

## Specifični toplinski kapacitet

Specifični toplinski kapacitet tijela je količina topline koju tijelo mase 1 kg treba primiti da bi mu se temperatura povisila za jedan stupanj, odnosno

$$c = \frac{Q}{m \Delta T} \left[ \frac{J}{kg K} \right]$$

gdje je  $c$  oznaka za specifični toplinski kapacitet,  $Q$  je toplota koju je potrebno dovesti tijelu,  $m$  je masa tijela, a  $\Delta T$  razlika konačne i početne temperature tijela.

Kada su dva tijela različitih temperatura u kontaktu, dolazi do prijelaza toplinske energije s tijela više temperature, na tijelo niže temperature. Ukoliko su dva tijela izolirana od okoline, proces prelaženja topline završava izjednačavanjem njihovih temperatura. Pri tom procesu hladno tijelo prima količinu topline  $Q_h$ , a toplo tijelo predaje količinu topline  $Q_t$

$$Q_h = m_h c_h (T - T_h), \quad Q_t = m_t c_t (T_t - T)$$

Budući da ta dva tijela čine izolirani sustav, promjena ukupne energije sustava s obzirom na okolinu jednaka je nuli, jer nema razmjene topline s okolinom: koliko je topline toplo tijelo predalo hladnome, tu je količinu topline hladno tijelo primilo od toploga, pa iz toga slijedi:

$$m_h c_h (T - T_h) = m_t c_t (T_t - T)$$

Pomoću ove posljednje relacije može se odrediti specifični toplinski kapacitet tvari mjereći promjene temperatura dvaju tijela, poznavanjem masa tijela i specifičnog toplinskog kapaciteta jednog od tijela.

Uređaj u kojem se vrše mjerenja zove se kalorimetar. On se sastoji od dvije posude - vanjska koja služi za izolaciju sustava od okoline, i unutarnja koja sudjeluje u prijenosu topline. Otvor posude je zatvoren poklopcem koji ima vrlo slabu toplinsku vodljivost, a na kojem se nalaze otvori za miješalicu, termometar, i čep s kukicom. Kalorimetar je spreman za mjerenje kada se svi navedeni dijelovi nalaze na istoj temperaturi ( $T_1$ ). Vodena vrijednost kalorimetra je količina topline koja kalorimetru promijeni temperaturu za 1°C, a to se može izračunati iz podataka za masu ( $m$ ) i specifični toplinski kapacitet ( $c$ ) posude, mješala i vode:

$$C = m_p c_p + m_m c_m + m_v c_v$$

Indeksi  $p$ ,  $m$  i  $v$  odgovaraju redom posudi, mješalici i vodi. Toplo tijelo temperature  $T_2$  stavi se u kalorimetar. Toplo tijelo se hladi, dok se kalorimetar zagrijava. Prijenos topline prestaje kad se postigne stanje toplinske ravnoteže, tada su i tijelo i kalorimetar iste temperature  $T$ . Za temperaturu kalorimetra  $T_1$ , temperaturu toplijeg tijela  $T_2$  i temperaturu ravnoteže  $T$  vrijedi odnos:  $T_1 < T < T_2$ .

Količina topline  $Q$  koju kalorimetar primi od toplog tijela promijenit će kalorimetru temperaturu za  $\Delta T$ :

$$\Delta T = T - T_1, \quad Q = C\Delta T = C(T - T_1)$$

Predajom te količine topline toplo tijelo mase  $m$  ohladilo se s početne temperature  $T_2$  na temperaturu ravnoteže  $T$ . Ta se količina topline  $Q$ , može odrediti izrazom:

$$Q = mc(T_2 - T)$$

Konačno, za razmjenu topline između kalorimetra i toplog tijela temperature  $T_2$  može se napisati izraz:

$$Q = C(T - T_1) = mc(T_2 - T)$$

Prema tome srednji specifični toplinski kapacitet toplog tijela:

$$c = \frac{Q}{m(T_2 - T)} = \frac{C(T - T_1)}{m(T_2 - T)}$$



**Slika 1** Pribor potreban za izvođenje mjerenja: kuhalo, izvor električne energije, posuda za zagrijavanje vode, čaša, voda, kalorimetar, termometar, vaga, tijelo poznatog specifičnog toplinskog kapaciteta i tijelo nepoznatog specifičnog toplinskog kapaciteta.

**Zadatak** - Izračunati srednji specifični toplinski kapacitet utega. Zadana su dva utega, za svaki ponoviti isti postupak, a izmjerene i izračunate podatke pregledno prikazati u tablici. Osmislite kako će tablica biti organizirana s obzirom na vaše podatke.

*Postupak:*

Uzeti uteg nepoznatog specifičnog toplinskog kapaciteta, te mu odrediti masu vaganjem. Uteg staviti u vodu koja vrije na temperaturi  $100^\circ\text{C}$ , te ga tako držati 10 minuta. Smatramo da je nakon 10 minuta provedenih u vodi temperature  $100^\circ\text{C}$ , uteg postigao toplinsku ravnotežu sa vodenom kupelji te da je temperatura utega također  $100^\circ\text{C}$ .

Masa kalorimetra je 100 g, a miješalice 25 g.

Oboje je načinjeno od aluminijske čiji je specifični toplinski kapacitet  $921 \text{ J/kgK}$ .

U kalorimetar uliti  $500 \text{ cm}^3$  vode te izračunati njenu masu. Izračunati vodenu vrijednost kalorimetra  $C$ . Kalorimetar poklopiti i staviti čep. Termometrom izmjeriti temperaturu vode u kalorimetru ( $T_1$ ). Nakon toga otvaranjem čepa ubaciti vrući uteg u kalorimetar, i nakon nekog vremena očitati temperaturu smjese. Iz dobivenih podataka izračunati specifični toplinski kapacitet utega. Mjerenja ponoviti tri puta.

**NAPOMENA:** Termometar nije potrebno tresti. Mjerenje i izračunate podatke pregledno prikazati u tablici.