

**1.** Temperatura vazduha je  $t = 0^{\circ}\text{C}$ , a pritisak  $p = 1.013 \cdot 10^5 \text{Pa}$ . Ako je molarna masa vazduha  $M = 29 \text{g/mol}$ , odrediti masu:

- a) jednog kubnog metra vazduha;
- b) jednog litra vazduha.

***Rešenje:***

Polazimo od jednačine stanja idealnog gasa

$$pV = nRT ,$$

pri čemu broj molova zamenjujemo izrazom  $n = \frac{m}{M}$ . Posle smene u gornji izraz dobija se

$$pV = \frac{m}{M} RT .$$

Iz gornjeg izraza određujemo masu gasa koji se nalazi u datoj zapremini, pri zadatim vrednostima pritiska i temperature:

$$m = \frac{pVM}{RT}.$$

Zamenom zadatih vrednosti dobija se:

a)  $m(1m^3) = 1.29kg;$

b)  $m(1dm^3) = 1.29g.$

***Napomena:*** Numeričke vrednosti unositi u digitron u eksponencijalnom zapisu.

**2.** Neka količina gasa nalazi se u sudu na pritisku  $P_1 = 1.5 \cdot 10^5 Pa$ . Zatim je zapremina gasa smanjena za 30%, a temperatura je povećana za 50%. Odrediti pritisak gasa u sudu na kraju ovog procesa.

**Rešenje:**

Jednačina stanja idealnog gasa u slučaju kada je konstantna količina gasa svodi se na Klapjeonovu jednačinu:

$$\frac{pV}{T} = \text{const.}$$

S obzirom na promene zapremine i temperature, gornja jednačina ima sledeći oblik:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 0.7 V_1}{1.5 T_1}.$$

Iz gornjeg izraza direktno se određuje pritisak gasa na kraju procesa:

$$p_2 = \frac{1.5}{0.7} p_1 = 3.21 \cdot 10^5 \text{ Pa}.$$

**3.** Pri temperaturi  $t = 20^{\circ}\text{C}$  pritisak gasa u balonu je  $P = 107\text{kPa}$ . Koliki će biti pritisak ako se gas zagreje do  $t_2 = 150^{\circ}\text{C}$ , a zapremina balona ostane ista?

***Rešenje:***

Temperaturu gasa izrazićemo u Kelvinovim stepenima pošto se ta skala koristi u jednačini stanja idealnog gasa i gasnim zakonima koji su sa njom povezani. U izohorskom procesu temperatura se promenila sa  $T_1 = 293K$  na  $T_2 = 423K$  dok se pritisak promenio sa  $p_1 = 107kPa$  na  $p_2$ . Polazeći od matematičke formulacije Šarlovog zakona

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2},$$

zamenom zadatih vrednosti dobija se:

$$p_2 = p_1 \frac{T_2}{T_1} = 154.5 \text{ kPa}.$$

**4.** Tri balona zapremine  $V_1 = 3l$ ,  $V_2 = 7l$  i  $V_3 = 5l$  napunjeni su, respektivno, kiseonikom, azotom i ugljendioksidom, na pritiscima  $P_1 = 2 \cdot 10^5 Pa$ ,  $P_2 = 3 \cdot 10^5 Pa$  i  $P_3 = 0.6 \cdot 10^5 Pa$ . Svi gasovi su na istoj temperaturi. Baloni se međusobno spoje tankim cevima, pri čemu temperatura nastale smeše ostaje nepromenjena. Koliki je pritisak smeše?

4. Jednačinu stanja u tri suda pre spajanja zapisaćemo u obliku:

$$p_1V_1 = n_1RT;$$

$$p_2V_2 = n_2RT;$$

$$p_3V_3 = n_3RT.$$

Posle spajanja sudova broj molova formirane smeše gasova povezan je sa brojem molova gasa u sudovima (pre otvaranja) izrazom  $n = n_1 + n_2 + n_3$ , što dovodi do jednačine stanja idealnog gasa:

$$pV = (n_1 + n_2 + n_3)RT.$$

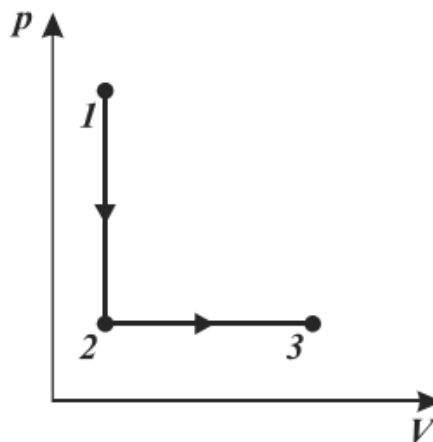
Sabiranjem prve tri jednačine, i poređenjem sa trećom, dobija se:

$$pV = p_1V_1 + p_2V_2 + p_3V_3.$$

Pritisak smeše gasova dat je izrazom:

$$p = \frac{p_1V_1 + p_2V_2 + p_3V_3}{V} = 2 \cdot 10^5 Pa.$$

**5.** Kiseonik mase  $m = 300\text{ g}$  i temperature  $T = 300\text{ K}$  hladi se izohorski pri čemu se pritisak smanji pet puta. Zatim se izvrši proces izobarskog širenja dok temperatura ne dostigne početnu vrednost. Koliki rad je izvršio gas?



slika 2.18

### Rešenje:

Ukupni rad koji je gas izvršio jednak je zbiru radova izvršenih u procesima  $1 \rightarrow 2$  i  $2 \rightarrow 3$ :

$$A = A_{12} + A_{23}.$$

Obzirom da je proces  $1 \rightarrow 2$  izohorski, zapremina u toku procesa je konstantna, tako da je izvršeni rad u tom procesu jednak nuli. Rad izvršen u izobarskom procesu predstavljamo na sledeći način:

$$A_{23} = p\Delta V = N_m R \Delta T = \frac{m}{M} R (T_3 - T_2).$$

Iz Šarlovog zakona, za proces  $1 \rightarrow 2$  dobija se:

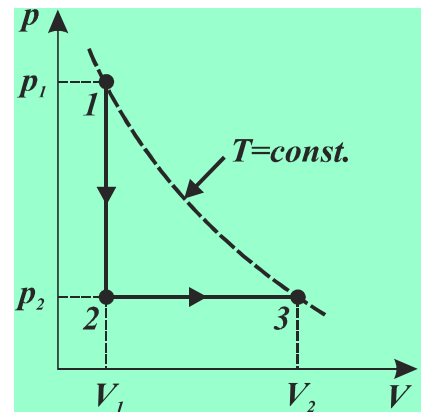
$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}.$$

Koristeći zadati odnos pritiska u procesu  $1 \rightarrow 2$ , iz prethodnog izraza sledi:

$$T_2 = \frac{T_1}{5}.$$

Početna i konačna temperatura su iste, tako da je izvršeni rad dat sledećim izrazom:

$$A = A_{23} = \frac{m}{M} R \left( T_1 - \frac{T_1}{5} \right) = \frac{4}{5} \frac{m}{M} R T_1 = 18.7 kJ.$$



slika 2.18

**6.** Da li je za povećanje koeficijenta korisnog dejstva toplotne mašine koja radi po Karnoovom ciklusu povoljnije povišati temperaturu grejača za  $\Delta T$ , ili sniziti temperaturu hladnjaka za istu vrednost?

***Rešenje:***

Predstavićemo koeficijent korisnog dejstva mašine kojoj je povišena temperatura grejača sa  $\eta_1$ , a mašine kojoj je snižena temperatura hladnjaka sa  $\eta_2$ . Eksplicitni izrazi za koeficijente korisnog dejstva u ova dva slučaja imaju sledeće oblike:

$$\eta_1 = \frac{T_1 + \Delta T - T_2}{T_1 + \Delta T};$$
$$\eta_2 = \frac{T_1 - (T_2 - \Delta T)}{T_1} = \frac{T_1 - T_2 + \Delta T}{T_1}.$$

Deobom gornja dva izraza dobija se:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{T_1}{T_1 + \Delta T} < 1,$$

iz čega zaključujemo da je radi povećanja koeficijenta korisnog dejstva toplotne mašine povoljnije sniziti temperaturu hladnjaka.