

22. RAD PLINA (3.153. - 3.164.)

3.153. Koliki rad utroši plin kad poveća obujam od 3 litre na 30 litara pri stalnome tlaku $2,026 \cdot 10^5$ Pa?

$$V_1 = 3 \text{ [l]} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ [m}^3\text{]}$$

$$V_2 = 30 \text{ [l]} = 30 \cdot 10^{-3} \text{ [m}^3\text{]}$$

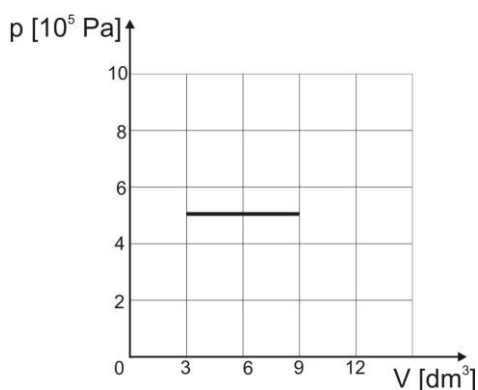
$$p = \text{konst} = 2,026 \cdot 10^5 \text{ [Pa]}$$

$$W = ?$$

$$W = p \cdot \Delta V$$

$$W = 2,026 \cdot 10^5 \cdot (30 - 3) \cdot 10^{-3} = 5470,2 \text{ [J]}$$

3.154. Na slici vidimo grafički prikaz ovisnosti tlaka o obujmu. Nađi rad što ga plin utroši pri širenju. Koliki je rad što ga utroše vanjske sile pri vraćanju plina u početno stanje?



rad plina:

$$W = p \cdot \Delta V$$

$$W = 5 \cdot 10^5 \cdot (9 - 3) \cdot 10^{-3} = 3000 \text{ [J]}$$

rad vanjskih sila = rad plina

$$W = 3000 \text{ [J]}$$

3.155. Pri 17°C plin ima obujam 5 litara i nalazi se pod tlakom $2 \cdot 10^5$ Pa. Plin se izobarnim zagrijavanjem rasteže i pritom obavi rad 200 J. Za koliko se stupnjeva povisila temperatura plina?

$$t_1 = 17^\circ\text{C} = 290 \text{ K}$$

$$V_1 = 5 \text{ [l]} = 0,005 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ [Pa]}, p = \text{konst}$$

$$W = 200 \text{ [J]}$$

$$\Delta t = ?$$

$$W = p \cdot \Delta V$$

$$\Delta V = \frac{W}{p}$$

$$\Delta V = \frac{200}{2 \cdot 10^5}$$

$$\Delta V = 0,001 \text{ [m}^3\text{]} = 1 \text{ [l]}$$

$$V_2 = V_1 + \Delta V = 0,005 + 0,001$$

$$V_2 = 0,006 \text{ [m}^3\text{]} = 6 \text{ [l]}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{V_2 \cdot T_1}{V_1} = \frac{0,006 \cdot 290}{0,005}$$

$$T_2 = 348 \text{ [K]}$$

$$\Delta T = 348 - 290 = 58 \text{ [K]} = 58 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

3.156. Koliki rad utroši plin početnog obujma 3 litre kad mu se uz stalni tlak $2,026 \cdot 10^5$ Pa povisi temperatura od 27°C na 227°C ?

$$V_1 = 3 \text{ [l]} = 0,003 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$p_1 = 2,026 \cdot 10^5 \text{ [Pa]}, p = \text{konst}$$

$$t_1 = 27^\circ\text{C} = 300 \text{ K}$$

$$t_2 = 227^\circ\text{C} = 500 \text{ K}$$

$$W = ?$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{0,003 \cdot 500}{300}$$

$$V_2 = 0,005 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$W = p \cdot \Delta V$$

$$W = 2,026 \cdot 10^5 \cdot (0,005 - 0,003) = 405,2 \text{ [J]}$$

3.157. Pri 0 °C masa 3 g vodika nalazi se pod tlakom $5,07 \cdot 10^5$ Pa. Nakon širenja pri stalnom tlaku obujam plina je 15 litara. a) Koliki je rad utrošio plin pri širenju? b) Kolika je promjena unutrašnje energije plina ako je on primio $1,47 \cdot 10^4$ J topline?

$$t = 0 \text{ } ^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$$

$$m(\text{H}_2) = 3 \text{ [g]} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ [kg]}$$

$$p = 5,07 \cdot 10^5 \text{ [Pa]}, p = \text{konst}$$

$$V_2 = 15 \text{ [l]} = 15 \cdot 10^{-3} \text{ [m}^3\text{]}$$

$$\text{a) } W = ?$$

$$\text{b) } Q = 1,47 \cdot 10^4 \text{ [J]}$$

$$\Delta U = ?$$

a)

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$V_1 = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot M}$$

$$V_1 = \frac{3 \cdot 10^{-3} \cdot 8,314 \cdot 273}{5,07 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}$$

$$V_1 = 0,0067 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$W = p \cdot \Delta V$$

$$W = 5,07 \cdot 10^5 \cdot (15 - 6,7) \cdot 10^{-3}$$

$$W = 4208,1 \text{ [J]}$$

b)

$$\Delta U = Q - W$$

$$\Delta U = 1,47 \cdot 10^4 - 4208,1$$

$$\Delta U = 10491,9 \text{ [J]}$$

3.158. Pri 10 °C kisik mase 10 g nalazi se pod tlakom $3 \cdot 10^5$ Pa. Nakon zagrijavanja pri stalnom tlaku plin je povećao obujam na 10 litara. Nađi rad što ga je utrošio plin pri povećanju obujma.

$$t = 10 \text{ } ^\circ\text{C} = 283 \text{ K}$$

$$m(\text{O}_2) = 10 \text{ [g]} = 0,01 \text{ [kg]}$$

$$p = 3 \cdot 10^5 \text{ [Pa]}, p = \text{konst}$$

$$V_2 = 10 \text{ [l]} = 10^{-2} \text{ [m}^3\text{]}$$

$$W = ?$$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$V_1 = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot M}$$

$$V_1 = \frac{0,01 \cdot 8,314 \cdot 283}{3 \cdot 10^5 \cdot 32 \cdot 10^{-3}}$$

$$V_1 = 0,0025 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$W = p \cdot \Delta V$$

$$W = 3 \cdot 10^5 \cdot (0,01 - 0,0025)$$

$$W = 2250 \text{ [J]}$$

3.159. Za vrijeme adijabatske kompresije na plinu utrošimo rad 120 J. Kolika je promjena unutrašnje energije?

$$W = 120 \text{ [J]}$$

$$\Delta U = ?$$

$$Q = 0$$

$$Q = \Delta U + W$$

$$\Delta U = -W$$

$$\Delta U = -120 \text{ [J]}$$

3.160. Kada je korisnost parnog stroja veća: ljeti ili zimi? Obrazloži zašto.

$$\eta = ?$$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Zimi je temperatura okoline niža, dakle T_2 je niži nego što je ljeti, pa uz stalnu radnu temperaturu T_1 korisnost zimi postaje veća (što je veća razlika u temperaturama T_1 i T_2 korisnost je veća).

3.161. Odredi korisnost toplinskog stroja ako je poznato da je za vrijeme jednoga kružnog procesa utrošen rad $3 \cdot 10^3$ J, a hladnijem spremniku predana energija od $16 \cdot 10^3$ J.

$$W = 3 \cdot 10^3 \text{ [J]}$$

$$Q_2 = 16 \cdot 10^3 \text{ [J]}$$

$$\eta = ?$$

$$W = Q_1 - Q_2$$

$$Q_1 = W + Q_2$$

$$Q_1 = 3 \cdot 10^3 + 16 \cdot 10^3$$

$$Q_1 = 19 \cdot 10^3 \text{ [J]}$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

$$\eta = \frac{(19 - 16) \cdot 10^3}{19 \cdot 10^3}$$

$$\eta = 0,1579 = 15,79\%$$

3.162. Plin koji izvodi Carnotov kružni proces obavi rad 300 J na svakih $2 \cdot 10^3$ J topline dobivene od toplijeg spremnika. a) Kolika je korisnost djelovanja toga kružnog procesa? b) Koliko je puta temperatura toplijeg spremnika veća od temperature hladnijeg spremnika?

$$W = 300 \text{ [J]}$$

$$Q_1 = 2 \cdot 10^3 \text{ [J]}$$

$$\text{a) } \eta = ?$$

$$\text{b) } \frac{T_1}{T_2} = ?$$

a)

$$W = Q_1 - Q_2$$

$$Q_2 = Q_1 - W$$

$$Q_2 = 2 \cdot 10^3 - 300$$

$$Q_2 = 1700 \text{ [J]}$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

$$\eta = \frac{2000 - 1700}{2000}$$

$$\eta = 0,15 = 15\%$$

b)

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = 1 - \eta$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{1 - \eta} = \frac{1}{1 - 0,15} = 1,176$$

$$T_1 = 1,176 \cdot T_2$$

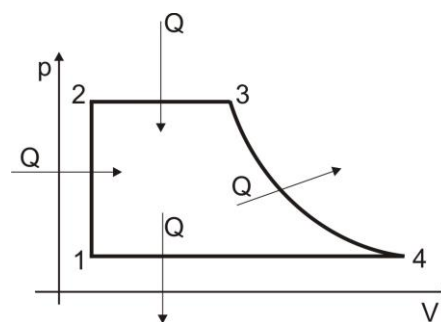
3.163. Pod klipom se nalazi zrak. Njegovo se stanje postupno mijenja na ovaj način: 1. pri stalnom obujmu poveća se tlak, 2. pri stalnom tlaku poveća se obujam, 3. pri stalnoj temperaturi poveća se obujam, 4. pri stalnom tlaku zrak se vraća u početno stanje. Nacrtaj grafički prikaz promjena stanja zraka u koordinatnom sustavu p, V . Prilikom koje je od te četiri promjene zrak primio toplotu, a prilikom koje je predao toplotu?

1. $V = \text{konst}$, $p_2 > p_1$

2. $p = \text{konst}$, $V_2 > V_1$

3. $T = \text{konst}$, $V_3 > V_2$

4. $p = \text{konst}$, početno stanje



3.164. U cilindru zatvorenome pomičnim klipom nalazi se plin kojemu se može mijenjati obujam, temperatura i tlak. Promjena stanja plina pri nekome kružnom procesu predložena je na grafičkom prikazu ovisnosti obujma plina o temperaturi (slika). Prikaži tu promjenu stanja plina u koordinatnom sustavu p, V te označi na njemu na kojim je njegovim dijelovima plin primio toplinu izvana, a na kojim je toplinu predao okolini.

V, T u p, V

