

## 5. Pretočni kalorimeter

Določi specifično toploto zraka s pretočnim kalorimetrom! Opravi dve meritvi pri dveh različnih močeh grelca! Primerjaj izmerjene vrednosti z vrednostjo, ki jo najdeš v literaturi!

Specifično toploto snovi merimo s kalorimetri. Kalorimeter je toplotno izolirana in zatesnjena posoda s znano toplotno kapaciteto, v katero damo snov z znano temperaturo in izmerimo, za koliko se spremeni temperatura celotnega sistema. Iz podatkov lahko izračunamo n. pr. specifično toploto.

Za pline je bolj priročna izvedba, ki se imenuje pretočni kalorimeter. Princip pretočnega kalorimetra je shematično prikazan na sliki. Znan, konstanten masni tok plina vodimo skozi toplotno izolirano cev, znotraj katere ga grejemo z električnim grelcem. Merimo temperaturo plina na začetku cevi, pred segrevanjem in na koncu, za grelcem.

Toplota, ki jo dovedemo masi  $m$  snovi, ki ima specifično toploto pri konstantnem tlaku  $c_p$ , da se segreje za  $\Delta T$ , je enaka:

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

Toplotna moč  $P$ , ki jo moramo dovajati v stacionarnih razmerah konstantnemu masnemu toku plina  $\Phi_m$ , da bomo vzdrževali stalno temperaturno razliko  $\Delta T$  med vstopnim in izstopnim tokom, je:

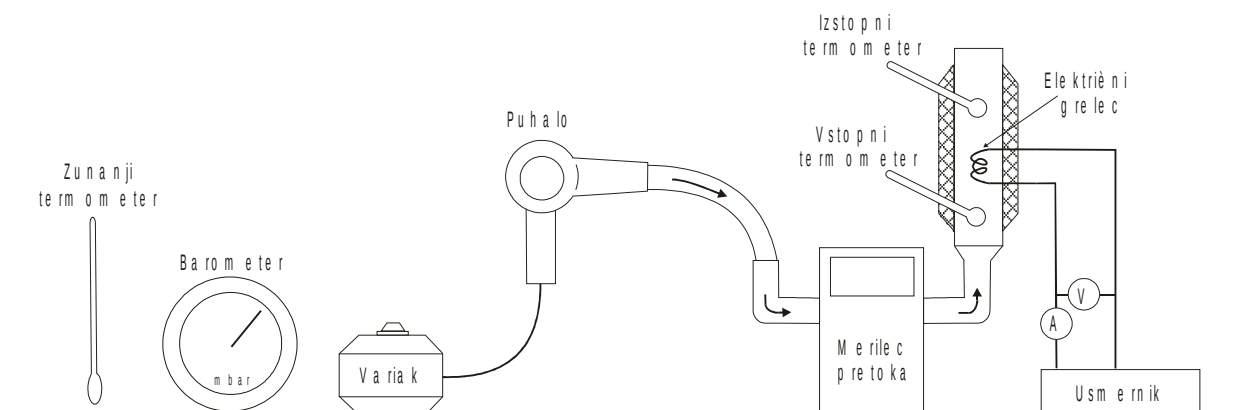
$$P = \frac{Q}{t} = \frac{m}{t} \cdot c_p \cdot \Delta T = \Phi_m c_p \Delta T$$

Masni tok  $\Phi_m$  in volumski tok  $\Phi_v$  sta povezana:

$$\Phi_m = \Phi_v \rho$$

To upoštevamo v gornji enačbi, hkrati pa lahko pišemo moč kot produkt električnega toka in napetosti  $U \cdot I$ , saj bomo plin segrevali z električnim grelcem:

$$P = U \cdot I = \Phi_v \rho c_p \Delta T$$



$$c_p = \frac{U.I}{\Phi_v \rho \Delta T}$$

Iz tega sledi za specifično toploto:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{p.M}{R.T_z}$$

Upoštevamo še, da je gostota plina, izražena iz plinske enačbe:

Pri tem je  $p$  tlak plina,  $M$  molska masa (za zrak, ki je mešanica plinov, je povprečna molska masa 29 kg/kmol),  $R$  splošna plinska konstanta in  $T_z$  začetna temperatura zraka. Gostoto vstavimo v izraz za specifično toploto:

$$c_p = \frac{U.I.R.T_z}{\Phi_v \Delta T . p . M}$$

#### Potek meritve in izračun:

Priključi pretok zraka in grelec. Grelec ne sme biti nikoli priključen brez pretoka zraka, ker se zaradi toplotne izolacije hitro pregreje! Po koncu meritve najprej izključi grelec, šele nato pretok zraka.

Počakaj, da se toplotne razmere ustalijo in se vzpostavi stacionarno stanje. To ugotoviš tako, da opazuješ vstopno in izstopno temperaturo. Medtem odčitaj ostale količine, ki jih potrebuješ za izračun specifične toplote. Volumski pretok izmeriš s štoparico in gospodinjskim plinskim števcem, ki meri prostornino zraka. Meri n. pr. eno minuto. Med meritvijo ne spreminjaj pretoka! Odčitaj še tlak in temperaturo okolice, ter tok in napetost na grelcu. Na koncu odčitaj še razliko med vstopno in izstopno temperaturo zraka  $\Delta T$ . Meritev ponovi pri drugi moči grelca. Moč spremeniš tako, da spremeniš napetost na grelcu. Izračunaj specifično toploto zraka za obe meritvi in povprečno vrednost. Primerjaj s podatki iz tabel in komentiraj!