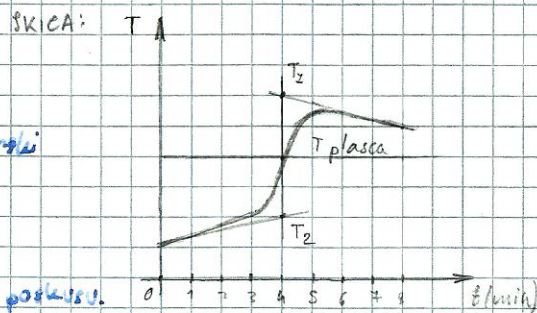


- 2./ Merjenec steklano, damo v tulec, ki visi v lojcu z vročo vodo. Tulec se nato segreva samo v pari. Segrevamo dovolj časa, da merjenec doseže temperaturo okoli vrelišča vode. Temperaturo merjenca izmerimo tako, da v luknjo ki leži v spredi merjenca vstavimo termometer.
- 3./ Medtem razstavimo kalorimeter in steklano posodo. Napolnimo jo z vodo do dveh tretjin in ponovno izmerimo maso. Posebej steklano je merilo, ocenimo ali izmerimo specifično toploto mešana (ovoj zamenjamo) in ocenimo prostornino čistega dela stude, ki je pri meritvi potopljen v vodo. Iz teh meritev in danih podatkov lahko določimo toplotno kapaciteto.
- 4./ Sestavimo kalorimeter. Kalorimetroško posodo z vodo položimo v kalorimeter in jo karučemo tako, da lahko postavimo poudo. Previdno pokrijemo kalorimeter in vključimo mešanje, pri tem poskušamo, da se mešalec nemoteno vrti na spodi posode in pustimo mešalec, da meša 5 do 10 minut.
- 5./ Ko je vse pripravljeno in je merjenec gotov, počujemo meritev s pritiskom na gumb začni in počakamo še pol minute. Nato odpremo kalorimeter, previdno vanj spustimo merjenec in pokrijemo. Med meritvijo prevečamo delovanje mešala (s poslušanjem zvoka pri mešanju).
- 6./ Na zadnjem se nam izide časovni potek temperature! Diagram ima tri del A segrevanje pred poskusom, B izenakevanje temperature (glavni potek) in C ohlajevanje po poskusu. Segrevanje in ohlajanje sta pri dovolj dobri toplotni izolaciji in ne predolgem času meritve linearna in skoraj vzporedna. Ko se temperature ustali smo ustavili meritev in skicali graf!

OP: Pri grafu podajšam ustrezni prečni, kot kaže plin. Potegnem tudi pravokotnico na časovno os tako, da sta izbrani poudini enaki. Presečišči T_2 in T_2 sta ekstrapolirani vrednosti za začetno temperaturo v kalorimetroški posodi in zmereno temperaturo. Z izmerjenimi količinami na koncu izračunam specifično toplotno merjenje.

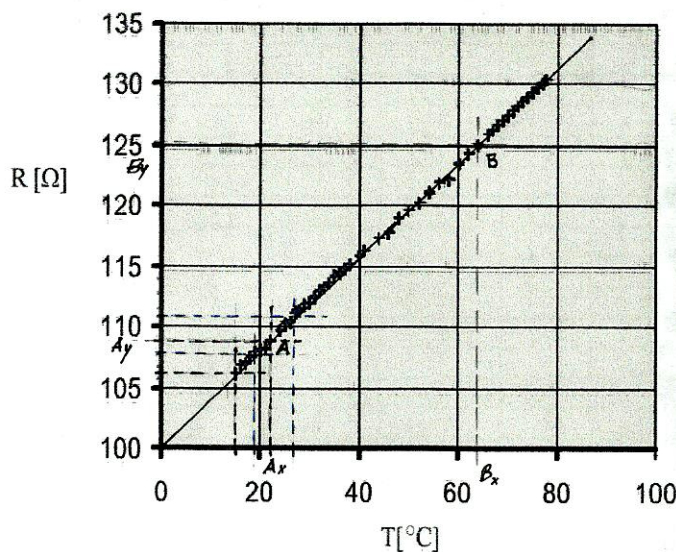


OP: Pri bližni časovni potek spreminjanja temperature pri poskusu.

5. MERITVE

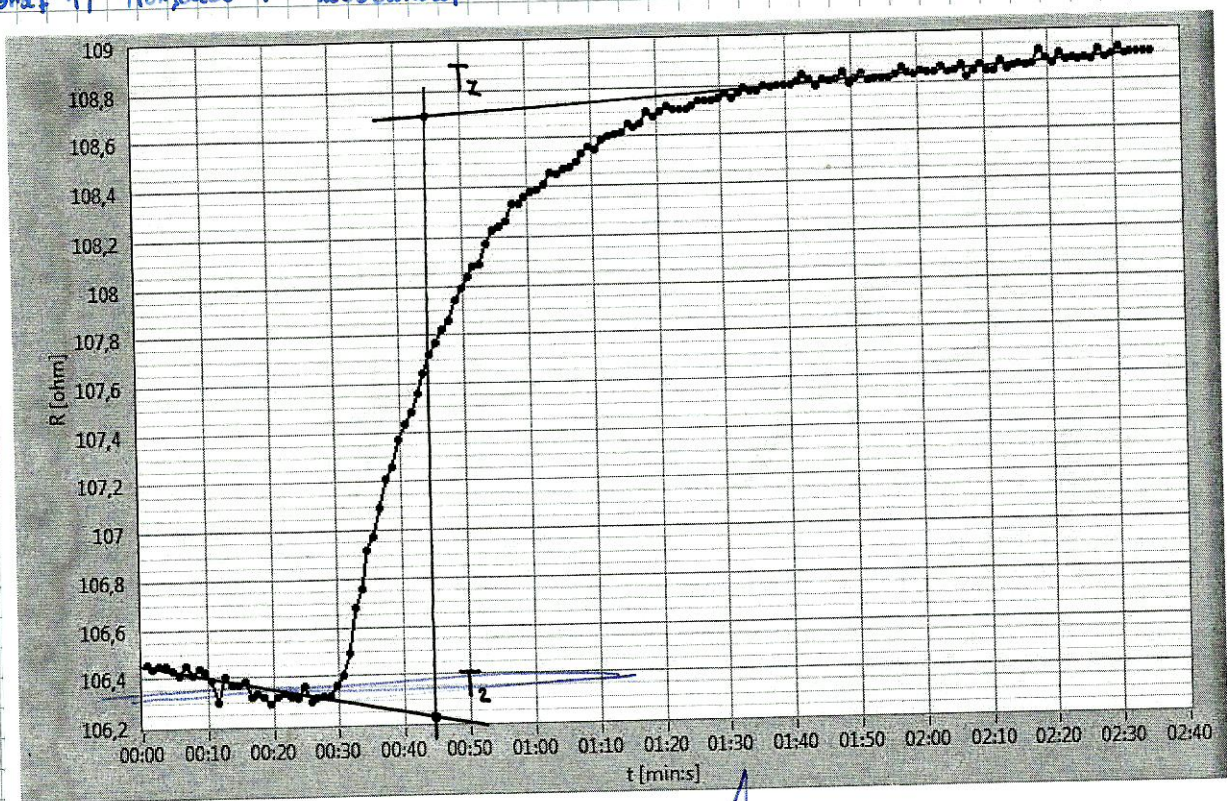
$m' = 291g$
 $c' = 360 J/kgK$
 $c_i = 494 J/kgK$
 $c_v = 4181 J/kgK$
 $m_m = 5g$
 $c_{pf} = 130 J/kgK$
 $V_{ot} = 0,88 cm^3$
 $\rho_{pf} = 21450 kg/m^3$

M1;	M2;
$m_{md} = 425g$	$m_i = 678g$
$m_v = 696g$	$m_v = 726g$
$T_1 = 99^\circ C$	$T_1 = 98^\circ C$
$T_2 = 272 K$	$T_2 = 276 K$
$T_k = 278 K$	$T_k = 285 K$



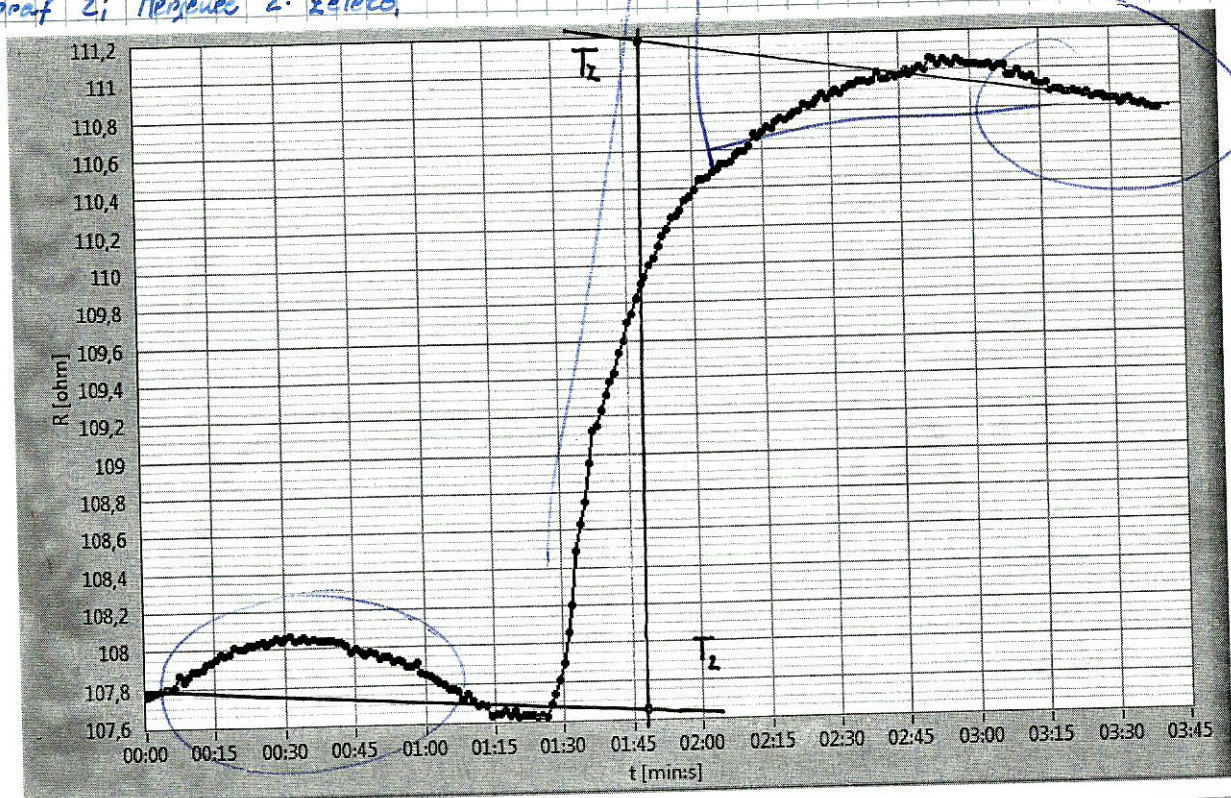
6. GRAFI

Graf 1: Merjenje 1: medenina.



Mania T.
h.m.

Graf 2: Merjenje 2: železo.



7. IZRAČUNI

Izračun koeficienta vmenitvene krivulje:

$$A(x_1, y_1) = (23^\circ\text{C}, 109\ \Omega) \\ B(x_2, y_2) = (64^\circ\text{C}, 125\ \Omega)$$

$$(y_2 - y_1) = \frac{1}{k} (x_2 - x_1) \\ k(125 - 109) = (64 - 23)$$

$$k = \frac{41\ \text{K}}{16\ \Omega} = 2,56\ \text{K}/\Omega$$

Izračun temperaturnih vrednosti:

$$\text{M1.) } T_1 = 29^\circ\text{C} = 372\ \text{K} \\ T_2 = 106,23\ \Omega \cdot 2,56\ \text{K}/\Omega = 272\ \text{K} \\ T_2 = 108,7\ \Omega \cdot 2,56\ \text{K}/\Omega = 278\ \text{K}$$

$$\text{M2.) } T_1 = 98^\circ\text{C} = 371\ \text{K} \\ T_2 = 107,65\ \Omega \cdot 2,56\ \text{K}/\Omega = 276\ \text{K} \\ T_2 = 111,2\ \Omega \cdot 2,56\ \text{K}/\Omega = 285\ \text{K}$$

Izračun toplotnih kapacitet:

Predpostavimo, da imamo oporaba z homogenimi telesi in je zato toplotna kapaciteta enaka produktu mase telesa in njegove specifične toplote.

$$\bullet C_{\text{voda}} = m_1 \cdot c_v = 0,696\ \text{kg} \cdot 4180\ \text{J/kgK} = 2910\ \text{J/K}$$

$$\bullet C_{\text{voda}} = m_2 \cdot c_v = 0,726\ \text{kg} \cdot 4180\ \text{J/kgK} = 3035,4\ \text{J/K}$$

$\bullet C'$ (kalorimetrične posode);

$$C' = m' \cdot c_{\text{posode}} = 0,23\ \text{kg} \cdot 360\ \text{J/kgK} = 82,8\ \text{J/K}$$

$\bullet C_p$ (platinske sonde);

$$C_p = m_p \cdot c_p = \rho_p \cdot V_p \cdot c_p = 21450\ \text{kg/m}^3 \cdot 0,88 \cdot 10^{-6}\ \text{m}^3 \cdot 130\ \text{J/kgK} = 2,45\ \text{J/K}$$
$$= 0,019\ \text{kg} \cdot 130\ \text{J/kgK} = 2,47\ \text{J/K}$$

$\bullet C_m$ (železnega merilaja);

$$C_m = m_m \cdot c_m = 0,005\ \text{kg} \cdot 494\ \text{J/kgK} = 2,47\ \text{J/K}$$

OP: Ker toplotna kapaciteta pove koliko toplote mora prejeti telo, da se segreje za en kelvin, lahko enačimo toplotno kapaciteto medijev z seštevkom ostalih kapacitet:

$$C_x = C' + C_p + C_m + C_v$$

$$\text{M1.) } C_1 = 82,8\ \text{J/K} + 2,45\ \text{J/K} + 2,47\ \text{J/K} + 2910\ \text{J/K} = 3000,72\ \text{J/K}$$

$$\text{M2.) } C_2 = 82,8\ \text{J/K} + 2,45\ \text{J/K} + 2,47\ \text{J/K} + 3035,4\ \text{J/K} = 3123,72\ \text{J/K}$$

Izračun specifičnih toplot medijev:

$$\text{M1.) } c_1 = \frac{C_1}{m_1} \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_1 - T_2} = \frac{3000,72\ \text{J/K}}{0,125\ \text{kg}} \cdot \frac{278\ \text{K} - 272\ \text{K}}{372\ \text{K} - 272\ \text{K}} = 453,5\ \text{J/kgK}$$

$$\text{M2.) } c_2 = \frac{C_2}{m_2} \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_1 - T_2} = \frac{3123,72\ \text{J/K}}{0,678\ \text{kg}} \cdot \frac{285\ \text{K} - 276\ \text{K}}{371\ \text{K} - 285\ \text{K}} = 487,0\ \text{J/kgK}$$

8. NAPAKE

Sistematične napake: sama metoda je bila za našo pogoj relativno zelo dobra, saj med samo izmenjavo toplote, kaj ne bi prišlo do razmeroma pomembnih izgub. Vprašljivo je samo merilo saj je nemogoče opredeliti toplotno vsebino, kar pa je minimalno opazilo na graf. Temperaturne nihanja, čeprav platinske sonda vrga dno zaradi postojnosti. Edina pomembnejša napaka je v tem, da niso vsa telesa ob istem času (prišlo upogoj) in da poizkušamo različne temperaturne vrednosti (različne prenosne...

Slučajne napake: do najbolj očitno je prišlo zaradi nepravilnega oporaba, ki je povzročila oporno napako ob krivulji odčitavanja. Zaradi tega smo morali uporabiti tudi večkrat novo metodo. Poizkušali pa bi lahko tudi samo pri prenosu toplote, ki bi se izmenjavala toplota - povzročila bi bila napako, kot pa smo ga namreč pred uporabo.

Izračun in kombiniranje napak:

$$\Delta C_x = \left(\left| \frac{\Delta m_1}{m_1} \right| + \left| \frac{\Delta C_1}{C_1} \right| \right) \cdot m_1 \cdot C_1 + \left(\left| \frac{\Delta m_{Vx}}{m_{Vx}} \right| + \left| \frac{\Delta C_V}{C_V} \right| \right) \cdot m_{Vx} \cdot C_V + \left(\left| \frac{\Delta m_p}{m_p} \right| + \left| \frac{\Delta C_p}{C_p} \right| \right) \cdot m_p \cdot C_p + \left(\left| \frac{\Delta m_{Kz}}{m_{Kz}} \right| + \left| \frac{\Delta C_K}{C_K} \right| \right) \cdot m_{Kz} \cdot C_K$$

$$\left| \frac{\Delta C_x}{C_x} \right| = \left| \frac{\Delta C_1}{C_1} \right| + \left| \frac{\Delta m_{Vx}}{m_{Vx}} \right| + \left| \frac{\Delta T_2 + \Delta T_2}{T_2 - T_2} \right| + \left| \frac{\Delta T_1 + \Delta T_1}{T_1 - T_2} \right|$$

$$\begin{aligned} \text{I1.) } \Delta C_1 &= \left(\frac{0,0001}{0,294} + \frac{1}{360} \right) \cdot 104,8 \text{ J/K} + \left(\frac{0,1}{696} + \frac{1}{4180} \right) \cdot 2310 \text{ J/K} + \left(\frac{0,1}{19} + \frac{1}{130} \right) \cdot 2,45 \text{ J/K} + \left(\frac{0,1}{5} + \frac{1}{494} \right) \cdot 2,47 \text{ J/K} = \\ &= \underline{1,53 \text{ J/K}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{I2.) } \Delta C_2 &= \left(\frac{0,1}{281} + \frac{1}{360} \right) \cdot 104,8 \text{ J/K} + \left(\frac{0,1}{726} + \frac{1}{4180} \right) \cdot 3035,4 \text{ J/K} + \left(\frac{0,1}{19} + \frac{1}{130} \right) \cdot 2,45 \text{ J/K} + \left(\frac{0,1}{5} + \frac{1}{494} \right) \cdot 2,47 \text{ J/K} = \\ &= \underline{1,56 \text{ J/K}} \end{aligned}$$

Izračun relativne napake specifične toplote:

$$\text{I1.) } p_{C_1} = \left| \frac{1,53}{3019,7} \right| + \left| \frac{1}{696} \right| + \left| \frac{0,1 + 0,1}{278 - 272} \right| + \left| \frac{0,1 + 0,1}{372 - 278} \right| = 0,051 = \underline{5,1\%}$$

$$\Delta C_1 = p_{C_1} \cdot C_1 = 0,051 \cdot 453,5 \text{ J/kg K} = \underline{23,2 \text{ J/kg K}}$$

$$\text{I2.) } p_{C_2} = \left| \frac{1,56}{3143,1} \right| + \left| \frac{1}{726} \right| + \left| \frac{0,2}{285 - 276} \right| + \left| \frac{0,2}{371 - 285} \right| = 0,026 = \underline{2,6\%}$$

$$\Delta C_2 = p_{C_2} \cdot C_2 = 0,026 \cdot 487,0 \text{ J/kg K} = \underline{12,9 \text{ J/kg K}}$$

9. REZULTATI

Skazi to vajo sem v celoti izračunal specifično toploto dveh menjšev in sicer medenine in pa železa. Poskus sva izvedli tako, da smo segreti menjšev ohlajali s kalonimetrovski posodi napolnjeni z vodo. Menili pa sva spremembo upornosti platinaste sonde, katere upornost je premo sorazmerna z temperaturo.

OP: Tekom vaje je prišlo do več napak, največje probleme sem imel z samim upornikom, saj je bil mehansko poškodovan in je zato naša vrednost morda nekoliko porušila na naše razumevanje večje pravice. Napaka sem do neke mere odpravil z poskusnim menjševom.

OP: Dobyeni vrednosti, sta relativno solidni. Izračunana vrednost specifične toplote železa je bolj kot ne popolnoma pravilna, medtem ko izračunana vrednost specifične toplote medenine ni najbolj pravilna oz. ima večjo napako od realne vrednosti. Sklepam da razlog leži v prenapetosti vodi, ki je za izračunavanje toplote potrebovala daljši čas kot pa sem si ga namenil pred začetkom meritve.

Rezultati:

- specifična toplota medenine; $C_{md} = 450 \pm 23 \text{ J/kg K}$
- specifična toplota železa; $C_K = 480 \pm 13 \text{ J/kg K}$