



Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje

Studij računarstva

Fizika 1

Auditorne vježbe 12

Toplina i temperatura.

Promjena agregatnog stanja.

Ivica Sorić
(Ivica.Soric@fesb.hr)

Ponavljanje

- ◆ Pri zagrijavanju i hlađenju primljena odnosno predana toplina, izražena u džulima, jest

$$Q = mc \Delta T$$

gdje je:

c - specifični toplinski kapacitet,
 m - masa tijela,
 ΔT - promjena temperature u kelvinima.

Primjer 1

- ◆ Električni grijač predaje toplinu snagom od 1,8 kW spremniku vode. Koliko vremena je potrebno da se 200 kg vode temperature 10 °C zagrije do temperature 70 °C? Specifični toplinski kapacitet vode iznosi 4 186 J/(kg K).

- ◆ Rezultat: $\Delta t = 7 \text{ h } 45 \text{ min.}$

Primjer 2

- ◆ Olovni metak mase m ispucan je brzinom od 500 m/s i prolazi kroz drveni blok. Brzina na izlazu iz bloka mu je 300 m/s. Pretpostavljajući da se 40% promjene kinetičke energije metka pretvori u toplinu predanu metku, izračunajte porast temperature metka. Specifični toplinski kapacitet olova iznosi 130 J/(kg K).

- ◆ Rezultat: $\Delta t = 246\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta T = 246\text{ K}$) .

Primjer 3

◆ Bakrena šalica mase 0.1 kg i početne temperature 20°C napunjena je s 0.2 kg vode početne temperature 70°C .

a) Kolika je temperatura sustava šalica-voda nakon što se uspostavi toplinska ravnoteža? Toplinski kapacitet vode je $4186 \text{ J}/(\text{kgK})$, a bakra $385 \text{ J}/(\text{kgK})$.

b) Kolika bi bila temperatura sustava u termičkoj ravnoteži ako bi vodu umjesto u bakrenu, ulili u keramičku šalicu mase 0,3 kg, iste temperature? Toplinski kapacitet keramike je $3,5 \text{ kJ}/(\text{kgK})$.

◆ Rezultat: a) $t=67.8^{\circ}\text{C}$, b) $t=42.2^{\circ}\text{C}$

Ponavljjanje

- ◆ Pri taljenju (očvršćivanju) temperatura tališta ostaje nepromijenjena sve dok se sva tvar ne rastali.
- ◆ **Toplina taljenja**, odnosno **očvršćivanja**, je $Q = mL_t$, gdje je m masa tijela, a L_t specifična (latentna) toplota taljenja.
- ◆ **Toplina isparavanja**, odnosno **kondenzacije**, je $Q = mL_i$, gdje je L_i specifična (latentna) toplota isparavanja.
- ◆ Pri izgaranju goriva oslobađa se toplota izgaranja $Q = mL_g$, gdje je L_g specifična toplota izgaranja.

Primjer 1

- ◆ Promatra se zagrijavanje 1 kg leda od $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Potrebnu toplinu dovodimo konstantnom snagom 330 W sve dok voda nastala iz leda potpuno ne ispari pri tlaku od 1 atm. Kolika je potrebna ukupna toplina i koliko dugo traje taj proces? Specifični toplinski kapacitet leda je 2302 J/(kgK) , specifični toplinski kapacitet vode iznosi 4186 J/(kgK) , latentna toplina taljenja je 333 kJ/kg , a isparavanja iznosi 2260 kJ/kg .

- ◆ Rezultat: $Q = 3,03\text{ MJ}$, $\Delta t = 153\text{ min}$.

Primjer 2

- ◆ Koliko leda temperature $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ treba ubaciti u $0,25\text{ kg}$ vode s početnom temperaturom od $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, da bi konačna temperatura bila $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, i sav led otopljen.

Specifični toplinski kapacitet vode iznosi 4186 J/(kgK) , dok je specifični toplinski kapacitet leda 2302 J/(kgK) . Latentna toplina taljenja leda je 333 kJ/kg . Zanemarite toplinski kapacitet posude.

- ◆ Rezultat: $m = 55\text{ g}$

Primjer 3

- ◆ U litru vode, temperature $29\text{ }^{\circ}\text{C}$ i gustoće 996 kg/m^3 , ubacimo 10 kockica leda volumena 8 cm^3 , temperature $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ i gustoće 917 kg/m^3 . Koliko će biti masa, volumen i temperatura vode u posudi, nakon što se uspostavi termička ravnoteža?

Specifični toplinski kapacitet vode iznosi 4186 J/(kgK) , dok je specifični toplinski kapacitet leda 2302 J/(kgK) . Latentna toplina taljenja leda je 333 kJ/kg . Zanimajte toplinski kapacitet posude.

- ◆ **Rezultat:** $m=1,069\text{ kg}$, $t=21,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V\approx 1,071\text{ litra}$
- ◆ **Napomena:** Gustoća vode na temperaturi $21,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ je $\approx 998,4\text{ kg/m}^3$

Zadaci za vježbu

- ◆ P. Kulišić i ostali: *Riješeni zadaci iz mehanike i topline*, Poglavlje 12
 - Primjeri: 12.2., 12.4.
 - Zadaci: 12.2., 12.3., 12.5.