

## 9 Energian sitoutuminen ja vapautuminen

### Lämpökapasiteetti

Tutkimus: Vesiastian lämpökapasiteetti

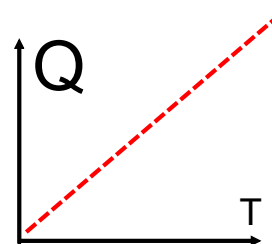
Lämmitysteho  $P = 33 \text{ W} = 33 \text{ J/s}$

Kahdessa minuutissa syötetty lämpöenergia

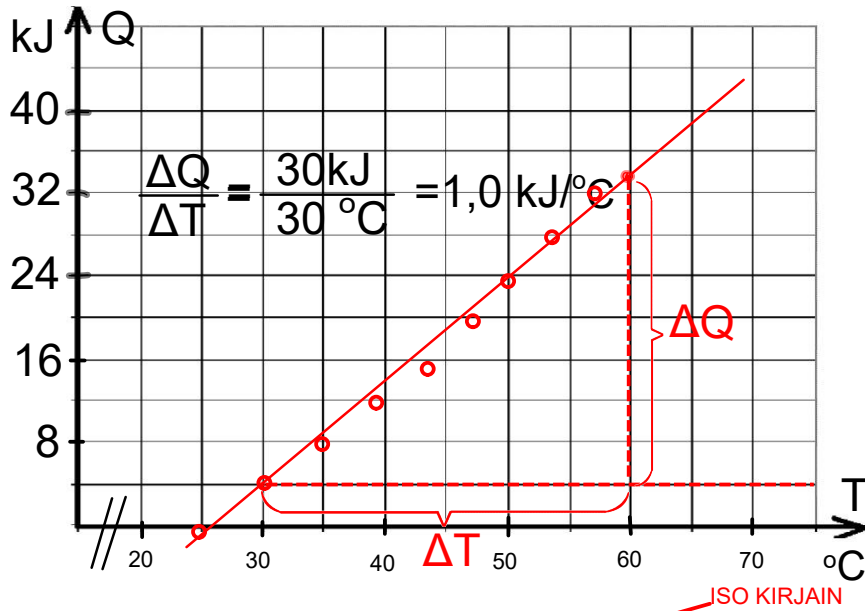
$$Q = P \cdot t = 33 \text{ J/s} \cdot 120 \text{ s} = 3960 \text{ J} \approx 4,0 \text{ kJ.}$$

helmi 6-8:39

t(min)	T(°C)	Q(kJ)
0,0	25,4	0,0
2,0	30,5	4,0
4,0	34,8	8,0
6,0	39,1	12,0
8,0	43,1	16,0
10,0	46,8	20,0
12,0	50,3	24,0
14,0	53,6	28,0
16,0	56,6	32,0



helmi 6-9:01

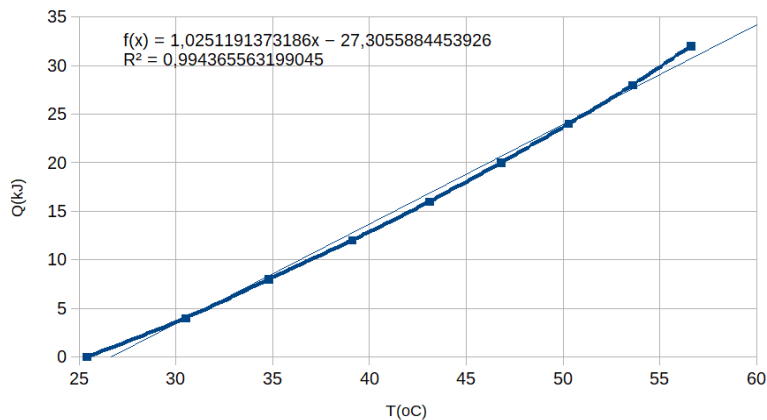


Systemin lämpökapasiteetti  $C$  on suoran fysikaalinen kulmakerroin, ts.

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{30 \text{ kJ}}{30 \text{ }^\circ\text{C}} = \underline{1,0 \frac{\text{kJ}}{^\circ\text{C}}}$$

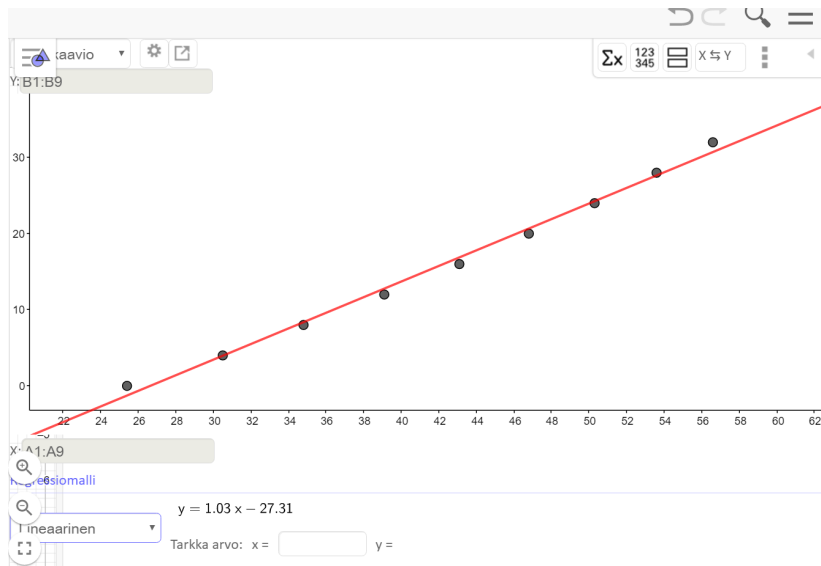
helmi 6-9:15

Librellä tehty kuvaaja:



maalis 28-14:41

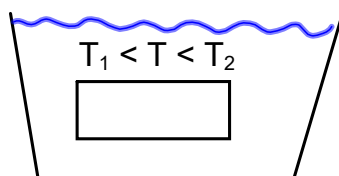
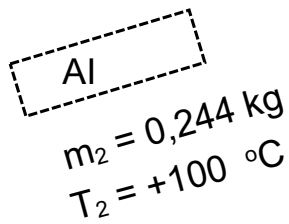
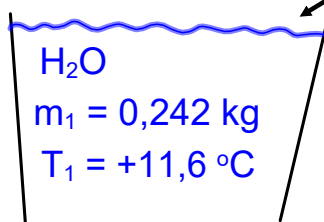
## Geogebralla tehty kuvaaja:



maalis 28-14:46

## Ominaislämpökapasiteetti

Tutkimus:



Lopputilanne:  
Mitattu loppulämpötila  
 $T = +24,8 \text{ °C}$

Loppulämpötila =  $T$ ,  $T_1 < T < T_2$

helmi 6-9:53

## Teoreettisen loppulämpötilan laskenta

### Tietyn aineen OMINAISLÄMPÖKAPASITEETTI

Lämpökapasiteetti,  
ISO KIRJAIN

pieni kirjain

$$c = \frac{C}{m} = \frac{\Delta Q}{\Delta T \cdot m}$$

$$\Delta Q = cm\Delta T$$

*c* riippuu aineesta

$$[c] = \frac{[\Delta Q]}{[m] \cdot [\Delta T]} = \frac{1\text{J}}{1\text{kg} \cdot 1^\circ\text{C}} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

helmi 6-10:14

Lasketaan teoreettinen loppulämpötila T:

1. Vesi lämpenee:  $T_1 \rightarrow T$

Lämpöenergian muutos

$$\Delta Q_1 = c_1 m_1 \Delta T_1 = c_1 m_1 (T - T_1)$$

$> 0$

2. Alumiinikappale jäähtyy:  $T \leftarrow T_2$

Vastaava lämpöenergian muutos

$$\Delta Q_2 = c_2 m_2 \Delta T_2 = c_2 m_2 (T_2 - T)$$

$> 0$

helmi 6-18:58

Energian säilymlaki:  $\Delta Q_1 = \Delta Q_2$  eli

Lämpöä

Jäähtyy

$$c_1 m_1 (T - T_1) = c_2 m_2 (T_2 - T)$$

$$c_1 m_1 T - c_1 m_1 T_1 = c_2 m_2 T_2 - c_2 m_2 T$$

$$c_1 m_1 T + c_2 m_2 T = c_1 m_1 T_1 + c_2 m_2 T_2$$

$$(c_1 m_1 + c_2 m_2) T = c_1 m_1 T_1 + c_2 m_2 T_2$$

$$T = \frac{c_1 m_1 T_1 + c_2 m_2 T_2}{c_1 m_1 + c_2 m_2}$$

$$m_1 = 0,242 \text{ kg}, \quad T_1 = 11,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m_2 = 0,244 \text{ kg}, \quad T_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c_1 = 4190 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$c_2 = 900 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$= \dots \approx 27,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

KT 9.3, 9.5, 9.8

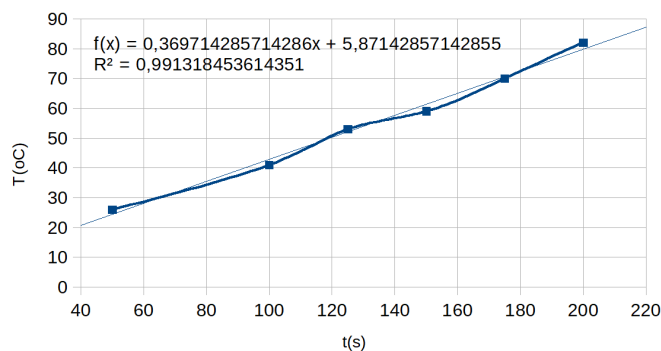
SIJOITA JA LASKE ...

Mitattu loppulämpötila  
 $T = +24,8 \text{ }^\circ\text{C}$

helmi 6-19:02

## 9.8

Määritetään veden lämmitysnopeus:



$$\text{Tulos: } \frac{\Delta T}{\Delta t} = 0,3697 \text{ }^\circ\text{C/s}$$

maalisk. 28-15.57

Lämmitykseen tarvittava energia  
 $\Delta Q = cm\Delta T$  ja lämmitysteho eli  
 tuottoteho

$$P_{\text{tuotto}} = \Delta Q / \Delta t$$

Siis  $\Delta Q = P_{\text{tuotto}} \Delta t$  ja  $\Delta Q = cm\Delta T$  eli  
 $P_{\text{tuotto}} \Delta t = cm\Delta T \quad | : \Delta t$  eli

$$P_{\text{tuotto}} = cm \frac{\Delta T}{\Delta t}$$

$$= 4190 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot 1,000 \text{ kg} \cdot 0,36971 ^\circ\text{C/s}$$

$$\approx 1549 \text{ J/s} \approx 1,5 \text{ kW.}$$

maalisk. 28-16.23

Hyötysuhde

$$\eta = \frac{P_{\text{tuotto}}}{P_{\text{otto}}} = \frac{1549 \text{ W}}{1600 \text{ W}} \approx 0,9681 \approx 0,97.$$

maalisk. 28-16.35