

Lösningar till tentamen i fysik för BI - 2016-08-24

- 1a. Med vatten mellan 21 och 49 °C har vi inte några fasövergångar varför:

$$Q = mc\Delta T \Rightarrow m = \frac{Q}{c\Delta T} = \frac{5,25 \cdot 10^9 \text{ J}}{4180 \text{ J/kgK} \cdot 28 \text{ K}} = 4,477 \cdot 10^9 \text{ kg} = 44,8 \text{ m}^3.$$

- 1b. Med Glaubersalt däremot får vi en fasövergång, eftersom smältpunkten är 32 °C.

$$Q = Q_{\text{fast}}(T = 21 \rightarrow 32) + Q_{\text{smält}} + Q_{\text{vätska}}(T = 32 \rightarrow 49)$$

$$Q = m \cdot [c_1\Delta T_1 + \ell_s + c_2\Delta T_2] =$$

$$m \cdot [1930 \text{ J/kgK} \cdot 11 \text{ K} + 2,42 \cdot 10^5 \text{ J/kg} + 2850 \text{ J/kgK} \cdot 17 \text{ K}] = m \cdot 3,12 \cdot 10^5 \text{ J} \Rightarrow$$

$$m = 1,68 \cdot 10^4 \text{ kg} \Rightarrow V = 10,5 \text{ m}^3.$$

2. Frysskåpets area = $2 \cdot (1,5 \cdot 1 + 1,5 \cdot 1 + 1 \cdot 1) = 8 \text{ m}^2$.

- a) Via värmeledning tillförs effekten

$$P = \lambda \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x} = 0,015 \text{ (W/mK)} \cdot 8 \text{ (m}^2) \cdot \frac{60 \text{ (K)}}{0,1 \text{ (m)}} = 72 \text{ W}$$

- b) Denna effekt måste kylas bort för att upprätthålla temperaturskillnaden.

$$K_f = \frac{Q_{\text{in}}}{W} = \frac{dQ_{\text{in}}/dt}{dW/dt} = \frac{P_{\text{in}}}{P_{\text{el}}} = \frac{T_k}{T_v - T_k}$$

$$K_f = \frac{243}{60} = 4,05 \Rightarrow P_{\text{el}} = \frac{72 \text{ (W)}}{4,05} = 17,8 \text{ W}.$$

3. För en isoterm process gäller att $W = nRT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$.

Startvolymen $V_1 = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi \cdot (8 \cdot 10^{-3} \text{ (m)})^3 = 2,14 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ och starttrycket

$$p_1 = p_0 + \rho_{\text{vatten}}gh = 3,46 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2. \quad p_2 = p_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2.$$

Vid konstant temperatur gäller $p_1V_1 = p_2V_2 = nRT$ och

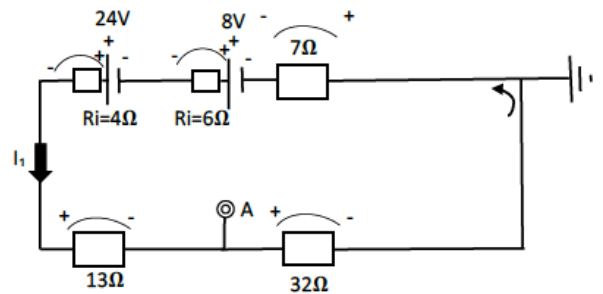
$$W = nRT \ln\left(\frac{p_1}{p_2}\right) = p_1V_1 \ln\left(\frac{p_1}{p_2}\right) = 0,74 \text{ (Nm)} \cdot 1,23 = 0,91 \text{ J}$$

4. Det krävs ett arbete $W = mgh$ att pumpa upp vattnet men samtidigt utvinns energin $Q = mc\Delta T$ i värmexchangen. Nettoeffekten P ges av:

$$P = \frac{d}{dt}(mc\Delta T - mgh) = \frac{d}{dt}\rho V(c\Delta T - gh) = \rho\phi(c\Delta T - gh), \text{ där volymsflödet } \phi = \frac{dV}{dt}.$$

$$P = \frac{1000 \text{ (kg/m}^3) \cdot 4,2 \text{ (m}^3)}{60 \text{ (s)}} [4190 \text{ (J/kg} \cdot \text{K)} \cdot 38 \text{ (K)} - 9,81 \text{ (m/s}^2) \cdot 2000 \text{ (m)}] = 9,8 \text{ MW}$$

- 5a. Vad är potentialen I punkten A I kretsen nedan då de inre resistanserna i batterierna är 4 och 6 ohm.



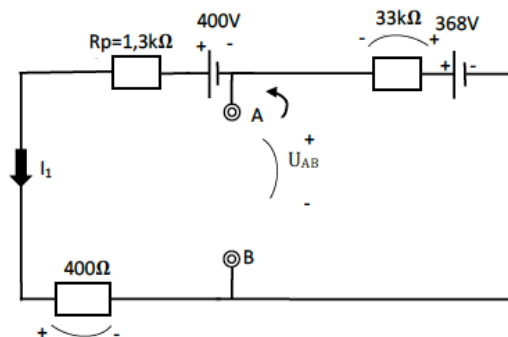
Kirchoffs potentialvandring från jord punkten, Hela varvet:

$$0 = -7I_1 + 8 - 6I_1 + 24 - 4I_1 - 13I_1 - 32I_1 \Rightarrow 32 = 62I_1 \Rightarrow I_1 = 0.52A$$

Potentialen i punkt A blir då:

$$-7 \cdot 0.52 + 8 - 6 \cdot 0.52 + 24 - 4 \cdot 0.52 - 13 \cdot 0.52 = U_A \Rightarrow U_A = +16.4V$$

- 5b) Beräkna spänningen mellan punkterna A och B till storlek och tecken



$$\frac{1}{R_{\text{parallell}}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{8} \text{ medför } R_{\text{parallell}} = 1,3k\Omega$$

Kirchoffs potentialvandring, hela slingan från punkten A

$U = R \cdot I$, vi ansätter ett U_{AB} med en godtycklig riktning

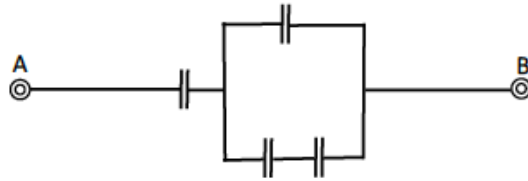
$$+400V - 1300I_1 - 400I_1 + 368V - 33000I_1 = 0 \Rightarrow 768 - 34700I_1 = 0 \Rightarrow I_1 = \frac{768}{34700} = 0.022A$$

Spänningen I punkten A är (Från A) :

$$+400V - 1300 \cdot 0.022 - 400 \cdot 0.022 + U_{AB} = 0 \Rightarrow$$

$$+400V - 28,6V - 8,8V + U_{AB} = 0 \Rightarrow U_{AB} = -362.6V \text{ med införda tecken}$$

5c Beräkna ersättningskapacitansen mellan punkterna A och B i kretsschemat nedan. Samtliga kapacitanser har värdet $8 \mu\text{F}$.

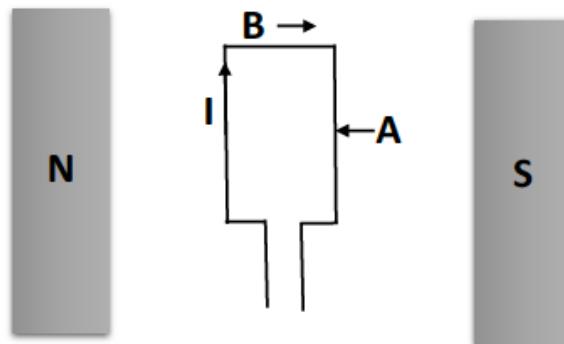


Serie kapacitansen i den nedre delen: $\frac{1}{C_{\text{serie}}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{8}$ medför $C_{\text{serie}} = 4\mu\text{F}$

övre och undre delens parallell koppling: $= 8+4= 12\mu\text{F}$

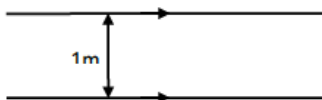
Totala kapacitansen blir då: $\frac{1}{C_{\text{serie}}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{12}$ vilket blir: $= 4,8\mu\text{F}$

6a En strömslinga I ett magnetfält betraktas rakt uppifrån. En punkt på slingan är markerad med A. Åt vilket håll är kraftverkan riktad i denna punkt ?



Högerhands regeln ger med V i strömmens riktning att kraftverkan är riktad rakt ut från papperets plan i punkten A.

6b Två stycken 1 meter långa parallella ledare på ett avstånd av 1 meter genomflyts av strömmen 1A. Med hur stor kraft påverkar ledarna varandra ?



$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \text{ och } F = BIL \text{ vilket ger:}$$

$$B = \frac{4\pi 10^{-7} \cdot 1}{2\pi 1} = 2 \cdot 10^{-7} T$$

dvs $F = BIL = 2 \cdot 10^{-7} N$

6c

$$L = \mu_0 \frac{N^2 A}{l} = 4\pi 10^{-7} \frac{248^2 \cdot 7 \cdot 10^{-4}}{1} = 5.4 \cdot 10^{-5} H$$

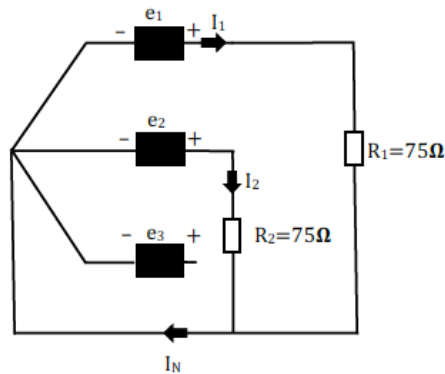
7.

$$U = \frac{W}{q} \rightarrow W = q \cdot U$$

$$\frac{mv^2}{2} = q \cdot U$$

$$V = \sqrt{\frac{2qU}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1.602 \cdot 10^{-19} \cdot 400}{0.911 \cdot 10^{-30}}} = 1.8 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

8. Rita ett skalenligt visardiagram över strömmarna I_1, I_2, I_N i trefas växelströmskretsen nedan. Beräkna I_N antingen geometriskt eller med cosinussatsen. Effektivvärdet av fasspänningen är 230V. Strömmen I_N är summan av I_1 och I_2 men i storleksordning lika stor som I_1 , beskriv i tekniska termer varför det är på detta sätt.



$$I_N = I_1 + I_2$$

Kirchoffs potentialvandring ger:

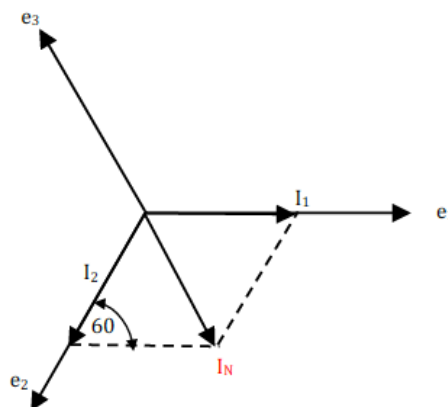
$0 = +e_1 - 75I_1 \rightarrow e_1 = 75I_1$ Här ser vi att strömmen I_1 "ligger i fas med e_1 ", I_1 skall alltså ritas i fas e_1 .

$0 = +e_2 - 75I_2 \rightarrow e_2 = 75I_2$ Här ser vi att strömmen I_2 "ligger i fas med e_2 ", I_2 skall alltså ritas i fas e_2 .

$$I_1 = \frac{230}{75} = 3.07A$$

$$I_2 = \frac{230}{75} = 3.07A$$

I trefassystemet är faserna fäskjutna 120 grader mot varandra, och behandlas därför som vektorer vid beräkningar med växelströmskretsar. Vid identisk belastning i alla 3 faserna blir nollströmmen 0A om vi inte har någon fäskjutning.



$$I_N = \sqrt{3.07^2 + 3.07^2 - 2 * 3.07 * 3.07 \cos 60} = 2.98A$$