

# Soojus

Füüsika õppesessioon 2017, noorem rühm

Jonatan Kalmus

## VALEMID

Erisoojusega  $c$  ja massiga  $m$  aine soojendamiseks  $\Delta T$  võrra on vajalik soojushulk  $Q$

$$Q = cm\Delta T$$

Soojusmahtuvus on aine erisoojuse  $c$  ja massi  $m$  korrutis

$$C = cm$$

Sulamissoojusega  $\lambda$  ja massiga  $m$  aine sulatamiseks vajalik soojushulk  $Q$  (sulamistemperatuuril):

$$Q = m\lambda$$

Aurustumissoojusega  $L$  ja massiga  $m$  aine aurustumiseks vajalik soojushulk  $Q$  (keemistemperatuuril)

$$Q = mL$$

Võimsus on soojushulga (energia)  $\Delta Q$  muutumise kiirus aja  $\Delta t$  jooksul

$$P = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Kasutegur on kasuliku töö ja kogu töö suhe (või energiatega suhe)

$$\eta = \frac{A_{kasulik}}{A_{kogu}}$$

Soojusülekanne võimsus  $P$  läbi pinna pindalaga  $S$  temperatuuride vahe  $\Delta T$  korral, kus konstant  $k$  iseloomustab, kui hästi juhib mingi materjal soojust

$$P = Sk\Delta T$$

Temperatuur – aeg sõltuvuse graafikul on joone tõusu ( $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ ) järgi võimalik leida soojusülekanne võimsus  $P$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{cm\Delta T}{cm\Delta t} = \frac{\Delta Q}{cm\Delta t} = \frac{P}{cm} = \frac{P}{C}$$

Ühe mooli gaasi ruumala  $V$  on leitav temperatuuri  $T$ , rõhu  $p_0$  ja universaalse gaasikonstandi  $R = 8,31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$  abil (normaaltingimustel  $V = 22.4 \text{ l/mol}$ )

$$V = \frac{RT}{p_0}$$

## ÜL. 1 – KÜTTEPUUD (2006, piirkonnavoore, põhikool)

Mitu korda on kuiva kasepuu kütteväärtus suurem märja kasepuu kütteväärtusest, kui märjas kasepuus on massi järgi  $\delta = 12\%$  vett? Puud tuuakse õuest otse ahju. Temperatuur väljas on  $t_0 = 4^\circ\text{C}$ . Eeldada, et kasepuidu erisoojus võrreldes vee erisoojusega on tühine. Kuiva kasepuidu kütteväärtus  $k = 13 \text{ MJ/kg}$ , vee erisoojus  $c = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$  ja vee aurustumissoojus  $L = 2300 \text{ kJ/kg}$ .

## ÜL. 2 – BASSEIN (2006, lõppvoor, põhikool)

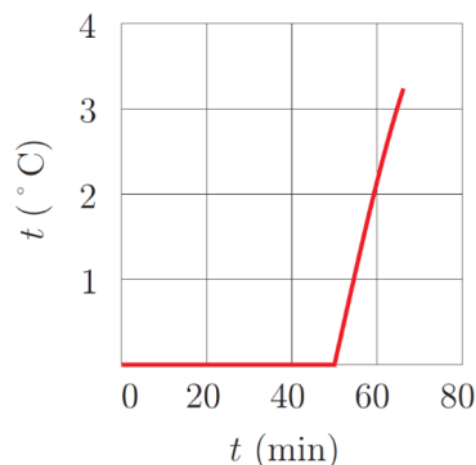
Bassein on pindalaga  $S = 200 \text{ m}^2$  ja sügavusega  $h = 1,8 \text{ m}$ . Basseini voolab kogu aeg vett kiirusega  $v = 5 \text{ l/s}$  ja algtemperatuuriga  $t_0 = 22,0 \text{ }^\circ\text{C}$ , sama kogus vett voolab välja üle ujula äärte. Loeme, et vee temperatuur basseinis on üle kogu ruumala sama. Öösel oli õhutemperatuur  $t_1 = 17,0 \text{ }^\circ\text{C}$  ja veetemperatuur basseinis  $t_{v1} = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Päeval, kui paistis päike, oli õhk soojenenud temperatuurini  $t_2 = 28,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Millise temperatuurini  $t_{v2}$  soojenes vesi? Kuidas muutuks vastus, kui basseini sügavus oleks väiksem? Vees neeldunud päikesekiirguse võimsus veepinna pindalaühiku kohta on  $P = 350 \text{ W/m}^2$ , vee ja õhu vahelise soojusvahetuse võimsus on võrdeline nende temperatuuride vahega. Vee tihedus on  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  ja erisoojus  $c = 4200 \text{ J/(kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$ .

## ÜL.3 – ÕHUAKEN (2009, lõppvoor, gümnaasium)

Tuba köetakse elektriradiaatoriga, mille võimsus  $P = 1 \text{ kW}$ . Välistemperatuur on  $t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ , toas püsib ühtlane temperatuur  $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Nüüd avatakse õhuaken ning õueõhku tuleb tuppa kiirusega  $v = 20 \text{ l/s}$ . Milliseks kujuneb toatemperatuur? Õhu võib lugeda ideaalseks gaasiks, mille soojusmahtuvus konstantsel rõhul ühe mooli kohta on  $C_p = \frac{7}{2} R$ .

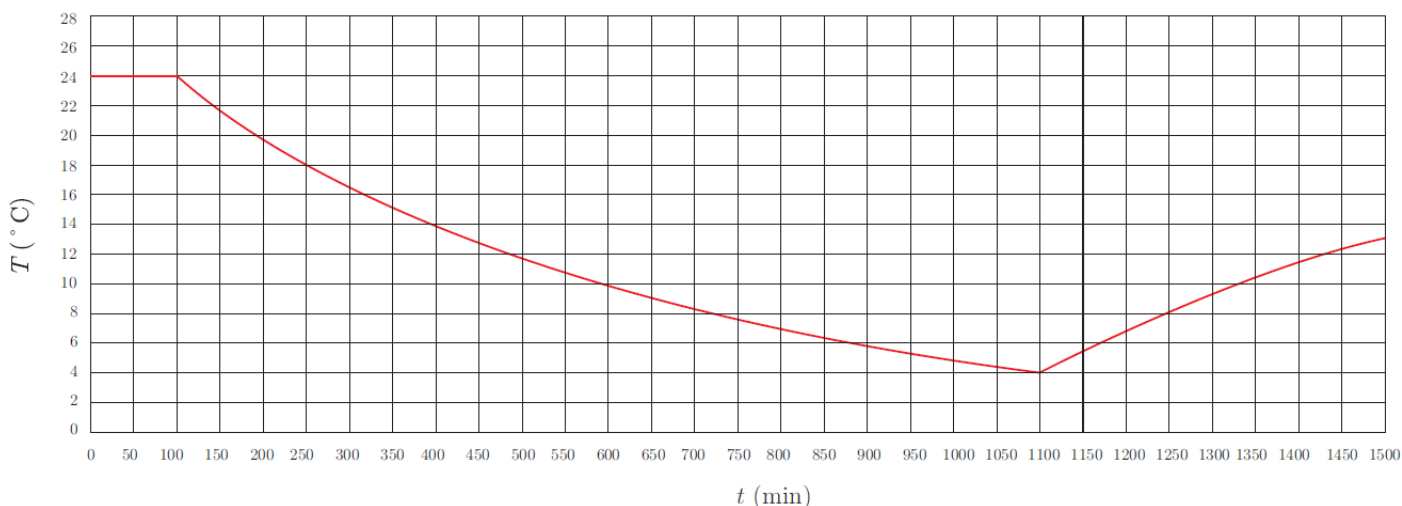
## ÜL. 4 – ÄMBER (2007, lahtine võistlus, noorem rühm)

Ämber, milles oli vee ja jää segu, toodi sooja tuppa ja hakati kohe mõõtma segu temperatuuri. Joonisel toodud sõltuvuse põhjal arvutada ämbri olnud vee ja jää masside suhe alghetkel. Vee erisoojus  $c = 4200 \text{ J/kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$ , sulamissoojus  $\lambda = 330 \text{ kJ/kg}$ . Ämbri soojusmahtuvus lugeda tühiselt väikseks.



## ÜL.5 – TUBA (2006, lõppvoor, gümnaasium)

Külmade tõttu läks küttesüsteem rikki ja temperatuur toas hakkas langema. Ühel hetkel pandi tööle ajas muutumatu võimsusega töötav soojapuhur ning temperatuur toas hakkas taas tõusma. Graafikul on toodud toatemperatuuri sõltuvus ajast. Leidke toatemperatuur pika aja möödumisel. Protsessi vältel välistingimused ei muutunud. Seinte ja toas olevate esemete soojusmahtuvusega mitte arvestada. Soojusvahetuse kiirus väliskeskkonnaga ei ole võrdeline temperatuuride vahega.



## ÜL. 6 – KEEDUKANN (2005, piirkonnavor, põhikool)

Elektripeedukannus võimsusega  $N = 2200 \text{ W}$  keeb vesi. Kui suur on veeauru kiirus keedukannu tilast väljumisel, kui tila ristlõike pindala  $S = 2 \text{ cm}^2$ ? Kui vesi kannus keeb, siis läbi kannu seinte keskkonda eralduv soojushulk moodustab  $\delta = 5\%$  küttekehal vabanevast soojushulgast. Vee keemissoojus  $L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$  ja keedukannu tilast väljuva veeauru tihedus temperatuuril  $100^\circ\text{C}$  on  $\rho = 0,6 \text{ kg/m}^3$ .

## ÜL.7 – SAUN (2010, piirkonnavor, põhikool)

Talvel, kui väljas on  $0^\circ\text{C}$ , suudab saunahoone keris kütta sauna  $90^\circ\text{C}$  -ni.

a) Hinnake, kui soojaks suudab keris sauna kütta, kui väljas on  $-20^\circ\text{C}$  .

Maja on joonmõõdetelt 3 korda suurem kui saun, aga täpselt sama kuju ja sama paksusega seintega. Maja radiaatorid suudavad  $-20^\circ\text{C}$  välistemperatuuri juures kütta maja  $-20^\circ\text{C}$ -ni.

b) Hinnake, kui kõrgele tõuseks temperatuur majas, kui sinna viia täisvõimsusel kütma ka sauna keris.

c) Kerise võimsus on  $P = 4 \text{ kW}$ . Hinnake, kui suur on maja radiaatorite koguvõimsus.

Märkus: Soojuskadude võimsus on võrdeline seinte pindalaga ja temperatuuride vahega sees ja väljas.