

Mieszanki gazów doskonałych

1. Zbiornik o objętości $V = 50$ l podzielono na połowę półprzepuszczalną przegrodą. W jednej części umieszczono $m_1 = 10$ g wodoru i $m_2 = 25$ g helu. Przez przegrodę dyfunduje tylko wodór. W czasie procesu temperatura gazu jest stała w wynosi $t = 220$ °C. Przyjmując, że gazy te można traktować jako doskonałe określić ciśnienie panujące w obydwu półkulkach zbiornika.

Odp: $p_I = 313937$ Pa, $p_{II} = 1098578$ Pa.

2. Mieszanina helu, azotu i metanu ma następujący skład: $g_{He} = 0,06$, $g_{N_2} = 0,46$, $g_{CH_4} = 0,48$. Określić entalpię właściwą i energię wewnętrzną właściwą mieszaniny dla $T = 800$ K. Przyjąć, że dla $T = 273,15$ K $u = 0$. Gazy traktować jak doskonałe.

Odp: $u_m = 672,37$ kJ/kg , $i_m = 1081,1$ kJ/kg.

3. W zbiorniku o stałej objętości znajduje się $n = 10$ kmol roztworu zawierającego metan CH_4 oraz hel He /gazy doskonałe/. Parametry początkowe roztworu wynoszą $p_1 = 0,1$ MPa, $T_1 = 300$ K. Wskutek pochłonięcia ciepła $Q_{c1-2} = 60$ MJ ciśnienie roztworu wzrosło do $p_2 = 0,2$ MPa. Obliczyć udziały molowe składników roztworu gazowego.

Odp: $z_{CH_4} = 0,604$, $z_{He} = 0,396$.

4. Do zaizolowanego grzejnika elektrycznego o mocy $N = 10$ kW dopływa $n = 10$ kmol/h roztworu gazowego zawierającego tlenek węgla CO oraz hel He /gazy doskonałe/. W grzejniku temperatura gazu wzrasta izobarycznie od $T_1 = 300$ K do $T_2 = 450$ K. Obliczyć dla rozpatrywanego roztworu stosunek ciepła właściwego $k = c_p/c_v$.

Odp: $k = 1,53$.

5. Do zbiornika, w którym znajduje się $n_1 = 2$ kmol N_2 pod ciśnieniem $p_1 = 0,2$ MPa wpuszczono $V_n = 40$ m³ tlenu O_2 . Przyjmując, że temperatura gazów w zbiorniku nie zmieniła się, określić ciśnienie p_2 w stanie końcowym oraz skład objętościowy roztworu.

Odp: $p_2 = 378$ kPa, $z_{N_2} = 0,529$, $z_{O_2} = 0,471$.

6. W zbiorniku znajduje się roztwór gazowy wodoru H_2 i dwutlenku węgla CO_2 o składzie masowym $g_{H_2} = 0,35$ i $g_{CO_2} = 0,65$ pod ciśnieniem $p_1 = 0,5$ MPa i o temperaturze $T_1 = 373$ K. Do zbiornika wtłoczono $\Delta n = 2$ kmol N_2 , co spowodowało wzrost ciśnienia o $\Delta p = 300$ kPa i temperatury o $\Delta T = 50$ K. Obliczyć masę wodoru m_{H_2} i dwutlenku węgla m_{CO_2} , objętość V zbiornika i ciśnienia cząstkowe gazów.

Odp: $m_{H_2} = 8,99$ kg, $m_{CO_2} = 16,69$ kg, $V = 29,90$ m³, $p_{H_2} = 0,52$ MPa, $p_{CO_2} = 0,044$ MPa, $p_{N_2} = 0,23$ MPa.

7. Roztwór gazów doskonałych: azotu N_2 i metanu CH_4 ma gęstość masy $\rho = 1,75$ kg/m³ przy parametrach $p = 200$ kPa i $T = 350$ K. Obliczyć objętościowe, molowe i masowe udziały składników roztworu.

Odp: $g_{N_2} = 0,866$, $g_{CH_4} = 0,134$, $z_{N_2} = r_{N_2} = 0,787$, $z_{CH_4} = r_{CH_4} = 0,213$.

8. Przez kanał spalinowy przepływają spaliny o następującym składzie objętościowym: $r_{CO_2} = 0,12$, $r_{N_2} = 0,79$, $r_{O_2} = 0,09$. Obliczyć gęstość ρ_{sp} spalin oraz powierzchnię A przekroju poprzecznego kanału mając dane $n_{sp} = 4 \text{ kmol/min}$, $p_{sr} = 110 \text{ kPa}$, $T_{sr} = 580 \text{ K}$, $w_{sr} = 5 \text{ m/s}$.

Odp: $\rho_{sp} = 0,69 \text{ kg/m}^3$, $A = 0,59 \text{ m}^2$.

9. W normalnych warunkach fizycznych zmieszano $n_1 = 0,04$ kmol tlenu węgla CO, $V_n = 0,98 \text{ m}^3$ wodoru H_2 , oraz taką ilość azotu N_2 , że jego udział objętościowy $r_{N_2} = 0,07$. Jakie ciśnienie p_2 osiągnie roztwór gazów w temperaturze $T_2 = 500 \text{ K}$, jeżeli jego objętość w tych warunkach wynosi $V_2 = 2 \text{ m}^3$.

Odp: $p_2 = 187,7 \text{ kPa}$.

10. Zbiornik o objętości $V = 3000 \text{ l}$ zawiera przy nadciśnieniu $p_n = 500 \text{ kPa}$ roztwór gazów składający się z $n_1 = 0,3$ kmol azotu N_2 , $m_2 = 1,1 \text{ kg}$ tlenu O_2 i takiej ilości dwutlenku węgla CO_2 , że jego udział masowy wynosi $g_{CO_2} = 0,14$. Ciśnienie otoczenia $p_0 = 980 \text{ mbar}$. Obliczyć temperaturę roztworu oraz ciśnienia cząstkowe jego składników.

Odp: $T = 584 \text{ K}$, $p_{CO_2} = 56,9 \text{ kPa}$, $p_{O_2} = 55,6 \text{ kPa}$, $p_{N_2} = 485,5 \text{ kPa}$.