Ocelový předmět o hmotnosti 2,5 kg ohřátý na 800°C byl zakalen v olejové chladící lázni o hmotnosti 10 kg a teplotě 20°C. Na jakou teplotu se ohřál olej ?

D: $m = 2{,}5\,kg$ $\quad c = 461\ J\,kg^{-1}K^{-1}$ $\quad$ U: t_k

$t = 800\,°C$ $\quad$ ST

$m_{ol} = 10\,kg$ $\quad c_{ol} = 1670\ J\,kg^{-1}K^{-1}$

$t_{ol} = 20\,°C$

$$|Q| = |Q_{ol}|$$

$$m \cdot c(t - t_k) = m_{ol} \cdot c_{ol}(t_k - t_{ol})$$

$$mct - mct_k = m_{ol}c_{ol}t_k - m_{ol}c_{ol}t_{ol}$$

$$t_k(m \cdot c + m_{ol}c_{ol}) = m_{ol}c_{ol}t_{ol} + mct$$

$$t_k = \frac{m_{ol} \cdot c_{ol}t_{ol} + mct}{mc + m_{ol}c_{ol}} = \frac{10 \cdot 1670 \cdot 20 + 2{,}5 \cdot 461 \cdot 800}{2{,}5 \cdot 461 + 10 \cdot 1670}$$

$$\underline{\underline{t_k = 70{,}35\,°C}}$$

Určete výslednou teplotu smísíme-li 10 kg vody 90°C teplé s 3 kg vody o teplotě 25°C.

D.: $m_1 = 10$ kg U.: $t_S = ?$

$m_2 = 3$ kg

$t_1 = 90°C$

$t_2 = 25°C$

$$m_1 \cdot c \cdot (t_1 - t_S) = m_2 \cdot c \cdot (t_S - t_2)$$

$$t_S = \frac{c \cdot (m_1 t_1 + m_2 t_2)}{c \cdot (m_1 + m_2)} = \frac{10 \cdot 90 + 3 \cdot 25}{10 + 3} = 75°C$$

Kolik ledu o teplotě - 10°C je nutno vložit do 2 kg vody o teplotě 25°C aby její teplota poklesla na hodnotu 10°C. Měrná tepelná kapacita vody je 4,2 $kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$, ledu 2,1 $kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ a měrné skupenské teplo tání ledu 300 $kJ \cdot kg^{-1}$.

D.: $t_L = -10°C$ U.: $m_L = ?$

$m_v = 2$ kg

$t_v = 25°C$

$t_S = 10°C$

$c_v = 4,2\ k \cdot J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$

$c_L = 2,1\ kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$

$l = 330\ kJ \cdot kg^{-1}$

$$m_v \cdot c_v \cdot (t_v - t_S) = m_L \cdot l + m_L \cdot c_L \cdot (0 - t_2) + m_L \cdot c_v \cdot (t_S - 0)$$

$$m_L = \frac{m_v \cdot c_v \cdot (t_v - t_S)}{l + c_L \cdot (0 - t_L) + c_v \cdot (t_S - 0)} = \frac{2 \cdot 4,2 \cdot 10^3 \cdot (25 - 10)}{330 \cdot 10^3 + 2,1 \cdot 10^3 \cdot (0 + 10) + 4,2 \cdot 10^3 \cdot (10 - 0)} =$$

$= 0,320\ 61$ kg.

Ocelová součástka o hmotnosti 0,3 kg se ohřeje a potom vloží do kalorimetru s 0,5 kg vody o teplotě t = 25°C. Po ustálení je teplota vody v kalorimetru 70°C. Určete teplotu součástky před vložením do kalorimetru. Měrná tepelná kapacita oceli je 0,469 $kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$, měrná tepelná kapacita vody 4,2 $kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$.

D.: $m_{Fe} = 0,3$ kg U.: $t_{Fe} = ?$

$m_{H_2O} = 0,5$ kg

$t_{1H_2O} = 25°C$

$t_{2H_2O} = 70°C$

$c_{Fe} = 0,469\ kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$

$c_{H_2O} = 4,2\ kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$

$$m_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \cdot (t_{2H_2O} - t_{1H_2O}) = m_{Fe} \cdot c_{Fe} \cdot (t_{Fe} - t_{2H_2O})$$

$$t_{Fe} = \frac{m_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \cdot (t_{2H_2O} - t_{1H_2O})}{m_{Fe} \cdot c_{Fe}} + t_{2H_2O} = \frac{0,5 \cdot 4200 \cdot (70 - 25)}{0,3 \cdot 0,469 \cdot 10^3} + 70 = 741,6°C.$$

Teplovodní ústřední vytápění má dodávat do objektu $8{,}5 \cdot 10^5$ $kJ \cdot h^{-1}$ tepla vodou, která má na vstupu teplotu 68°C a vrací se zpět s teplotou 32°C. Na jaké dopravní množství $\dot{m}_v$ musí být dimenzováno oběhové čerpadlo ?

D: $Q_\tau = 8{,}5 \cdot 10^5 \, kJh^{-1} = 236111 \, Js^{-1}$

$t_1 = 68°C$

$t_2 = 32°C$

$c = 4187 \, Jkg^{-1}K^{-1}$ $\quad \varrho = 1000 \, kgm^{-3}$

$$Q_\tau = m_\tau c \, (t_2 - t_1) \Rightarrow$$

$$m_\tau = \frac{Q_\tau}{c \cdot \Delta t} = \frac{23611}{4187 \cdot 36} = 1{,}566 \, kgs^{-1}$$

$$V_\tau = \frac{m_\tau}{\varrho} = \frac{1{,}566}{1000} = 1{,}566 \cdot 10^{-3} \, m^3 s^{-1}$$

$$V_\tau = 1{,}566 \cdot 10^{-3} \, m^3 s^{-1} = 5{,}639 \, m^3 h^{-1}$$

Kolik tepla je třeba k roztavení 50 kg hliníku ? Teplota vsázky je 20°C, tavicí teplota je 658°C.

D: $m = 50 kg$

$t_1 = 20°C$

ST: $t_t = 658°C$

$c = 921 \, Jkg^{-1}K^{-1}$

$l_{1,2} = 394 \cdot 10^3 \, Jkg^{-1}K^{-1}$

$$Q = Q_1 + L = m \cdot c (t_t - t) + m \cdot l_{1,2} =$$

$$= m \left[c (t_t - t) + l_{1,2} \right] =$$

$$= 50 \left[921 (658 - 20) + 394 \cdot 10^3 \right]$$

$$Q = 49079900 \, J \doteq 49100 \, kJ$$

V turbíně expanduje adiabaticky pára o tlaku 1,6 MPa a teplotě 350 °C na tlak 0,1 MPa. Hmotnostní tok páry je 3600 kg h⁻¹! Vypočítat výkon turbíny

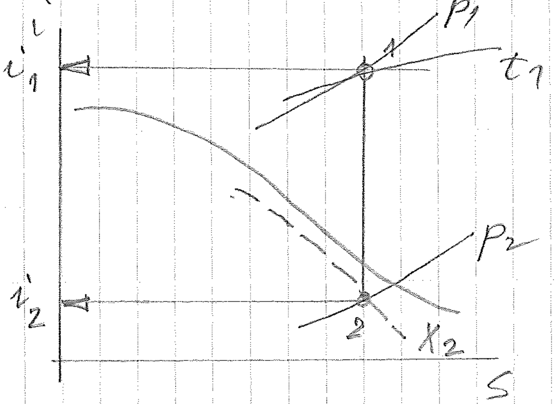
D: $p_1 = 1{,}6\,MPa$ $\quad p_2 = 0{,}1\,MPa$

$t_1 = 350\,°C$

$m_\tau = 3600\,kg\,h^{-1} = 1\,kg\,s^{-1}$

U: P, x_2

ŘEŠENÍ POMOCÍ i-s DIAGRAMU



Z diagramu:

$i_1 = 3150\,kJ\,kg^{-1}$

$i_2 = 2550\,kJ\,kg$

$\underline{x_2 = 0{,}95}$

$w_t = i_1 - i_2 = 3150 - 2550$

$w_t = 600\,kJ\,kg^{-1}$

$P = m_\tau \cdot w_t = 1 \cdot 600000 = 600 \cdot 10^3\,W$

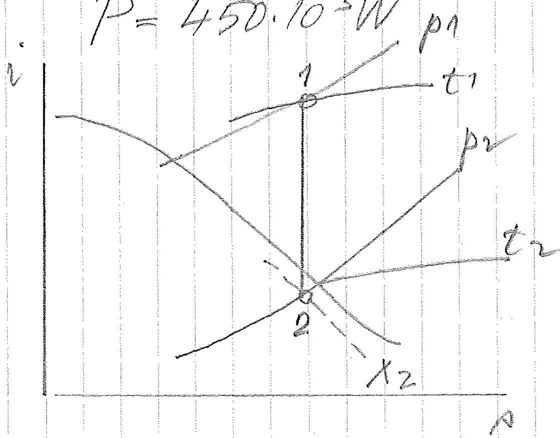
$\underline{P = 600\,kW}$

Určit velikost hmotnostního průtoku m_τ páry parní turbínou pro požadovaný teoretický výkon turbíny 450 kW. V turbíně expanduje vodní pára z tlaku 9 MPa a teploty 525 °C na tlak 0,15 MPa adiabaticky.
Určit stav páry po výstupu z turbíny

D: $p_1 = 9 \cdot 10^6\,Pa$ $\quad t_1 = 525\,°C$ $\quad$ U: m_τ

$p_2 = 0{,}15 \cdot 10^6\,Pa$ $\quad t_2$

$P = 450 \cdot 10^3\,W$ $\quad x_2$



Z i-s diagramu:

$i_1 = 3450\,kJkg^{-1}$

$i_2 = 2510\,kJkg^{-1}$

$t_2 = 112\,°C$

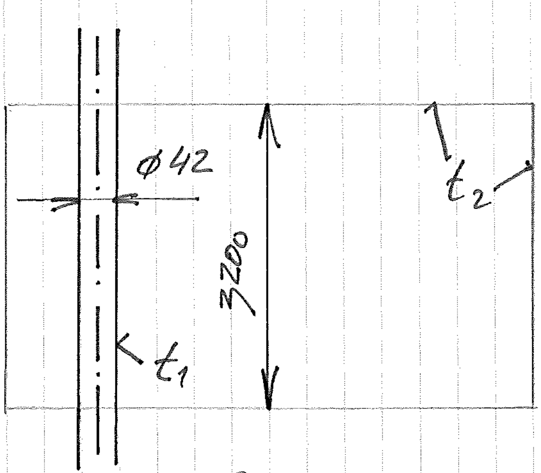
$x_2 = 0{,}915$

$$P = m_\tau \cdot w_t = m_\tau (i_1 - i_2) \Rightarrow$$

$$m_\tau = \frac{P}{i_1 - i_2} = \frac{450 \cdot 10^3}{3450 \cdot 10^3 - 2510 \cdot 10^3}$$

$$\underline{\underline{m_\tau = 0{,}478\,kg\,s^{-1}}}$$

Určit ztrátu tepla sáláním u ocelové trubky (stoupačky)



$\underline{D:}$ $t_1 = 55°C \sim T_1 = 328\,K$

$t_2 = 16°C \sim T_2 = 289\,K$

ST: $C = 4{,}62\ Wm^{-2}K^{-1}$

↳ ocel. trubky

U: $Q_{\tau_{1,2}}$ $(S_2 \gg S_1)$

$$Q_{\tau_{1,2}} = S_1 \cdot C_1 \left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4 \right]$$

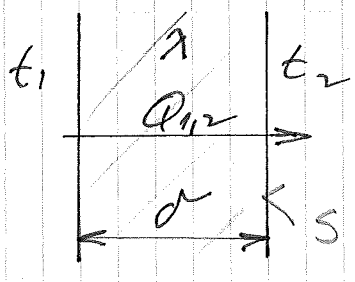
$$= 0{,}422 \cdot 4{,}62 \cdot \left[\left(\frac{328}{100}\right)^4 - \left(\frac{289}{100}\right)^4 \right]$$

$Q_{\tau_{1,2}} = 89{,}7\ Js^{-1}$, kde $S_1 = \pi \cdot 0{,}042 \cdot 3{,}2$

$S_1 = 0{,}422\ m^2$

↳ sálavá plocha trubky

Navrhnout materiál stěny



D: $\delta = 0{,}5\,m$

$t_1 = 15°C$

$t_2 = -10°C$

Stěna: $S = 20 \times 3{,}5\,m = 70\,m^2$

U: $\lambda \to$ mat

$Q_\tau = Q_{\tau_{1,2}} = 1100\,W$

$$Q_\tau = S \cdot \frac{\lambda}{\delta}(t_1 - t_2) \Rightarrow$$

$$\lambda = \frac{Q_\tau \cdot \delta}{S(t_1 - t_2)} = \frac{1100 \cdot 0{,}5}{70 \cdot 25}$$

$\underline{\underline{\lambda = 0{,}029\ Wm^{-1}K^{-1}}} \Rightarrow$ pěnový beton (z tabulek)

Určete teplo, které projde betonovou zdí za 24 hod. Délka stěny je 20 m, výška 3,5 m, tloušťka 0,5 m. Teplota povrchu stěny $t_1 = 15°C$, $t_2 = -10°C$. Tepelná vodivost betonu $\lambda = 0{,}93\ Wm^{-1}K^{-1}$

D: $S = 20 \times 3{,}5 = 70\,m^2$ U: Q_τ

$\delta = 0{,}5\,m$

$\lambda = 0{,}93\ Wm^{-1}K^{-1}$ $t_1 = 15°C$

$\tau = 24\,hod$ $t_2 = -10°C$

$$Q_\tau = S \cdot \frac{\lambda}{\delta} \Delta t = 70 \cdot \frac{0{,}93}{0{,}5} \cdot 25$$

$Q_\tau = 3255\ W = Js^{-1}$

Za den: $Q_\tau \cdot 3{,}6 \cdot 10^3 \cdot 24\,hod$

$Q_\tau = 281232 \cdot 10^3\ J$

Určete tepelnou vodivost rovinné kovové stěny, jestliže při tepelném toku $Q = 7560\,W$ a povrchu $S = 2{,}5\,m^2$ se teplota změní o $0{,}2\,K$ na každý mm tloušťky

D: $Q_\tau = 7560\ W$

$S = 2{,}5\,m^2$

$$Q_\tau = S \cdot \frac{\lambda}{\delta} \cdot \Delta t = S \cdot \frac{\lambda}{\cancel{\delta}} \cdot \cancel{\delta} \cdot 0{,}2K \Rightarrow$$

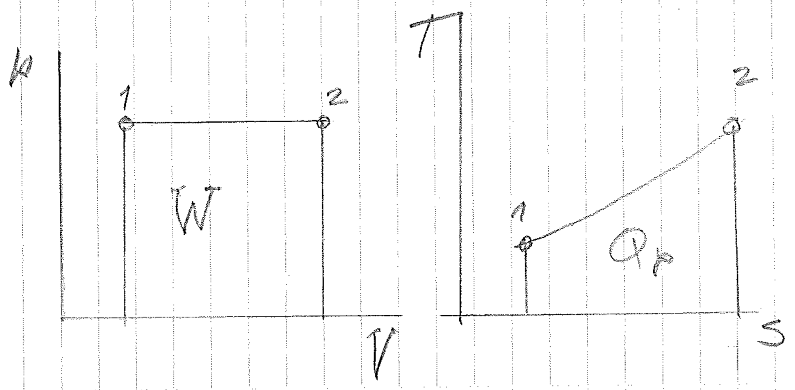
$$\lambda = \frac{7560}{2{,}5 \cdot 0{,}2} = 15120\ Wm^{-1}K^{-1}$$

Kolik tepla Q je třeba přivést m = 2,5 kg kyslíku o tlaku p = 0,8 MPa a teplotě t_1 = 37°C, aby vykonal při nezměněném tlaku objemovou práci W = 85 kJ? Jaký bude konečný objem V_2 a teplota t_2?

D: $m = 2{,}5\,kg$
$p = 0{,}8 \cdot 10^6\,Pa$
$t_1 = 37°C \sim T_1 = 310\,K$
$W = 85 \cdot 10^3\,J$

U: V_2
t_2
Q

z tab.: $r = 264\,J\,kg^{-1}K^{-1}$
$c_p = 917\,J\,kg^{-1}K^{-1}$



(1) $p \cdot V_1 = m r T_1$
(2) $p \cdot V_2 = m r T_2$

$W = p\,(V_2 - V_1) \Rightarrow$

$V_2 = \frac{W}{p} + V_1 = \frac{85 \cdot 10^3}{0{,}8 \cdot 10^6} + 0{,}2517$

$V_2 = 0{,}358\,m^3$

(1) $V_1 = \frac{m r T_1}{p} = \frac{2{,}5 \cdot 264 \cdot 310}{0{,}8 \cdot 10^6}$

$V_1 = 0{,}2517\,m^3$

$\frac{(2)}{(1)}: \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow T_2 = T_1 \cdot \frac{V_2}{V_1} = 310 \cdot \frac{0{,}358}{0{,}252}$

$T_2 = 440\,K \sim t_2 = 167°C$

$Q_p = m \cdot c_p\,(T_2 - T_1) = 2{,}5 \cdot 917\,(440 - 310)$

$Q_p = 298\,025\,J$

Kyslík o hmotnosti m = 6,5 kg a teplotě t_1 = 327°C se izobaricky ochladí na teplotu t_2 = 22°C. Objem po ochlazení byl V_2 = 0,675 m^3. Jaký byl tlak p_1 při ochlazování, počáteční objem V_1 a množství odvedeného tepla Q_{12}?

D: $m = 6{,}5\,kg$

$t_1 = 327°C \sim T_1 = 600\,K$

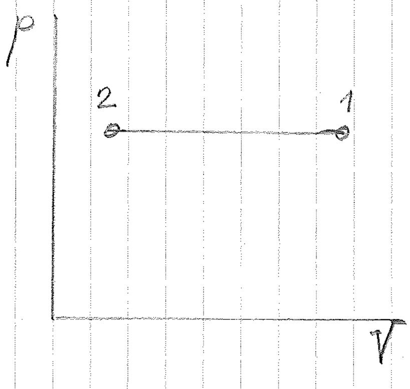
$t_2 = 22°C \sim T_2 = 295\,K$

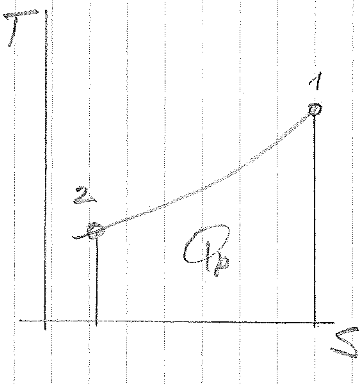
$V_2 = 0{,}675\,m^3$

Z tab.: $r = 260\ J\,kg^{-1}K^{-1}$

$c_p = 917\ J\,kg^{-1}K^{-1}$

U: p, V_1, Q_p





(1) $p \cdot V_1 = m\,r\,T_1$

(2) $p \cdot V_2 = m\,r\,T_2$

$\frac{(1)}{(2)}: \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

$V_1 = \frac{T_1}{T_2} \cdot V_2 = \frac{600}{295} \cdot 0{,}675$

$V_1 \doteq 1{,}373\,m^3$

(2) $p = \frac{m\,r\,T_2}{V_2} = \frac{6{,}5 \cdot 260 \cdot 295}{0{,}675}$

$p = 738\,592{,}6\ Pa \doteq 0{,}739\ MPa$

$Q_p = m \cdot c_p (T_2 - T_1) = 6{,}5 \cdot 917 (295 - 600)$

$Q_p = -1\,817\,952{,}5\ J \doteq -1820\ kJ$

→ odvedené teplo

Ve spalovacím prostoru zážehového motoru se spaluje směs benzínových par a vzduchu přibližně za konstantního objemu (je-li píst v horní úvrati). Jak stoupnou tlak a teplota plynů ve válci po spálení směsi? Stlačená směs má tlak 0,5 MPa a teplotu 207°C. Spálením 1 kg směsi se vyvine 1 600 kJ tepla. $c_v = 960\ J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$.

D: $p_1 = 0{,}5 \cdot 10^6\ Pa$

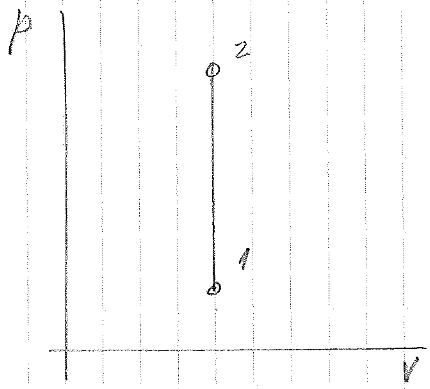
$t_1 = 207°C \sim T_1 = 480\ K$

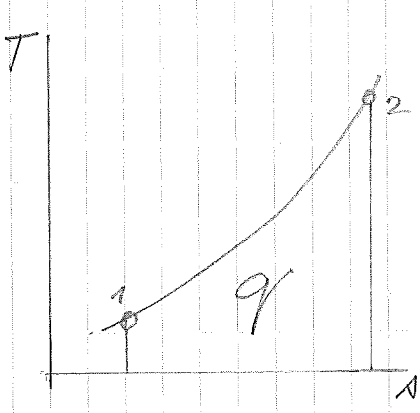
$q_v = 1600 \cdot 10^3\ J kg^{-1}$

$c_v = 960\ J kg^{-1} K^{-1}$

U: T_2

p_2





$(1)\ p_1 V = r T_1$

$(2)\ p_2 V = r T_2$

$\frac{(2)}{(1)}\quad \frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1}$

$p_2 = \frac{T_2}{T_1} \cdot p_1 = \frac{2146{,}7}{480} \cdot 0{,}5 \cdot 10^6$

$p_2 = 2\,236\,111\ Pa \doteq 2{,}236\ MPa$

$q_v = c_v (T_2 - T_1) \Rightarrow$

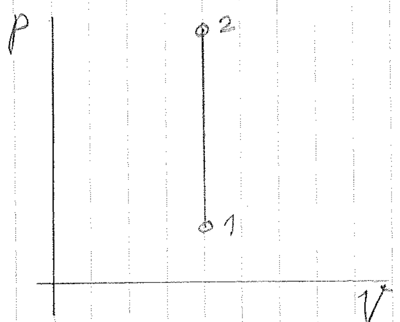
$T_2 = \frac{q_v}{c_v} + T_1 = \frac{1600 \cdot 10^3}{960} + 480$

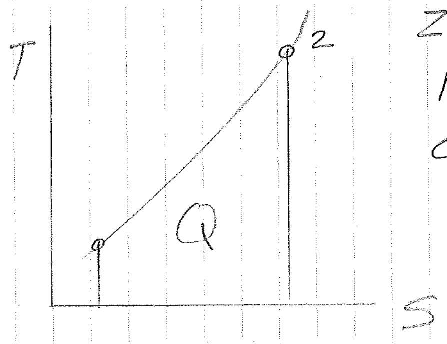
$T_2 = 2146{,}7\ K \sim t_2 \doteq 1874\ °C$

V uzavřené nádobě je m = 0,085 kg acetylénu o tlaku p_1 = 0,26 MPa a teplotě t_1 = 17°C. Plyn se zahřeje na teplotu t_2 = 257°C. Jaký tlak p_2 bude v nádobě po zahřátí a kolik tepla Q bude zapotřebí? Jaký objem má nádoba?

D: $m = 0{,}085\,kg$
$p_1 = 0{,}26 \cdot 10^6\,Pa$
$t_1 = 17°C \sim T_1 = 290\,K$
$t_2 = 257°C \sim T_2 = 530\,K$

U: p_2
Q
V





Z tabulek:
$r = 319\,J\,kg^{-1}K^{-1}$
$c_v = 1323\,J\,kg^{-1}K^{-1}$

(1) $p_1 V = m r T_1$ $\Rightarrow$ $V = \dfrac{m r T_1}{p_1} = \dfrac{0{,}085 \cdot 319 \cdot 290}{0{,}26 \cdot 10^6}$

(2) $p_2 V = m r T_2$

$\underline{\underline{V = 0{,}03024\,m^3}}$

$Q_v = m \cdot c_v \cdot (T_2 - T_1) = 0{,}085 \cdot 1323 \cdot (530 - 290)$

$\underline{\underline{Q_v = 26\,989{,}2\,J}}$

(2) $p_2 = \dfrac{m r T_2}{V} = \dfrac{0{,}085 \cdot 319 \cdot 530}{0{,}03024}$

$\underline{\underline{p_2 = 475\,229{,}8\,Pa \doteq 0{,}475\,MPa}}$

Alternativní výpočet p_2:

$\dfrac{(2)}{(1)}$: $\dfrac{p_2}{p_1} = \dfrac{T_2}{T_1} \Rightarrow p_2 = p_1 \cdot \dfrac{T_2}{T_1} = 0{,}26\,MPa \cdot \dfrac{530\,K}{290\,K}$

$\underline{\underline{p_2 \doteq 0{,}475\,MPa}}$

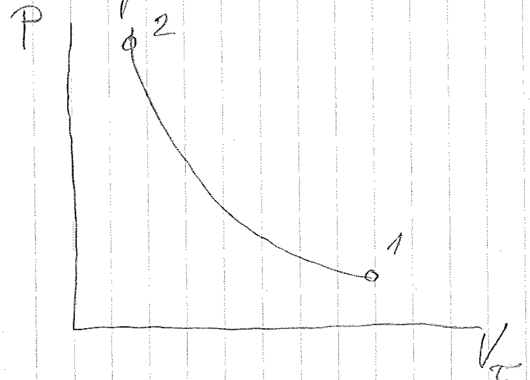
Izotermický kompresor má dodávat 20 m^3 vzduchu za minutu o tlaku 0,6 MPa a teplotě 27°C. Nasávací tlak je 98 kPa. Kolik m^3 vzduchu musí kompresor nasávat a jaký je jeho ideální příkon?

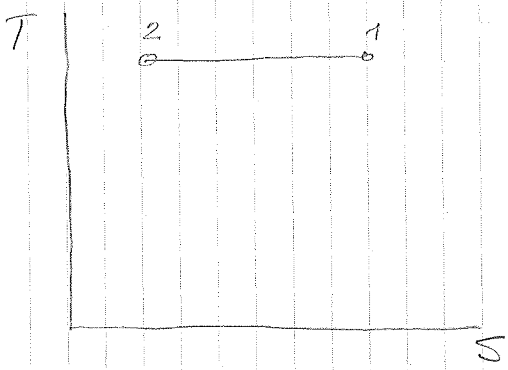
D: $V_{\tau_2} = 20\,m^3 min^{-1} = 0{,}\dot{3}\,m^3 s^{-1}$ U: V_{τ_1}, P_{id}

$p_2 = 0{,}6\,MPa = 0{,}6 \cdot 10^6\,Pa$

$t = 27°C \sim T = 300\,K = konst$

$p_1 = 98\,kPa = 98 \cdot 10^3\,Pa$





$$\left.\begin{array}{l}(1)\ p_1 V_{\tau_1} = m_\tau \cdot r T \\ (2)\ p_2 V_{\tau_2} = m_\tau r T\end{array}\right\} \Rightarrow p_1 V_{\tau_1} = p_2 V_{\tau_2}$$

$$V_{\tau_1} = \frac{p_2 V_{\tau_2}}{p_1} = \frac{0{,}6 \cdot 10^6 \cdot 0{,}\dot{3}}{98 \cdot 10^3}$$

$$\underline{\underline{V_{\tau_1} = 2{,}041\,m^3 s^{-1} = 122{,}4\,m^3 min^{-1}}}$$

$$\underline{P_{id}} = \frac{W_t}{\tau} = \frac{m \cdot w_t}{\tau} = m_\tau \cdot w_t = 2{,}32 \cdot 156010 = \underline{\underline{361\,943\,W}}$$

$$(2)\ \underline{m_\tau} = \frac{p_2 \cdot V_{\tau_2}}{r T} = \frac{0{,}6 \cdot 10^6 \cdot 0{,}\dot{3}}{287 \cdot 300} = \underline{2{,}32\,kg\,s^{-1}}$$

$$\underline{w_t} = r T \ln \frac{p_1}{p_2} = 287 \cdot 300 \cdot \ln \frac{98 \cdot 10^3}{0{,}6 \cdot 10^6} = \underline{-156\,010\,J\,kg^{-1}}$$

Vzduch o objemu $V_1 = 15\ m^3$ a teplotě $t_1 = 27°C$ se adiabaticky stlačí **z** tlaku $p_1 = 0{,}1$ MPa na tlak $p_2 = 0{,}84$ MPa. Jaká je teplota t_2 a objem V_2 vzduchu na konci komprese a kolik technické práce W_t se spotřebuje?

D: $V_1 = 15 m^3$

$t_1 = 27°C \sim T_1 = 300K$

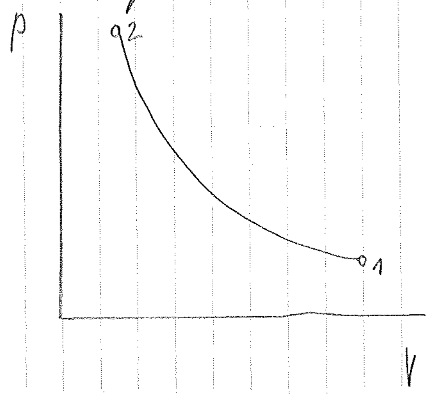
$p_1 = 0{,}1 \cdot 10^6 Pa$

$p_2 = 0{,}84 \cdot 10^6 Pa$

U: t_2

V_2

W_t



$$(1)\ p_1 V_1 = m r T_1 \Rightarrow \underline{m} = \frac{p_1 V_1}{r T_1} = \frac{0{,}1 \cdot 10^6 \cdot 15}{287 \cdot 300} = \underline{17{,}42 kg}$$

$$(2)\ p_2 V_2 = m r T_2$$

$$(3)\ p_1 V_1^{\varkappa} = p_2 V_2^{\varkappa} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{\varkappa}}$$

$$\frac{(2)}{(1)}: \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} \quad (4)$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{-1} \cdot \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{\varkappa}} \Rightarrow T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{\varkappa} - 1}$$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1-\varkappa}{\varkappa}}$$

$$T_2 = 300 \left(\frac{0{,}1}{0{,}84}\right)^{\frac{1-1{,}4}{1{,}4}}$$

$$\underline{\underline{T_2 = 551{,}1 K \sim t_2 = 278\ °C}}$$

$$(4)\ V_2 = \frac{p_2}{p_1} \cdot V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = \frac{0{,}1}{0{,}84} \cdot 15 \cdot \frac{551{,}1}{300}$$

$$\underline{\underline{V_2 = 3{,}28 m^3}}$$

$$W_t = m \cdot w_t = m \cdot \varkappa \cdot \frac{r}{\varkappa - 1} (T_1 - T_2) = 17{,}42 \cdot 1{,}4 \cdot \frac{287}{1{,}4 - 1} (551 - 300)$$

$$\underline{\underline{W_t = 4392500\ J \doteq 4{,}4 MJ}}$$

Vzduch o tlaku p_1 = 0,92 MPa, t_1 = 47°C a objemu V_1 = 120 m^3 expanduje adiabaticky na tlak p_2 = 0,15 MPa. Jaká bude teplota t_2 a objem V_2 na konci expanze a jaká objemová práce W_{12} se vykoná?

D: $p_1 = 0{,}92 \cdot 10^6\,Pa$

$t_1 = 47°C \sim T_1 = 320\,K$

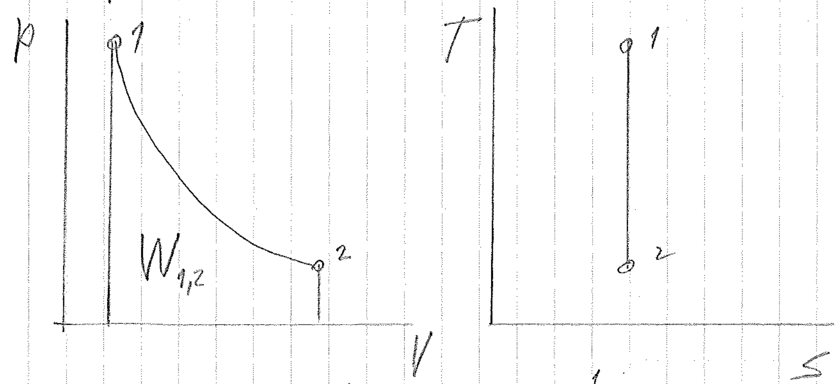
$V_1 = 120\,m^3$

$p_2 = 0{,}15 \cdot 10^6\,Pa$

U: t_2

V_2

$W_{1,2}$



(1) $p_1 V_1 = m r T_1$

(2) $p_2 V_2 = m r T_2$

(3) $p_1 V_1^{\varkappa} = p_2 V_2^{\varkappa}$

(3) $V_2 = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{\varkappa}} V_1 = \left(\frac{0{,}92}{0{,}15}\right)^{\frac{1}{1{,}4}} \cdot 120$

$\underline{\underline{V_2 = 438{,}35\,m^3}}$

$\frac{(2)}{(1)}: \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} \Rightarrow T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2 \cdot V_2}{p_1 V_1} = 320 \cdot \frac{0{,}15 \cdot 438{,}35}{0{,}92 \cdot 120}$

$T_2 = 190{,}587\,K$

$\underline{\underline{t_2 = -82{,}4\,°C}}$

$$W_{1,2} = m \cdot w = m \cdot \frac{1}{\varkappa - 1} p_1 V_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}}\right] =$$

$$= \frac{1}{\varkappa - 1} p_1 \cdot V_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}}\right] =$$

$$= \frac{1}{1{,}4-1} \cdot 0{,}92 \cdot 10^6 \cdot 120 \left[1 - \left(\frac{0{,}15}{0{,}92}\right)^{\frac{1{,}4-1}{1{,}4}}\right]$$

$\underline{\underline{W_{1,2} = 1{,}116 \cdot 10^8\,J \doteq 112\,MJ}}$

Na jaký tlak p_2 je nutno adiabaticky stlačit směs vzduchu a benzínových par ve válci zážehového motoru, aby nastalo samovznícení? Počáteční teplota směsi je $t_1 = 100°C$, samozápal nastává asi při teplotě $t_2 = 430°C$. Nasávací tlak $p_1 = 0{,}09$ MPa, $\kappa = 1{,}4$.

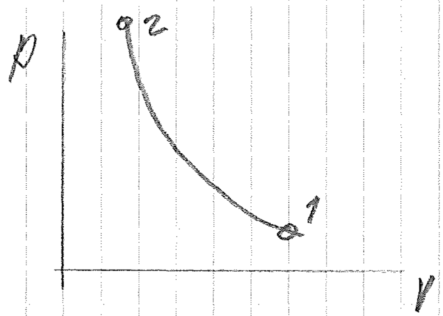
D: $t_1 = 100°C \sim T_1 = 373K$

$t_2 = 430°C \sim T_2 = 703K$

$p_1 = 0{,}09 \cdot 10^6 Pa$

$\varkappa = 1{,}4$

U: p_2



$(1)\; p_1 V_1 = m r T_1$

$(2)\; p_2 V_2 = m r T_2$

$(3)\; p_1 V_1^{\varkappa} = p_2 V_2^{\varkappa}$

$(3)\; \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{\varkappa}}$

$$\frac{(2)}{(1)} \quad \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{p_2}{p_1} \cdot \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{\varkappa}} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{p_2}{p_1} \cdot \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{-\frac{1}{\varkappa}} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{\varkappa}} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{\varkappa}{\varkappa-1}} \Rightarrow p_2 = p_1 \cdot \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{\varkappa}{\varkappa-1}}$$

$$p_2 = 0{,}09 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{703}{373}\right)^{\frac{1{,}4}{1{,}4-1}}$$

$$\underline{\underline{p_2 = 0{,}8272 \cdot 10^6 Pa}}$$

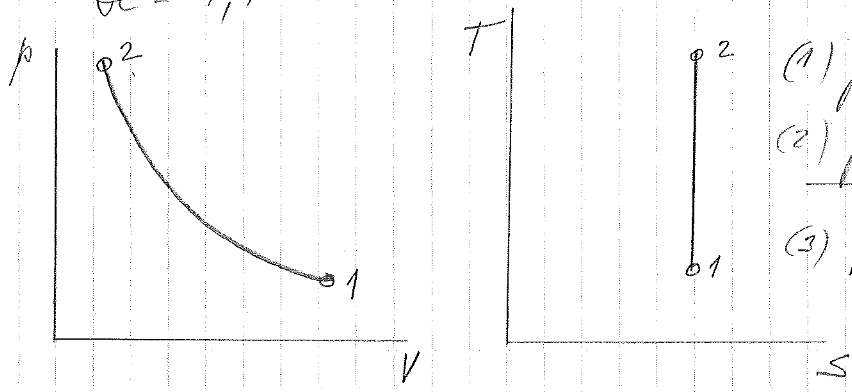
Vznětový motor má kompresní poměr ε = 15,6, na počátku adiabatické komprese je tlak p_1 = 0,11 MPa, počáteční teplota t_1 = 47°C. Jaký je tlak p_2 a teplota t_2 na konci komprese? (Adiabatický exponent κ = 1,4).

D: $\varepsilon = \frac{V_1}{V_2} = 15{,}6$ U: p_2

$p_1 = 0{,}11 \cdot 10^6\,Pa$ t_2

$t_1 = 47°C \sim T_1 = 320\,K$

$\varkappa = 1{,}4$



(1) $p_1 V_1 = m r T_1$

(2) $p_2 V_2 = m r T_2$

(3) $p_1 V_1^{\varkappa} = p_2 V_2^{\varkappa}$

(3) $\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\varkappa} = \varepsilon^{\varkappa} \Rightarrow p_2 = p_1 \cdot \varepsilon^{\varkappa} = 0{,}11 \cdot 10^6 \cdot 15{,}6^{1{,}4}$

$\underline{p_2 = 5{,}15 \cdot 10^6\,Pa}$

$\frac{(2)}{(1)}$: $\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} \Rightarrow T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{V_2}{V_1} = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{1}{\varepsilon}$

$T_2 = 320 \cdot \frac{5{,}15}{0{,}11} \cdot \frac{1}{15{,}6}$

$\underline{T_2 = 960{,}37\,K} \sim t_2 = 960{,}37 - 273$

$\underline{\underline{t_2 = 687\,°C}}$

Vzduch o tlaku p_1 = 0,15 MPa, teplotě t_1 = 27°C a objemu V_1 = 260 m^3 se polytropicky stlačí tak, že se objem zmenší na V_2 = 80 m^3. Jaká bude objemová práce W_{12} a teplo Q_{12}, je-li polytropický exponent n = 1,2?

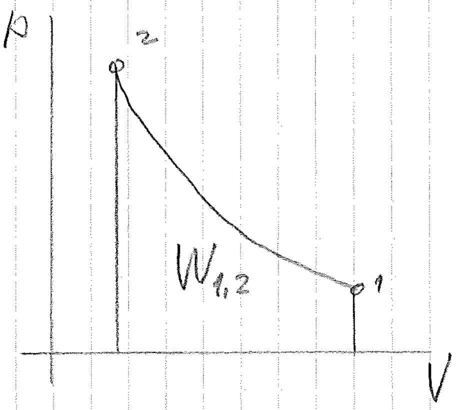
D: $p_1 = 0,15\,MPa = 0,15\cdot 10^6\,Pa$ U: $W_{1,2}$, $Q_{1,2}$

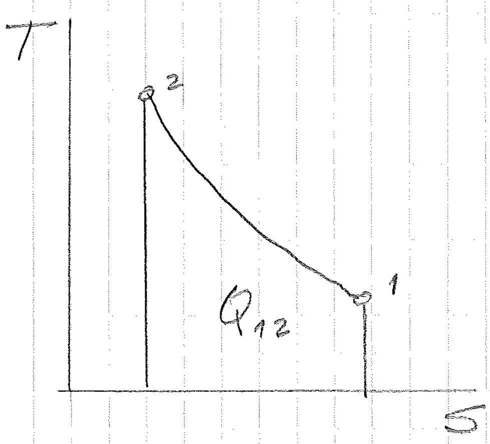
$t_1 = 27°C \sim T_1 = 300K$

$V_1 = 260\,m^3$

$V_2 = 80\,m^3$

$n = 1,2$





(1) $p_1 V_1 = m r T_1$

(2) $p_2 V_2 = m r T_2$

$$p_1 V_1^n = p_2 V_2^n \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^n$$

(1) $$\underline{m} = \frac{p_1 V_1}{r T_1} = \frac{0,15\cdot 10^6 \cdot 260}{287\cdot 300} = \underline{452,96\,kg}$$

$$W_{1,2} = \frac{p_1 V_1}{n-1}\left[1 - \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{1-n}\right] = \frac{0,15\cdot 10^6\cdot 260}{1,2-1}\left[1-\left(\frac{80}{260}\right)^{1-1,2}\right]$$

$$\underline{\underline{W_{1,2} = -51,831\cdot 10^6\,J}}$$

$$Q_{1,2} = m\cdot q_{1,2} = m\cdot\frac{n-\kappa}{n-1}\cdot c_v\,(T_2 - T_1)$$

$$\underline{\underline{Q_{1,2}}} = 452,96\cdot\frac{1,2-1,4}{1,2-1}\cdot 714\,(380-300) = \underline{\underline{-25,873\cdot 10^6\,J}}$$

$$\frac{(2)}{(1)}\quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} \Rightarrow T_2 = T_1\cdot\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^n\cdot\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{-1} = T_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{n-1} = 300\left(\frac{260}{80}\right)^{1,2-1}$$

$$\underline{T_2 \doteq 380\,K}$$

Ve spalovacím prostoru zážehového motoru vznikne spálením směsi plyn o tlaku p_1 = = 2,5 MPa a teplotě t_1 = 1 400°C, který se polytropicky rozpíná. Jaký je tlak p_2 na konci expanze, opouští-li plyn válec s teplotou t_2 = 500°C a je-li střední polytropický exponent n = 1,5? Jakou měrnou objemovou práci w vykoná plyn, je-li r = 300 J·kg^{-1}·K^{-1}?

D: $p_1 = 2{,}5 \cdot 10^6\,Pa$

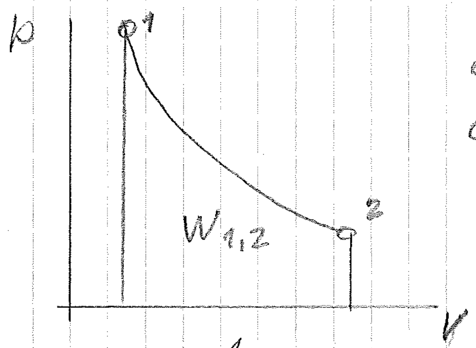
$t_1 = 1400\,°C \sim T_1 = 1673\,K$

$t_2 = 500\,°C \sim T_2 = 773\,K$

$n = 1{,}5\ ;\ r = 300\,J kg^{-1} K^{-1}$

U: p_2

$W_{1,2}$



$$(1)\quad p_1 v_1 = r T_1$$
$$(2)\quad p_2 v_2 = r T_2$$
$$\frac{p_2 v_2}{p_1 v_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$p_1 v_1^n = p_2 v_2^n$$
$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}}$$

$$\frac{p_2}{p_1} \cdot \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{n}} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{n}} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{n}{n-1}}$$

$$p_2 = p_1 \cdot \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{n}{n-1}} = 2{,}5 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{773}{1673}\right)^{\frac{1{,}5}{1{,}5-1}}$$

$$\underline{\underline{p_2 = 0{,}246 \cdot 10^6\,Pa}}$$

$$W_{1,2} = \frac{r T_1}{n-1}\left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}\right]$$

$$W_{1,2} = \frac{300 \cdot 1673}{1{,}5 - 1}\left[1 - \left(\frac{0{,}246}{2{,}5}\right)^{\frac{1{,}5-1}{1{,}5}}\right]$$

$$\underline{\underline{W_{1,2} = 540\,376\ J kg^{-1}}}$$