

TERMOMECHANIKA

Sbírka příkladů T2

Řešené příklady z termomechaniky

1) Příklad řešení stavové rovnice:

Zadání: V uzavřené nádobě s vnitřním objemem $2,6 \text{ m}^3$ je vzduch o teplotě 21°C a tlaku $0,25 \text{ MPa}$. Vypočtete hmotnost vzduchu, který je v nádobě, jestliže měrná plynová konstanta vzduchu je $287 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Dále vypočtete tlak vzduchu v nádobě, jestliže se následně objem nádoby sníží na $1,8 \text{ m}^3$ a teplota vzduchu se v nádobě současně zvýší na 125°C .

Řešení: teplota vzduchu v nádobě je $t_1 = 21[^\circ\text{C}]$, pak $T_1 = 21 + 273 = 294 \text{ [K]}$;
tlak vzduchu v nádobě je $p_1 = 0,25 \text{ [MPa]} = 250000 \text{ [Pa]}$;
objem vzduchu v nádobě je $V_1 = 2,6 \text{ [m}^3\text{]}$;

stavová rovnice má tvar $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = m \cdot r$;

pak hmotnost vzduchu v nádobě je $m = \frac{p_1 \cdot V_1}{r \cdot T_1} = \frac{250000 \cdot 2,6}{287 \cdot 294} = 7,703 \text{ [kg]}$;

teplota vzduchu v nádobě je $t_2 = 125[^\circ\text{C}]$, pak $T_2 = 125 + 273 = 398 \text{ [K]}$;
objem vzduchu v nádobě je $V_2 = 1,8 \text{ [m}^3\text{]}$;

stavová rovnice má tvar $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$;

tlak $p_2 = \frac{p_1 \cdot V_1 \cdot T_2}{V_2 \cdot T_1} = \frac{250000 \cdot 2,6 \cdot 398}{1,8 \cdot 294} = 488850 \text{ [Pa]}$.

2) Příklad řešení stavové rovnice:

Zadání: Vypočtete hustotu vzduchu v uzavřené nádobě, jestliže jeho teplota je 15°C , tlak je $0,35 \text{ MPa}$ a měrná plynová konstanta vzduchu je $287 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Řešení: teplota vzduchu v nádobě je $t = 15[^\circ\text{C}]$, pak $T = 15 + 273 = 288 \text{ [K]}$;
tlak vzduchu v nádobě je $p = 0,35 \text{ [MPa]} = 350000 \text{ [Pa]}$;

stavová rovnice má tvar $\frac{p \cdot V}{T} = m \cdot r$;

ze stavové rovnice $\frac{m}{V} = \frac{p}{r \cdot T} = \rho$;

pak hustota vzduchu v nádobě je $\rho = \frac{m}{V} = \frac{p}{r \cdot T} = \frac{350000}{287 \cdot 288} = 4,2334 \text{ [kg}\cdot\text{m}^{-3}\text{]}$.

3) Příklad řešení vratných změn:

Zadání: V nádobě s objemem $2,6 \text{ m}^3$ je vzduch o tlaku $0,25 \text{ MPa}$ a teplotě 21°C . Určete objem, tlak a teplotu vzduchu v nádobě, jestliže se jeho:

- teplota izobaricky zvýší 170°C ;
- teplota izochoricky zvýší 170°C ;
- objem izotermicky sníží na $1,9 \text{ m}^3$.

Řešení: teplota vzduchu v nádobě je $t_1 = 21[^\circ\text{C}]$, pak $T_1 = 21 + 273 = 294 \text{ [K]}$;

tlak vzduchu v nádobě je $p_1 = 0,25 \text{ [MPa]} = 250000 \text{ [Pa]}$;

objem vzduchu v nádobě je $V_1 = [2,6 \text{ [m}^3\text{]}]$;

a) teplota se za stálého tlaku zvýší na $t_2 = 150^\circ\text{C}$; pak $T_2 = 170 + 273 = 443 \text{ [K]}$;

tlak $p_2 = p_1 = 0,25 \text{ [MPa]} = 250000 \text{ [MPa]}$;

rovnice izobarické změny je $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$;

pak objem vzduchu je $V_2 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{2,6 \cdot 433}{294} = 3,829 \text{ [m}^3\text{]} \cdot 3,918 \text{ m}^3$

b) teplota se za stálého objemu zvýší na $t_2 = 170^\circ\text{C}$; pak $T_2 = 170 + 273 = 443 \text{ [K]}$;

objem $V_2 = V_1 = 2,6 \text{ [m}^3\text{]}$;

rovnice izochorické změny je $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$;

pak tlak vzduchu je $p_2 = \frac{p_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{250000 \cdot 443}{294} = 376700 \text{ [Pa]}$

c) objem za stálé teploty sníží na $V_2 = 1,9 \text{ [m}^3\text{]}$;

teplota $T_2 = T_1 = 21 + 273 = 294 \text{ [K]}$;

rovnice izotermické změny je $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$;

pak tlak vzduchu je $p_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{V_2} = \frac{250000 \cdot 2,6}{1,9} = 342100 \text{ [Pa]}$.

4) Příklad řešení adiabatické změny:

Zadání: Ve válci pístového kompresoru o objemu pracovního prostoru 37 cm^3 je vzduch o teplotě 170°C a tlaku $0,47 \text{ MPa}$. Vypočítejte hmotnost, tlak a teplotu vzduchu ve válci, jestliže se bez sdílení tepla s okolím objem válce zvětší na 110 cm^3 a měrná plynová konstanta vzduchu je $287 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Řešení: teplota vzduchu ve válci je $t_1 = 170[^\circ\text{C}]$, pak $T_1 = 170 + 273 = 443 \text{ [K]}$;

tlak vzduchu ve válci je $p_1 = 0,47 \text{ [MPa]} = 470000 \text{ [Pa]}$;

objem vzduchu ve válci $V_1 = 37 \text{ [cm}^3\text{]} = 0,000037 \text{ [m}^3\text{]}$;

po adiabatické změně objem vzduchu ve válci je $V_2 = 11 \text{ [cm}^3\text{]} = 0,00011 \text{ [m}^3\text{]}$;

stavová rovnice má tvar $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = m \cdot r$;

ze stavové rovnice $m = \frac{p_1 \cdot V_1}{r \cdot T_1} = \frac{470000 \cdot 0,000037}{287 \cdot 443} = 0,000137 \text{ [kg]}$;

rovnice adiabatické změny má tvar $p_1 \cdot V_1^a = p_2 \cdot V_2^a$;

z rovnice změny $p_2 = p_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^a = 470000 \cdot \left(\frac{0,000037}{0,00011}\right)^{1,4} = 102242 \text{ [Pa]}$;

stavová rovnice má tvar $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$;

ze stavové rovnice $T_2 = \frac{p_2 \cdot V_2 \cdot T_1}{p_1 \cdot V_1} = \frac{102242 \cdot 0,00011 \cdot 443}{470000 \cdot 0,000037} = 286,5 \text{ [K]}$;

teplota ve válci po změně je $t_2 = 13,5 \text{ [}^\circ\text{C]}$.

5) Příklad řešení adiabatické změny:

Zadání: Ve válci pístového kompresoru o objemu pracovního prostoru o 145 cm³ je vzduch o teplotě 15°C a tlaku 0,1 MPa. Vypočtete hmotnost vzduchu ve válci, jeho teplotu a objem pracovního prostoru, jestliže se bez sdílení tepla s okolím tlak vzduchu ve válci zvýší na 0,35 MPa, měrná plynová konstanta vzduchu je 287 J.kg⁻¹.K⁻¹ a adiabatický exponent vzduchu je 1,4.

Řešení: teplota vzduchu ve válci je $t_1 = 15[^\circ\text{C}]$, pak $T_1 = 15 + 273 = 288 \text{ [K]}$;

tlak vzduchu ve válci je $p_1 = 0,1 \text{ [MPa]} = 100000 \text{ [Pa]}$;

objem vzduchu ve válci $V_1 = 145 \text{ [cm}^3\text{]} = 0,000145 \text{ [m}^3\text{]}$;

po adiabatické změně tlak vzduchu ve válci je $p_2 = 0,35 \text{ [MPa]} = 350000 \text{ [Pa]}$;

stavová rovnice má tvar $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = m \cdot r$;

ze stavové rovnice $m = \frac{p_1 \cdot V_1}{r \cdot T_1} = \frac{100000 \cdot 0,000145}{287 \cdot 288} = 0,000175 \text{ [kg]}$;

rovnice adiabatické změny má tvar $p_1 \cdot V_1^a = p_2 \cdot V_2^a$;

z rovnice změny $V_2 = V_1 \cdot \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{a}} = 0,000145 \cdot \left(\frac{100000}{350000}\right)^{\frac{1}{1,4}} = 0,0000592 \text{ [m}^3\text{]}$;

stavová rovnice má tvar $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$;

ze stavové rovnice $T_2 = \frac{p_2 \cdot V_2 \cdot T_1}{p_1 \cdot V_1} = \frac{350000 \cdot 0,0000592 \cdot 288}{100000 \cdot 0,000145} = 412 \text{ [K]}$;

teplota ve válci po změně je $t_2 = 139 \text{ [}^\circ\text{C]}$.

6) Příklad řešení absolutní a technické práce při izotermické změně:

Zadání: V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 0,05 dm³, teplotě 21°C a tlaku 0,33 MPa. Vypočtete absolutní a technickou práci při izotermické expanzi vzduchu na tlak 0,1 MPa. Měrná plynová konstanta vzduchu je 287 J.kg⁻¹.K⁻¹.

Řešení: teplota vzduchu ve válci je $t_1 = 21[^\circ\text{C}]$, pak $T_1 = 21 + 273 = 294 \text{ [K]}$;

tlak vzduchu ve válci je $p_1 = 0,33 \text{ [MPa]} = 330000 \text{ [Pa]}$;

objem vzduchu ve válci $V_1 = 0,05 \text{ [dm}^3\text{]} = 0,00005 \text{ [m}^3\text{]}$;

po izotermické expanzi je ve válci tlak vzduchu $p_2 = 0,1 \text{ [MPa]} = 100000 \text{ [Pa]}$;

stavová rovnice má tvar $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = m \cdot r$;

ze stavové rovnice $m = \frac{p_1 \cdot V_1}{r \cdot T_1} = \frac{330000 \cdot 0,00005}{287 \cdot 294} = 0,000196 \text{ [kg]}$;

rovnice izotermické změny je $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$;

pak tlak vzduchu je $V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2} = \frac{330000 \cdot 0,00005}{100000} = 0,000165 \text{ [m}^3\text{]}$;

vztah pro výpočet absolutní práce při izotermické změně $W_a = m \cdot r \cdot T_1 \cdot \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$;

po dosazení $W_a = 0,000196 \cdot 287 \cdot 294 \cdot \ln\left(\frac{0,000165}{0,00005}\right) = 19,7 \text{ [J]}$;

při izotermické změně se absolutní práce rovná práci technické, pak $W_a = W_t = 19,7 \text{ [J]}$;

práce je kladná, protože při expanzi plyn koná práci.

7) Příklad řešení absolutní a technické práce při adiabatické změně:

Zadání: V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 150 cm^3 , teplotě 17°C a tlaku $0,1 \text{ MPa}$. Vypočítejte absolutní a technickou práci při adiabatické kompresi vzduchu, při níž se objem pracovního prostoru sníží na 47 cm^3 . Měrná plynová konstanta vzduchu je $287 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ a adiabatický exponent vzduchu je $1,4$.

Řešení: teplota vzduchu ve válci je $t_1 = 17[^\circ\text{C}]$, pak $T_1 = 17 + 273 = 290 \text{ [K]}$;

tlak vzduchu ve válci je $p_1 = 0,1 \text{ [MPa]} = 100000 \text{ [Pa]}$;

objem vzduchu ve válci $V_1 = 150 \text{ [cm}^3] = 0,00015 \text{ [m}^3]$;

po je objem pracovního prostoru $V_2 = 47 \text{ [cm}^3] = 0,000047 \text{ [m}^3]$;

stavová rovnice má tvar $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = m \cdot r$;

ze stavové rovnice $m = \frac{p_1 \cdot V_1}{r \cdot T_1} = \frac{100000 \cdot 0,00015}{287 \cdot 290} = 0,00018 \text{ [kg]}$;

rovnice adiabatické změny má tvar $p_1 \cdot V_1^a = p_2 \cdot V_2^a$;

rovnice změny $p_2 = p_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^a = 100000 \cdot \left(\frac{0,00015}{0,000047}\right)^{1,4} = 507700 \text{ [Pa]}$;

absolutní práce při adiabatické změně je $W_a = \frac{m \cdot r \cdot T_1}{a - 1} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{a-1}{a}}\right]$;

po dosazení $W_a = \frac{0,00018 \cdot 287 \cdot 290}{1,4 - 1} \cdot \left[1 - \left(\frac{507700}{100000}\right)^{\frac{1,4-1}{1,4}}\right] = -22,15 \text{ [J]}$;

technická práce je $W_a = a \cdot W_a = 1,4 \cdot (-22,15) = -31,01 \text{ [J]}$;

práce je záporná, protože na kompresi plynu musíme vynaložit práci (dodat práci plynu).

8) Příklad řešení obecné změny pomocí první věty termodynamiky:

Zadání: V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 35 cm^3 , teplotě 115°C a tlaku $0,33 \text{ MPa}$. Vypočítejte teplotu vzduchu po expanzi, jestliže při ní v jednom pracovním cyklu vzduch vykoná objemovou práci 64 J a vzduchu dodáme teplo 58 J . Měrná plynová konstanta vzduchu je $287 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, měrná tepelná kapacita vzduchu při stálém objemu je $717 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ a měrná tepelná kapacita vzduchu při stálém tlaku je $1005 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Řešení: teplota vzduchu v pracovním prostoru je $t_1 = 115[^\circ\text{C}]$, pak $T_1 = 115 + 273 = 388[\text{K}]$;
tlak vzduchu v pracovním prostoru je $p_1 = 0,33 [\text{MPa}] = 330000 [\text{Pa}]$;
objem vzduchu v pracovním prostoru $V_1 = 35 [\text{cm}^3] = 0,000035 [\text{m}^3]$;
objemová práce je $W_a = 64 [\text{J}]$, kladná je, protože při expanzi vzduch koná práci;
sdílené teplo $Q = 58[\text{J}]$, sdílené teplo je kladné, protože při změně teploty vzduchu přivádíme;

stavová rovnice má tvar $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = m \cdot r$;

ze stavové rovnice $m = \frac{p_1 \cdot V_1}{r \cdot T_1} = \frac{330000 \cdot 0,000035}{287 \cdot 388} = 0,000104 [\text{kg}]$;

první věta termodynamiky má tvar $Q = \Delta U + W_a = m \cdot c_v \cdot \Delta T + W_a$;

z první věty termodynamiky $Q = m \cdot c_v \cdot (t_2 - t_1) + W_a \Rightarrow t_2 = t_1 + \frac{Q - W_a}{m \cdot c_v}$;

po dosazení $t_2 = 115 + \frac{58 - 64}{0,000104 \cdot 717} = 34,3[^\circ\text{C}]$.

9) Příklad řešení obecné změny pomocí první věty termodynamiky:

Zadání: V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 150 cm^3 , teplotě 26°C a tlaku $0,1 \text{ MPa}$. Vypočítejte teplotu vzduchu po kompresi, jestliže při ní v jednom pracovním cyklu vykonáme objemovou práci 32 J a chlazením odvedeme teplo 28 J . Měrná plynová konstanta vzduchu je $287 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, měrná tepelná kapacita vzduchu při stálém objemu je $717 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ a měrná tepelná kapacita vzduchu při stálém tlaku je $1005 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Řešení: teplota vzduchu v pracovním prostoru je $t_1 = 26[^\circ\text{C}]$, pak $T_1 = 26 + 273 = 299 [\text{K}]$;
tlak vzduchu v pracovním prostoru je $p_1 = 0,1 [\text{MPa}] = 100000 [\text{Pa}]$;
objem vzduchu v pracovním prostoru $V_1 = 150 [\text{cm}^3] = 0,00015 [\text{m}^3]$;
objemová práce je $W_a = -32 [\text{J}]$, záporná je, protože při kompresi vynakládáme objemovou práci;
sdílené teplo $Q = -28[\text{J}]$, sdílené teplo je záporné, protože chlazením teplo odvedeme;

stavová rovnice má tvar $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = m \cdot r$;

ze stavové rovnice $m = \frac{p_1 \cdot V_1}{r \cdot T_1} = \frac{100000 \cdot 0,00015}{287 \cdot 299} = 0,000175 [\text{kg}]$;

první věta termodynamiky má tvar $Q = \Delta U + W_a = m \cdot c_v \cdot \Delta T + W_a$;

z první věty termodynamiky $Q = m \cdot c_v \cdot (t_2 - t_1) + W_a \Rightarrow t_2 = t_1 + \frac{Q - W_a}{m \cdot c_v}$;

po dosazení $t_2 = 26 + \frac{-28 - (-32)}{0,000175 \cdot 717} = 57,9[^\circ\text{C}]$.

10) Příklad řešení izotermické změny pomocí první věty termodynamiky:

Zadání: V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 44 cm^3 , teplotě 133°C a tlaku $0,49 \text{ MPa}$. Vypočítejte teplotu vzduchu a jeho tlak pokud se objem pracovního prostoru izotermicky změní na 220 cm^3 . Dále vypočítejte množství vynalo-

žené nebo vykonané absolutní práce a množství sděleného tepla při dané změně. Měrná plynová konstanta vzduchu je $287 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, měrná tepelná kapacita vzduchu při stálém objemu je $717 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ a měrná tepelná kapacita vzduchu při stálém tlaku je $1005 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Řešení: teplota vzduchu ve válci je $t_1 = 133 [^\circ\text{C}]$, pak $T_1 = 133 + 273 = 406 \text{ [K]}$;
tlak vzduchu ve válci je $p_1 = 0,49 \text{ [MPa]} = 490000 \text{ [Pa]}$;
objem vzduchu ve válci $V_1 = 44 \text{ [cm}^3] = 0,000044 \text{ [m}^3]$;
po změně je objem pracovního prostoru $V_2 = 220 \text{ [cm}^3] = 0,00022 \text{ [m}^3]$;
jedná se o izotermickou expanzi vzduchu;
při izotermické změně se teplota nemění, pak $T_2 = T_1 = 406 \text{ [K]}$;
pak rozdíl teplot při změně $\Delta T = T_2 - T_1 = 406 - 406 = 0 \text{ [K]}$;

rovnice izotermické změny je $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$;

$$\text{pak tlak vzduchu je } p_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{V_2} = \frac{490000 \cdot 0,000044}{0,00022} = 98000 \text{ [Pa]}.$$

stavová rovnice má tvar $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = m \cdot r$;

$$\text{ze stavové rovnice } m = \frac{p_1 \cdot V_1}{r \cdot T_1} = \frac{490000 \cdot 0,000044}{287 \cdot 406} = 0,000185 \text{ [kg]};$$

vztah pro výpočet absolutní práce při izotermické změně $W_a = m \cdot r \cdot T_1 \cdot \ln\left(\frac{p_1}{p_2}\right)$;

$$\text{po dosazení } W_a = 0,000185 \cdot 287 \cdot 406 \cdot \ln\left(\frac{490000}{98000}\right) = 34,7 \text{ [J]};$$

práce je kladná, protože při expanzi plyn koná práci;

první věta termodynamika má tvar $Q = \Delta U + W_a = m \cdot c_v \cdot \Delta T + W_a$;

z první věty termodynamiky $Q = 0,000185 \cdot 717 \cdot 0 + 34,7 = 34,7 \text{ [J]}$;

sdělené teplo je kladné, proto musí být dodáno.

11) Příklad řeš

12) ení izotermické změny pomocí první věty termodynamiky:

Zadání: Ve válci pístového kompresoru je vzduch o objemu 350 cm^3 , teplotě 18°C a tlaku $0,09 \text{ MPa}$. Vypočtete teplotu vzduchu a jeho objem po adiabatické kompresi na tlak $0,36 \text{ MPa}$. Dále užitím prvního zákona termomechaniky vypočtete množství vynaložené nebo vykonané práce. Adiabatický exponent vzduchu je $1,4$, měrná plynová konstanta vzduchu je $287 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, měrná tepelná kapacita vzduchu při stálém objemu je $717 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ a měrná tepelná kapacita vzduchu při stálém tlaku je $1005 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Řešení: teplota vzduchu ve válci je $t_1 = 18 [^\circ\text{C}]$, pak $T_1 = 18 + 273 = 291 \text{ [K]}$;

tlak vzduchu ve válci je $p_1 = 0,09 \text{ [MPa]} = 90000 \text{ [Pa]}$;

objem vzduchu ve válci $V_1 = 350 \text{ [cm}^3] = 0,00035 \text{ [m}^3]$;

po kompresi je v pracovního prostoru tlak $p_2 = 0,36 \text{ [MPa]} = 360000 \text{ [Pa]}$;

stavová rovnice má tvar $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = m \cdot r$;

ze stavové rovnice $m = \frac{p_1 \cdot V_1}{r \cdot T_1} = \frac{90000 \cdot 0,00035}{287 \cdot 291} = 0,000377 [\text{kg}]$;

rovnice adiabatické změny má tvar $p_1 \cdot V_1^a = p_2 \cdot V_2^a$;

z rovnice změny $V_2 = V_1 \cdot \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{a}} = 0,00035 \cdot \left(\frac{90000}{360000}\right)^{\frac{1}{1,4}} = 0,00013 [\text{m}^3]$;

stavová rovnice má tvar $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$;

ze stavové rovnice $T_2 = \frac{p_2 \cdot V_2 \cdot T_1}{p_1 \cdot V_1} = \frac{360000 \cdot 0,00013 \cdot 291}{90000 \cdot 0,00035} = 432,4 [\text{K}]$;

rozdíl teplot vzduchu při změně je $\Delta T = t_2 - t_1 = 432,4 - 291 = 141,4 [\text{K}]$;

první věta termodynamika má tvar $Q = \Delta U + W_a = m \cdot c_v \cdot \Delta T + W_a$;

adiabatická změna je bez sdílení tepla, $Q = 0$;

pak $Q = m \cdot c_v \cdot \Delta T + W_a = 0 \Rightarrow W_a = -m \cdot c_v \cdot \Delta T$;

absolutní práce $W_a = -m \cdot c_v \cdot \Delta T = -0,000377 \cdot 717 \cdot 141,4 = -38,24 [\text{J}]$;

práce je záporná, protože na kompresi plynu musíme vynaložit práci (dodat práci plynu).

Příklady z termomechaniky k procvičení

Konstanty pro řešení úloh: adiabatický exponent vzduchu je 1,4, měrná plynová konstanta vzduchu je $287 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, měrná tepelná kapacita vzduchu při stálém objemu je $717 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, měrná tepelná kapacita vzduchu při stálém tlaku je $1005 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Příklad 5.201. V uzavřené nádobě s vnitřním objemem $1,5 \text{ m}^3$ je vzduch o teplotě 17°C a tlaku $0,15 \text{ MPa}$. Vypočítejte hmotnost vzduchu v nádobě.

Výsledek: Hmotnost vzduchu v nádobě je $m = 2,703 \text{ [kg]}$.

Příklad 5.202. V uzavřené nádobě s vnitřním objemem $2,1 \text{ m}^3$, je $7,8 \text{ kg}$ vzduchu o teplotě 19°C . Vypočítejte tlak vzduchu v nádobě.

Výsledek: tlak vzduchu v nádobě $p = 311272 \text{ [Pa]}$.

Příklad 5.203. V uzavřené nádobě je $7,8 \text{ kg}$ vzduchu o tlaku $0,333 \text{ MPa}$ a teplotě 18°C . Vypočítejte objem vzduchu v nádobě.

Výsledek: objem vzduchu v nádobě $V = 1,956 \text{ [m}^3\text{]}$.

Příklad 5.204. Vypočítejte, jakou teplotu musí mít $7,8 \text{ kg}$ vzduchu v uzavřené nádobě s vnitřním objemem $1,85 \text{ m}^3$, aby vzduch měl tlak $0,35 \text{ MPa}$.

Výsledek: teplota vzduchu v nádobě $T = 289 \text{ [K]} \Rightarrow t = 16 \text{ [}^\circ\text{C]}$.

Příklad 5.205. Potrubím o vnitřním průměru 25 mm proudí vzduch o teplotě 21°C a tlaku $0,4 \text{ MPa}$ rychlostí $15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Vypočítejte hmotnostní průtok vzduchu potrubím.

Výsledek: hustota vzduchu v potrubí $\rho = 4,741 \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{]}$, průtočný průřez $S = 0,000491 \text{ [m}^2\text{]}$, hmotnostní průtok vzduchu potrubím $Q_m = 0,0349 \text{ [kg} \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$.

Příklad 5.206. V nádobě s vnitřním objemem $1,65 \text{ m}^3$ je vzduch o teplotě 18°C a tlaku $0,23 \text{ MPa}$. Vypočítejte tlak vzduchu v nádobě, jestliže se následně objem nádoby sníží na $1,5 \text{ m}^3$ a teplota vzduchu se v nádobě současně zvýší na 145°C .

Výsledek: tlak vzduchu v nádobě po změně $p_2 = 363400 \text{ [Pa]}$.

Příklad 5.207. V nádobě s vnitřním objemem $1,75 \text{ m}^3$ je vzduch o teplotě 17°C a tlaku $0,2 \text{ MPa}$. Vypočítejte, jaký objem musí mít nádoba, aby vzduch v nádobě při teplotě 150°C měl tlak $0,35 \text{ MPa}$.

Výsledek: objem nádoby po změně $V_2 = 1,459 \text{ [m}^3\text{]}$.

Příklad 5.208. V nádobě s vnitřním objemem $1,25 \text{ m}^3$ je vzduch o teplotě 210°C a tlaku $0,25 \text{ MPa}$. Vypočítejte, jakou teplotu musí mít vzduch v nádobě, aby při zvětšení objemu nádoby na $1,6 \text{ m}^3$ byl v nádobě tlak vzduchu $0,12 \text{ MPa}$.

Výsledek: teplota vzduchu v nádobě po změně $T_2 = 287 \text{ [K]} \Rightarrow t_2 = 24 \text{ [}^\circ\text{C]}$.

Příklad 5.209. V nádobě s vnitřním objemem $1,7 \text{ m}^3$ je vzduch o teplotě 150°C a tlaku $0,26 \text{ MPa}$. Vypočítejte tlak vzduchu v nádobě, jestliže se následně objem nádoby zvýší na $1,9 \text{ m}^3$ a teplota vzduchu se v nádobě současně sníží na 15°C .

Výsledek: tlak vzduchu v nádobě po změně $p_2 = 158400 \text{ [Pa]}$.

Příklad 5.210. Ve válci pístového stroje je při objemu pracovního stroje 2,3 litrů vzduch o tlaku 0,09 MPa a teplotě 16°C. Vypočtěte teplotu a tlak vzduchu v pracovním prostoru stroje, jestliže se objem izotermicky sníží na 0,4 litrů.

Výsledek: pro izotermickou změnu teplota $t_2 = t_1 = 16$ [°C], tlak po změně je $p_2 = 517500$ [Pa].

Příklad 5.211. V uzavřené nádobě s vnitřním objemem 56 dm³ je vzduch o teplotě 26°C a tlaku 0,38 MPa. Vypočtěte tlak vzduchu v nádobě, jestliže se teplota vzduchu v nádobě zvýší na 225°C.

Výsledek: jestliže je nádoba uzavřená, pak se jedná o izochorickou změnu $V_2 = V_1 = 56$ [dm³] = 0,056 [m³], tlak po změně je $p_2 = 632900$ [Pa].

Příklad 5.212. V nádobě s vnitřním objemem 0,7 m³ je vzduch o teplotě 15°C a tlaku 0,21 MPa. Vypočtěte objem nádoby, jestliže se teplota vzduchu v nádobě izobaricky zvýší na 95°C.

Výsledek: pro izobarickou změnu je tlak $p_2 = p_1 = 210000$ [Pa], objem po změně je $V_2 = 0,894$ [m³].

Příklad 5.213. Ve válci pístového stroje je při objemu 12 cm³ vzduch o tlaku 0,53 MPa a teplotě 34°C. Vypočtěte teplotu a tlak vzduchu v pracovním prostoru stroje, jestliže se objem izotermicky zvýší na 64 cm³.

Výsledek: pro izotermickou změnu teplota $t_2 = t_1 = 34$ [°C], tlak po změně je $p_2 = 99375$ [Pa].

Příklad 5.214. Ve válci pístového kompresoru je při objemu 115 cm³ vzduch o tlaku 0,09 MPa a teplotě 16°C. Vypočtěte teplotu a tlak vzduchu ve válci, jestliže se bez sdílení tepla s okolím objem válce sníží na 31 cm³.

Výsledek: jedná se o adiabatickou kompresi, tlak vzduchu po změně je $p_2 = 564000$ [Pa] a jeho teplota je $T_2 = 488$ [K] =>. $t_2 = 215$ [°C].

Příklad 5.215. Ve válci pístového kompresoru je při objemu 7 cm³ vzduch o tlaku 0,29 MPa a teplotě 121°C. Vypočtěte teplotu a objem vzduchu ve válci, jestliže se bez sdílení tepla s okolím tlak sníží na 0,095 MPa.

Výsledek: jedná se o adiabatickou expanzi, objem vzduchu po změně je $V_2 = 0,0000155$ [m³] a jeho teplota je $T_2 = 286,4$ [K] =>. $t_2 = 13,4$ [°C].

Příklad 5.216. Ve válci pístového kompresoru je při objemu 12 cm³ vzduch o tlaku 0,41 MPa a teplotě 195°C. Vypočtěte hmotnost, teplotu a tlak vzduchu ve válci, jestliže se bez sdílení tepla s okolím objem válce zvýší na 39 cm³.

Výsledek: jedná se o adiabatickou kompresi, hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,000037$ [kg], tlak vzduchu po změně je $p_2 = 78730$ [Pa] a jeho teplota je $T_2 = 292,1$ [K] =>. $t_2 = 19,1$ [°C].

Příklad 5.217. Ve válci pístového kompresoru je při objemu 95 cm^3 vzduch o tlaku $0,1 \text{ MPa}$ a teplotě 16°C . Vypočtěte hmotnost, teplotu a objem vzduchu ve válci, jestliže se bez sdílení tepla s okolím tlak zvýší na $0,35 \text{ MPa}$.

Výsledek: jedná se o adiabatickou expanzi, hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,000115 \text{ [kg]}$, objem vzduchu po změně je $V_2 = 0,0000388 \text{ [m}^3\text{]}$ a jeho teplota je $T_2 = 413,4 \text{ [K]} \Rightarrow t_2 = 140,4 \text{ [}^\circ\text{C]}$.

Příklad 5.218. V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 35 cm^3 , teplotě 29°C a tlaku $0,37 \text{ MPa}$. Vypočtěte absolutní a technickou práci při izotermické expanzi vzduchu na tlak $0,095 \text{ MPa}$. Měrná plynová konstanta vzduchu je $287 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Vztah pro výpočet absolutní a technické práce při izotermické změně je

$$W_a = W_t = m \cdot r \cdot T_1 \cdot \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right).$$

Výsledek: hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,000149 \text{ [kg]}$, objem vzduchu po změně je $V_2 = 0,0001363 \text{ [m}^3\text{]}$ a absolutní a technická práce je $W_a = W_t = 17,61 \text{ [J]}$.

Příklad 5.219. V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 130 cm^3 , teplotě 12°C a tlaku $0,085 \text{ MPa}$. Vypočtěte absolutní a technickou práci při izotermické kompresi na tlak $0,49 \text{ MPa}$. Měrná plynová konstanta vzduchu je $287 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Vztah pro výpočet absolutní a technické práce při izotermické změně je

$$W_a = W_t = m \cdot r \cdot T_1 \cdot \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right).$$

Výsledek: hmotnost vzduchu je $m = 0,000135 \text{ [kg]}$, objem vzduchu po změně je $V_2 = 0,0000226 \text{ [m}^3\text{]}$ a absolutní a technická práce je $W_a = W_t = -19,36 \text{ [J]}$.

Příklad 5.220. V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 32 cm^3 , teplotě 21°C a tlaku $0,34 \text{ MPa}$. Vypočtěte absolutní a technickou práci při izotermické expanzi vzduchu, jestliže se objem pracovního prostoru kompresoru zvětší na 115 cm^3 . Vztah pro výpočet absolutní a technické práce při izotermické změně je

$$W_a = W_t = m \cdot r \cdot T_1 \cdot \ln\left(\frac{p_1}{p_2}\right).$$

Výsledek: hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,000129 \text{ [kg]}$, tlak vzduchu po změně je $p_2 = 94609 \text{ [MPa]}$ a absolutní a technická práce je $W_a = W_t = 13,92 \text{ [J]}$.

Příklad 5.221. V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 125 cm^3 , teplotě 17°C a tlaku $0,095 \text{ MPa}$. Vypočtěte absolutní a technickou práci při izotermické kompresi, jestliže se objem pracovního prostoru kompresoru sníží na 36 cm^3 . Vztah pro výpočet absolutní a technické práce při izotermické změně je

$$W_a = W_t = m \cdot r \cdot T_1 \cdot \ln\left(\frac{p_1}{p_2}\right).$$

Výsledek: hmotnost vzduchu je $m = 0,000143$ [kg], tlak vzduchu po změně je $p_2 = 329861$ [Pa] a absolutní a technická práce je $W_a = W_t = -14,78$ [J].

Příklad 5.222. V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 29 cm^3 , teplotě 19°C a tlaku $0,1 \text{ MPa}$. Vypočtete absolutní práci při adiabatické kompresi vzduchu, při níž se objem pracovního prostoru sníží na 9 cm^3 . Absolutní práci při adiabatické změně vypočtete ze vztahu

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

Výsledek: tlak vzduchu po změně je $p_2 = 514538$ [Pa] a absolutní práce je $W_a = -4,327$ [J].

Příklad 5.223. V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 24 cm^3 , teplotě 125°C a tlaku $0,28 \text{ MPa}$. Vypočtete absolutní práci při adiabatické expanzi vzduchu, při níž se objem pracovního prostoru zvýší na 53 cm^3 . Absolutní práci při adiabatické změně vypočtete ze vztahu

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

Výsledek: tlak vzduchu po změně je $p_2 = 92356$ [Pa] a absolutní práce je $W_a = 4,563$ [J].

Příklad 5.224. V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 37 cm^3 , teplotě 125°C a tlaku $0,44 \text{ MPa}$. Vypočtete absolutní práci při adiabatické expanzi vzduchu, při níž se objem pracovního prostoru zvýší na 153 cm^3 . Vztah pro výpočet absolutní práce:

$$W_a = \frac{m \cdot r \cdot T_1}{a-1} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{a-1}{a}} \right].$$

Výsledek: hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,0001425$ [kg], tlak vzduchu po změně je $p_2 = 60307$ [Pa] a absolutní práce je $W_a = 17,63$ [J].

Příklad 5.225. V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 116 cm^3 , teplotě 25°C a tlaku $0,09 \text{ MPa}$. Vypočtete absolutní práci při adiabatické kompresi vzduchu, při níž se objem pracovního prostoru sníží na 41 cm^3 . Vztah pro výpočet absolutní práce:

$$W_a = \frac{m \cdot r \cdot T_1}{a-1} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{a-1}{a}} \right].$$

Výsledek: hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,000122$ [kg], tlak vzduchu po změně je $p_2 = 386\,000$ [Pa] a absolutní práce je $W_a = -13,46$ [J].

Příklad 5.226. V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 98 cm^3 , teplotě 21°C a tlaku $0,09 \text{ MPa}$. Vypočítejte technickou práci při adiabatické kompresi vzduchu, při níž se objem pracovního prostoru sníží na 32 cm^3 . Technickou práci při

$$\text{adiabatické změně vypočítejte ze vztahu } W_t = \frac{a \cdot p_1 \cdot V_1}{a-1} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{a-1}{a}} \right].$$

Výsledek: hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,0001045 \text{ [kg]}$, tlak vzduchu po změně je $p_2 = 431170 \text{ [Pa]}$ a technická práce je $W_t = -17,43 \text{ [J]}$.

Příklad 5.227. V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 18 cm^3 , teplotě 131°C a tlaku $0,37 \text{ MPa}$. Vypočítejte technickou práci při adiabatické expanzi vzduchu, při níž se objem pracovního prostoru zvýší na 53 cm^3 . Technickou práci při

$$\text{adiabatické změně vypočítejte ze vztahu } W_t = \frac{a \cdot p_1 \cdot V_1}{a-1} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{a-1}{a}} \right].$$

Výsledek: hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,00005744 \text{ [kg]}$, tlak vzduchu po změně je $p_2 = 81583 \text{ [Pa]}$ a technická práce je $W_t = 8,176 \text{ [J]}$.

Příklad 5.228. V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 15 cm^3 , teplotě 131°C a tlaku $0,37 \text{ MPa}$. Vypočítejte absolutní práci při adiabatické expanzi vzduchu, při níž se tlak vzduchu sníží na $0,095 \text{ MPa}$. Vztah pro výpočet absolutní práce:

$$W_a = \frac{m \cdot r \cdot T_1}{a-1} \cdot \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{(a-1)} \right].$$

Výsledek: hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,0000479 \text{ [kg]}$, objem vzduchu po změně je $V_2 = 0,00003962 \text{ [m}^3\text{]}$ a absolutní práce je $W_a = 4,466 \text{ [J]}$.

Příklad 5.229. V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 112 cm^3 , teplotě 18°C a tlaku $0,085 \text{ MPa}$. Vypočítejte absolutní práci při adiabatické kompresi vzduchu, při níž se tlak vzduchu zvýší na $0,35 \text{ MPa}$. Vztah pro výpočet absolutní práce:

$$W_a = \frac{m \cdot r \cdot T_1}{a-1} \cdot \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{(a-1)} \right].$$

Výsledek: hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,000114 \text{ [kg]}$, objem vzduchu po změně je $V_2 = 0,00004076 \text{ [m}^3\text{]}$ a absolutní práce je $W_a = -11,86 \text{ [J]}$.

Příklad 5.230. V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu 35 cm^3 , teplotě 115°C a tlaku $0,33 \text{ MPa}$. Vypočítejte teplotu vzduchu po expanzi, jestliže při ní v jednom pracovním cyklu vzduch vykoná objemovou práci 64 J a vzduchu dodáme teplo 58 J .

Výsledek: hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,0001037 \text{ [kg]}$, sdílené teplo je $Q = 58 \text{ [J]}$, absolutní práce je $W_a = 64 \text{ [J]}$, teplota vzduchu po expanzi je $t_2 = 34,3^\circ\text{C}$.

Příklad 5.231. V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu $0,78 \text{ dm}^3$, teplotě 11°C a tlaku $0,33 \text{ MPa}$. Vypočtete teplotu vzduchu po kompresi, jestliže při ní v jednom pracovním cyklu vykonáme práci 21 J a vzduchu dodáme teplo 12 J .

Výsledek: hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,003158 \text{ [kg]}$, sdílené teplo je $Q = 12 \text{ [J]}$, absolutní práce je $W_a = -21 \text{ [J]}$, teplota vzduchu po kompresi je $t_2 = 25,57^\circ\text{C}$.

Příklad 5.232. V pracovním prostoru kompresoru je vzduch o objemu $0,45 \text{ dm}^3$, teplotě 21°C a tlaku $0,08 \text{ MPa}$. Vypočtete teplotu vzduchu po kompresi, jestliže při ní v jednom pracovním cyklu vykonáme práci 53 J a chlazením odvedeme teplo 45 J .

Výsledek: hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,0004266 \text{ [kg]}$, sdílené teplo je $Q = -45 \text{ [J]}$, absolutní práce je $W_a = -53 \text{ [J]}$, teplota vzduchu po kompresi je $t_2 = 47,2^\circ\text{C}$.

Příklad 5.233. V pracovním prostoru kompresoru o objemu $0,33 \text{ dm}^3$ je vzduch o tlaku $0,09 \text{ MPa}$ a teplotě 24°C . Vypočtete teplotu vzduchu a jeho tlak pokud se objem pracovního prostoru izotermicky zmenší na $0,05 \text{ dm}^3$. Dále vypočtete množství vynaložené nebo vykonané absolutní práce a množství sdíleného tepla při dané změně. Vztah pro výpočet absolutní práce při izotermické změně je

$$W_a = m \cdot r \cdot T_1 \cdot \ln\left(\frac{p_1}{p_2}\right).$$

Výsledek: teplota vzduchu $t_2 = 24^\circ\text{C}$ (izotermická změna), tlak vzduchu $p_2 = 594000 \text{ [Pa]}$, hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,0003483 \text{ [kg]}$, absolutní práce je $W_a = -56,046 \text{ [J]}$ (vynaložená), sdílené teplo je $Q = -56,046 \text{ [J]}$ (odvedené).

Příklad 5.234. V pracovním prostoru kompresoru o objemu 70 cm^3 je vzduch o tlaku $0,29 \text{ MPa}$ a teplotě 31°C . Vypočtete teplotu vzduchu a jeho tlak pokud se objem pracovního prostoru izotermicky zvětší na 320 cm^3 . Dále vypočtete množství vynaložené nebo vykonané absolutní práce a množství sdíleného tepla při dané změně. Vztah pro výpočet absolutní práce při izotermické změně je

$$W_a = m \cdot r \cdot T_1 \cdot \ln\left(\frac{p_1}{p_2}\right).$$

Výsledek: teplota vzduchu $t_2 = 31^\circ\text{C}$ (izotermická změna), tlak vzduchu $p_2 = 63438 \text{ [Pa]}$, hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,0002327 \text{ [kg]}$, absolutní práce je $W_a = 30,85 \text{ [J]}$ (plynem vykonaná), sdílené teplo je $Q = 30,85 \text{ [J]}$ (dodané).

Příklad 5.235. Ve válci pístového kompresoru o objemu 47 cm^3 je vzduch o tlaku $0,09 \text{ MPa}$ a teplotě 21°C . Vypočtete teplotu vzduchu a jeho tlak po adiabatické kompresi na objem 15 cm^3 . Dále užitím prvního zákona termomechaniky vypočtete množství vynaložené práce.

Výsledek: po kompresi je tlak vzduchu $p_2 = 445299 \text{ [Pa]}$, jeho teplota $t_2 = 191,2^\circ\text{C}$, hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,00005013 \text{ [kg]}$, sdílené teplo je

$Q = 0$ [J] (adiabatická změna) a absolutní práce je $W_a = -6,119$ [J] (vynaložená na kompresi vzduchu).

Příklad 5.236. Ve válci pístového kompresoru o objemu 11 cm^3 je vzduch o tlaku $0,43 \text{ MPa}$ a teplotě 216°C . Vypočtete teplotu vzduchu a jeho tlak po adiabatické expanzi na objem 43 cm^3 . Dále užitím prvního zákona termomechaniky vypočtete množství vynaložené práce.

Výsledek: po expanzi je tlak vzduchu $p_2 = 63762$ [Pa], jeho teplota $t_2 = 10,5^\circ\text{C}$, hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,0000337$ [kg], sdílené teplo je $Q = 0$ [J] (adiabatická změna) a absolutní práce je $W_a = 4,967$ [J] (vykonaná vzduchem při expanzi).

Příklad 5.237. Ve válci pístového kompresoru o objemu 15 cm^3 je vzduch o tlaku $0,49 \text{ MPa}$ a teplotě 211°C . Vypočtete teplotu vzduchu a jeho objem, jestliže se jeho tlak adiabaticky sníží na $0,09 \text{ MPa}$. Dále užitím prvního zákona termomechaniky vypočtete množství vynaložené práce.

Výsledek: po dané změně je objem vzduchu ve válci $V_2 = 0,00005032$ [m^3], jeho teplota $t_2 = 25,2^\circ\text{C}$, hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,00005291$ [kg], sdílené teplo je $Q = 0$ [J] (adiabatická změna) a absolutní práce je $W_a = 7,047$ [J] (vykonaná vzduchem při expanzi).

Příklad 5.238. Ve válci pístového kompresoru o objemu 85 cm^3 je vzduch o tlaku $0,086 \text{ MPa}$ a teplotě 26°C . Vypočtete teplotu vzduchu a jeho objem, jestliže se jeho tlak adiabaticky zvýší na $0,41 \text{ MPa}$. Dále užitím prvního zákona termomechaniky vypočtete množství vynaložené práce.

Výsledek: po dané změně je objem vzduchu ve válci $V_2 = 0,00002786$ [m^3], jeho teplota $t_2 = 194,2^\circ\text{C}$, hmotnost vzduchu ve válci je $m = 0,00008512$ [kg], sdílené teplo je $Q = 0$ [J] (adiabatická změna) a absolutní práce je $W_a = -10,27$ [J] (vynaložená na kompresi vzduchu).