

FY3 Energia ja lämpö

1.6 a) Termodynaamisen systeemin geustyyppit:
 avustettu, suljettu ja avoin systeemi
 b) Termodynaamisessa systemissä lämpöenergia ei säilyy, vaan siirtyy systeemin ulkopuolelle (esimerkiksi lämpöenergia siirtyy lämpöjohtavuuden kautta ympäristöön).

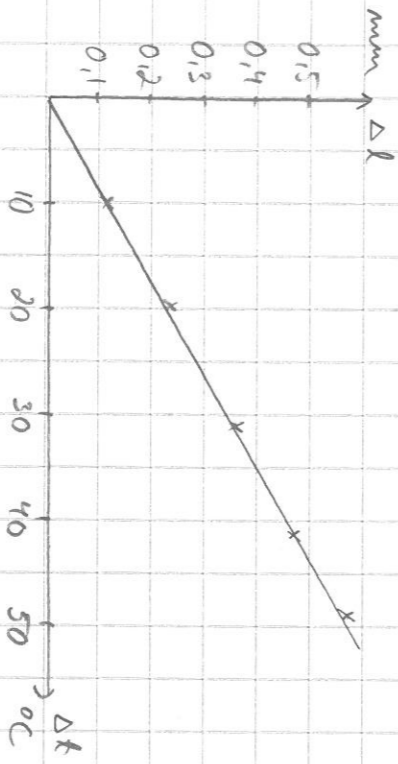
1.3 a) $T = (32 + 273,15) K = 310,15 K = 310 K$
 b) $t = (133,6 - 273,15) ^\circ C = 1062,85 ^\circ C = 1063 ^\circ C$
 c) $\Delta T = 22 ^\circ C - (-18 ^\circ C) = 40 ^\circ C$
 $\Delta T = (22 + 273,15) K - (-18 + 273,15) K = (22 + 18) K = 40 K$

2.18 Yhteensä se aikio lämpimästä kädystä lähtevän lämpöenergian lämmen turpeena.

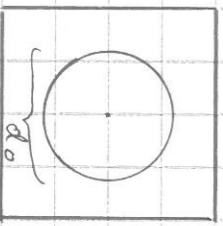
3.6 a) Kun kappaleen lämpöenergia on kaksinkertainen, se tarkoittaa, että sen lämpöenergia on kaksinkertainen alkuperäiseen verrattuna.
 b) $l_0 = 1,00 m$; $t_0 = 20,0 ^\circ C$; $t = 145,0 ^\circ C$; $\alpha = 16,8 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ C}$
 $\Delta l = \alpha l_0 \Delta t = 16,8 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ C} \cdot 100 m \cdot (145,0 ^\circ C - 20,0 ^\circ C) = 0,0021 m$
 \Rightarrow pituus kasvaa 2,1 mm

3.11 1^o Graafin muotoilu:
 2^o Tarkastetaan liittyvä ylöspäin:
 3^o Pituuden lämpölaajeneminen: $\Delta l = \alpha l_0 \Delta t$
 4^o Alueen laajeneminen: $\Delta A = 2 \alpha l_0 \Delta t$

$\Delta t / ^\circ C$	10	20	30	40	50	60
$\Delta l / mm$	0,11	0,23	0,36	0,47	0,57	0,68



4^o Käytännössä:
 $\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta t} \approx 0,0116271 \frac{mm}{^\circ C}$
 $\alpha = \frac{\Delta A}{A_0 \Delta t} = \frac{2 \alpha l_0 \Delta t}{A_0 \Delta t} = \frac{2 \alpha l_0}{A_0} = 1,18402 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ C} = 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ C}$
 maal: $\alpha (Fe) = 11,7 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K} \Rightarrow$ alusta



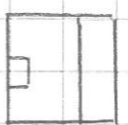
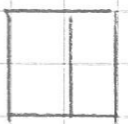
3.18 a) $d_0 = 42,6 mm$; $t_0 = 22,5 ^\circ C$
 $t = 37,8 ^\circ C$; $\alpha = 16,8 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ C}$
 b) $\Delta d = \alpha d_0 \Delta t = 16,8 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ C} \cdot 42,6 mm \cdot (37,8 ^\circ C - 22,5 ^\circ C) = 11,7 \cdot 10^{-6} m = 11,7 \mu m$

4.6 a) $A = A_0 (1 + \beta \Delta t) = \pi \left(\frac{d_0}{2} \right)^2 (1 + 2\alpha \Delta t)$
 $= \pi \left(\frac{42,6 mm}{2} \right)^2 (1 + 2 \cdot 16,8 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ C} \cdot (37,8 ^\circ C - 22,5 ^\circ C))$
 $\approx 1428,92 mm^2 \approx 1430 mm^2$
 c) $\frac{A}{A_0} = 1 + \beta \Delta t = 1 + 2\alpha \Delta t = 1 + 2 \cdot 16,8 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ C} \cdot (37,8 ^\circ C - 22,5 ^\circ C)$
 $\approx 1,00253 \Rightarrow$ kasvaa 0,25%

4.7 a) $Q = c m \Delta t$
 $Q = c m_{vesi} \Delta t_{vesi} + c m_{alumiini} \Delta t_{alumiini}$
 $Q = c m_{vesi} \Delta t_{vesi} + c m_{alumiini} \Delta t_{alumiini}$
 $Q = c m_{vesi} \Delta t_{vesi} + c m_{alumiini} \Delta t_{alumiini}$
 $Q = c m_{vesi} \Delta t_{vesi} + c m_{alumiini} \Delta t_{alumiini}$

b) $m = 1650 g$; $t_1 = 75 ^\circ C$; $t_2 = 21 ^\circ C$; $Q = 71 MJ$
 a) $Q = c m \Delta t = 0,900 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C} \cdot 0,25 kg \cdot (100 ^\circ C - 45 ^\circ C) = 12,375 kJ \approx 12,4 kJ$
 b) $Q = c m \Delta t = 12,375 kJ$

b) $c = c_m$ | :m
 $c = \frac{Q}{m \Delta t} = \frac{1,31481 \cdot 10^6 J}{1650 kg \cdot (75 - 21) ^\circ C} \approx 736,857 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \approx 737 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$



$m_1 = 650 g$; $m_2 = 210 g$; $t = 24,0 ^\circ C$
 $t_1 = 75 ^\circ C$; $t_2 = 100 ^\circ C$
 $c_1 = 4,18 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$; $c_2 = ?$

Oletetaan, että kalorimetri on hyvin lämpöeristetty, jolloin energian siirtymisen lämpöenergia systeemin ja ympäristön välillä on vähäinen. Tällöin $Q(kalorimetri) = Q(vesi) + Q(alumiini)$

$c_2 m_2 (t_2 - t) = c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_2)$
 $c_2 = \frac{c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_2)}{m_2 (t_2 - t)}$
 $c_2 = \frac{(24,0 ^\circ C - 75,0 ^\circ C) (4,18 \cdot 10^3 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \cdot 0,65 kg) + c_2 (24,0 ^\circ C - 100,0 ^\circ C)}{0,21 kg \cdot (100,0 ^\circ C - 24,0 ^\circ C)}$
 $c_2 = 525,470 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \approx 530 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$

a) A: kiinteä, B: neste, C: kaasun
 b) 1: sulaminen
 2: sulaminen
 3: höyrystyminen
 c) P: palaminen \rightarrow kaikki prosessit ovat käänteisiä
 neitse käänteisiä, neidän käänteisiä \rightarrow lämpöenergia siirtyy \rightarrow käänteisiä \rightarrow käänteisiä \rightarrow käänteisiä \rightarrow käänteisiä