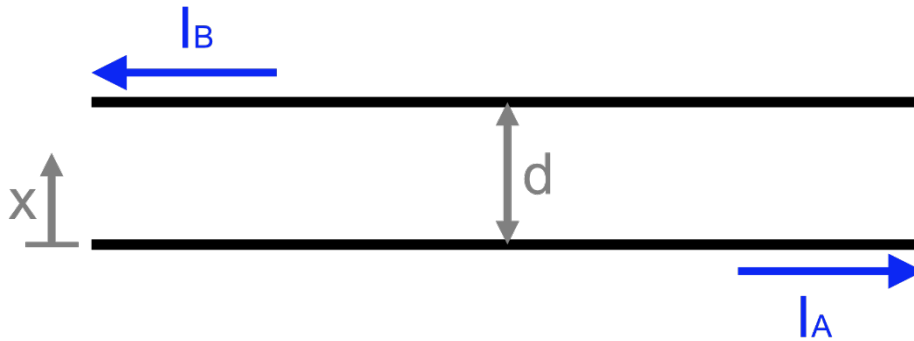
[SV] Studera operationsförstärkarkretsen ovan.

- Beräkna utspänningen som funktion av de båda inspänningarna V_1 och V_2 . Antag ideal operationsförstärkare. (2p)
- Om V_1 har en spänning mellan $\pm 5 \text{ V}$ och V_2 en spänning mellan $\pm 3.3 \text{ V}$, vilken matningsspänning V_{cc} krävs för att förhindra att utspänningen satureras? (1p)

[EN] Consider the operational amplifier circuit above.

- Calculate the output voltage as a function of the two input voltages V_1 and V_2 . Assume ideal operational amplifier. (2p)
- Consider that V_1 ranges from $\pm 5 \text{ V}$, and V_2 ranges from $\pm 3.3 \text{ V}$. What supply voltage V_{cc} is required to prevent the output voltage from saturating? (1p)

Question 6: Electromagnetism (3p)



[SV] Ett par oändligt långa trådar ligger parallellt med varandra, åtskilda av ett avstånd d . Både trådar bär en ström $I_A = I_B$

- Skriv en ekvation som beskriver styrkan hos magnetfältet (in/ut på sidan) på ett avstånd x från tråd A. (2p)
- På vilket avstånd d upphäver de två magnetfälten från de två trådarna varandra? (1p)

[EN] A pair of infinitely long wires lie parallel to each other, separated by a distance d . Each wire carries a current $I_A = I_B$

- Write an equation which describes the strength of the magnetic field (in/out of the page) at a distance x from wire A. (2p)
- At what distance d do the magnetic fields from the two wires canceled out? (1p)