

GAZY DOSKONAŁE – ZADANIA

1. Obliczyć masę azotu zawartego w zbiorniku o objętości 300 l. Manometr przyłączony do zbiornika wskazuje ciśnienie 1 MPa. Ciśnienie barometryczne wynosi 1032 hPa. Temperatura gazu w zbiorniku wynosi 40 °C.
Odpowiedź: $M=3,56 \text{ kg}$
2. Gęstość pewnego gazu w normalnych warunkach fizycznych wynosi 1,38 kg/m³. Wyznaczyć masę jednego kilomola tego gazu.
Odpowiedź: $M=30,92 \text{ kg}$
3. Butla o objętości 100 l jest napełniona tlenem. Przed rozpoczęciem spawania temperatura gazu w butli wynosi 17°C a ciśnienie manometryczne 14,9 MPa. Po spawaniu te parametry stanu gazu wynoszą odpowiednio 27 °C i 4,9 MPa. Ciśnienie barometryczne wynosi 0,1 MPa. Obliczyć ile gazu zużyto do spawania.
Odpowiedź: $M=13,5 \text{ kg}$
4. Ile m_N³ tlenu zawiera butla o objętości 100 l, jeśli w temperaturze 27 °C manometr wskazuje ciśnienie 14,9 MPa ? Wskazanie barometru wynosi 0,1 MPa.
Odpowiedź: $13,47 \text{ m}_N^3$
5. Gazomierz wykazał zużycie gazu wynoszące 680 m³. Przeciętne nadciśnienie gazu wynosi 412 Pa przy temperaturze 20 °C i ciśnieniu barometrycznym 993 hPa. Obliczyć:
 - ile wynosi zużycie gazu w m_N³,
 - ile wynosi zużycie gazu w kmol.*Odpowiedź: $623 \text{ m}_N^3, 27,8 \text{ kmol}$*

MIESZANINY GAZÓW DOSKONAŁYCH – ZADANIA

1. Dany jest skład objętościowy mieszaniny – 10% CO₂ i 90% N₂. Obliczyć udziały masowe oraz stałą mieszaniny.
Odpowiedź: $g_{CO_2}=0,1486, g_{N_2}=0,8514, R_m=281 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$.
2. Dany jest skład masowy mieszaniny: $g_{CO_2}=0,3, g_{O_2}=0,5, g_{N_2}=0,2$, Wyznaczyć stałą gazową mieszaniny oraz masy składników jeżeli masa mieszaniny wynosi 20 kg.
Odpowiedź: $R_m=246 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K}), M_{CO_2}=6 \text{ kg}, M_{O_2}=10 \text{ kg}, M_{N_2}=4 \text{ kg}$.
3. Stosunek objętościowy powietrza do metanu CH₄ ma się tak jak 1 do 0,31. Obliczyć udziały objętościowe i masowe składników oraz stałą gazową mieszaniny. Stała gazowa powietrza wynosi $R_p=287 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$.
Odpowiedź: $r_p=0,7633, r_{CH_4}=0,2367, g_p=0,854, g_{CH_4}=0,146, R_m=321 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$.

4. Mieszanina gazów jest określona udziałami masowymi: $g_{CO_2} = 0,1$, $g_{O_2} = 0,14$, $g_{N_2} = 0,76$. Obliczyć ciśnienie do jakiego należy sprężyć mieszaninę, aby przy temperaturze $300^\circ C$ jej masa właściwa wynosiła $1,8 \text{ kg/m}^3$ oraz wyznaczyć ciśnienia udziałowe.
Odpowiedź: $R_m = 281 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, $p_m = 0,29 \text{ MPa}$, $r_{CO_2} = 0,0672$, $r_{O_2} = 0,1295$, $r_{N_2} = 0,8033$, $p_{CO_2} = 0,0195$, $p_{O_2} = 0,0375$, $p_{N_2} = 0,233 \text{ MPa}$.
5. Znaleźć masę 6 m^3 mieszaniny gazów przy nadciśnieniu 5 bar i temperaturze $327^\circ C$, jeżeli udziały objętościowe składników wynoszą $r_{O_2} = 0,4$, $r_{CO_2} = 0,6$. Ciśnienie atmosferyczne wynosi 1034 hPa.
Odpowiedź: $R_m = 212 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, $M = 28,46 \text{ kg}$
6. Skład powietrza określono udziałami masowymi 23,2 % O_2 , 75,5 % N_2 , 1,3 % Ar. Obliczyć: stałą gazową powietrza, udziały objętościowe składników, objętość właściwą przy ciśnieniu 60 bar i w temperaturze $20^\circ C$, ciśnienie bezwzględne gdy 3 kg powietrza zajmuje objętość 2 m^3 w temperaturze $127^\circ C$ oraz ciśnienie udziałowe argonu w tych warunkach.
Odpowiedź: $R_m = 287,2 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, $r_{O_2} = 0,21$, $r_{N_2} = 0,78$, $r_{Ar} = 0,01$, $v = 0,014 \text{ m}^3/\text{kg}$, $p = 1,72 \text{ bar}$, $p_{Ar} = 0,0172 \text{ bar}$.
7. Do napędu samochodu zastosowano sprężony i skroplony propan C_3H_6 . Po rozprężeniu do stanu gazowego zmieszano go z powietrzem w normalnych warunkach fizycznych, biorąc na 1 m_N^3 propanu 9 m_N^3 powietrza. Znaleźć stałą gazową mieszaniny oraz gęstość w normalnych warunkach. Stała gazowa powietrza wynosi $R_p = 287 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$.
Odpowiedź: $R_m = 274,7 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, $\rho_N = 1,35 \text{ kg/m}^3$.
8. W zbiorniku znajduje się azot N_2 i dwutlenek węgla CO_2 . Ciśnienie absolutne mieszaniny wynosi 0,2 MPa, a ciśnienie udziałowe azotu wynosi 0,05 MPa. Wyznaczyć udziały masowe składników, stałą gazową mieszaniny oraz jej masę kilomolową.
Odpowiedź: $M_{\mu m} = 40 \text{ kg/kmol}$, $R_m = 208 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, $g_{N_2} = 0,175$, $g_{CO_2} = 0,825$
9. Znaleźć udziały objętościowe i masowe składników mieszaniny złożonej z tlenku CO i dwutlenku węgla CO_2 , jeżeli wiadomo, że objętość właściwa mieszaniny przy ciśnieniu 0,6 MPa i temperaturze $40^\circ C$ wynosi $0,123 \text{ m}^3/\text{kg}$.
Odpowiedź: $R_m = 235,8 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, $g_{CO} = 0,4333$, $g_{CO_2} = 0,5667$, $r_{CO} = 0,5458$, $r_{CO_2} = 0,4542$.
10. Zmieszano 8 kg tlenku węgla CO i 1 kg wodoru H_2 . Ciśnienie manometryczne w zbiorniku wynosi 0,6 MPa a temperatura $227^\circ C$. Ciśnienie barometryczne wynosi 1005 hPa. Obliczyć: udziały objętościowe składników, ciśnienia udziałowe składników, stałą gazową mieszaniny, masę kilomolową mieszaniny, objętość mieszaniny.
Odpowiedź: $r_{CO} = 0,3636$, $r_{H_2} = 0,6364$, $p_{CO} = 0,2547 \text{ MPa}$, $p_{H_2} = 0,4458 \text{ MPa}$, $R_m = 726 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, $M_{\mu} = 11,45 \text{ kg/kmol}$, $V = 4,66 \text{ m}^3$.
11. 20 kg gazu ziemnego o składzie objętościowym 95% CH_4 , 4% N_2 i 1% CO_2 , zmieszano z 18 kg powietrza o składzie objętościowym 21% O_2 , 79% N_2 . Obliczyć stałą gazową mieszaniny oraz udziały masowe i objętościowe składników.

Odpowiedź: $R_m = 397,6 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, $M_{\text{CH}_4} = 18,14 \text{ kg}$, $M_{\text{CO}_2} = 0,524 \text{ kg}$, $M_{\text{O}_2} = 4,194 \text{ kg}$,
 $M_{\text{N}_2} = 15,142 \text{ kg}$, $g_{\text{CH}_4} = 0,4773$, $g_{\text{CO}_2} = 0,0138$, $g_{\text{O}_2} = 0,1104$, $g_{\text{N}_2} = 0,3985$,
 $r_{\text{CH}_4} = 0,6237$, $r_{\text{CO}_2} = 0,0065$, $r_{\text{O}_2} = 0,0721$, $r_{\text{N}_2} = 0,2976$.

12. Jaką objętość zajmie mieszanina 1 m_N^3 helu He i $0,5 \text{ kmol}$ H_2 przy temperaturze 47°C i ciśnieniu 9805 hPa ?

Odpowiedź: $1,478 \text{ m}^3$

13. W normalnych warunkach fizycznych zmieszano $0,0374 \text{ kmol}$ tlenku węgla CO , $0,98 \text{ m}_N^3$ wodoru H_2 , oraz taką ilość azotu N_2 , iż jego udział objętościowy stanowi 9% . Obliczyć ciśnienie mieszaniny przy temperaturze 500 K , jeżeli zajmuje ona objętość 2 m^3 .

Odpowiedź: $0,185 \text{ MPa}$

14. W zbiorniku o objętości 3000 l przy ciśnieniu $4,98 \text{ bar}$, znajduje się $0,3 \text{ kmol}$ azotu, $1,13 \text{ kg}$ tlenu O_2 , a udział masowy trzeciego składnika, jakim jest dwutlenek węgla CO_2 wynosi 14% . Ciśnienie barometryczne wynosi 1000 hPa . Obliczyć: temperaturę i stałą gazową mieszaniny.

Odpowiedź: 583 K , $R_m = 277,7 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$.

15. W dwóch zbiornikach połączonych ze sobą przewodem z zaworem znajdują się: w pierwszym $0,5 \text{ m}^3$ CO_2 przy 27°C i $0,3 \text{ MPa}$, a w drugim $1,2 \text{ m}^3$ O_2 przy 57°C i $0,2 \text{ MPa}$. Po otwarciu zaworu nastąpiło wymieszanie gazów. Obliczyć udziały masowe i objętościowe obu gazów w powstałej mieszaninie oraz jej stałą gazową.

Odpowiedź: $g_{\text{CO}_2} = 0,4853$, $g_{\text{O}_2} = 0,5147$, $r_{\text{CO}_2} = 0,4067$, $r_{\text{O}_2} = 0,5934$, $R_m = 225,5 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$.

16. Zbiornik składa się z dwóch grodzi, oddzielonych szczelną zasuwą. W jednej grodzi znajduje się $0,05 \text{ kmol}$ argonu Ar , w drugiej o objętości $1,5 \text{ m}^3$, 2 m_N^3 azotu N_2 . Objętość pierwszej grodzi stanowi $2/3$ objętości drugiej. Temperatura obu gazów 27°C . Obliczyć:
 - ciśnienie bezwzględne jakie panuje w obu grodziach przed otwarciem zasuwy,
 - udziały masowe i molowe, stałą gazową, masę kilomolową, gęstość, ciśnienia udziałowe i ciśnienie mieszaniny, jaka powstanie po otwarciu zasuwy.

Odpowiedź: $p_{\text{Ar}} = 0,1247 \text{ MPa}$, $p_{\text{N}_2} = 0,1480 \text{ MPa}$, $g_{\text{Ar}} = 0,4445$, $g_{\text{N}_2} = 0,5555$, $r_{\text{Ar}} = 0,36$,
 $r_{\text{N}_2} = 0,64$, $M_{\text{um}} = 32,37 \text{ kg/kmol}$, $R_m = 256,9 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, $p_m = 0,1387 \text{ MPa}$, $p_{\text{Ar}} = 0,05 \text{ MPa}$,
 $p_{\text{N}_2} = 0,0887 \text{ MPa}$, $\rho = 1,8 \text{ kg/m}^3$.

BILANS ENERGETYCZNY I PIERWSZA ZASADA TERMODYNAMIKI – ZADANIA

1. Silnik na stanowisku badawczym jest obciążany hamulcem. Pomiar wykazał moc efektywną $73,5 \text{ kW}$. Ile wody chłodzącej w ciągu godziny należy doprowadzić do hamulca dla odebrania ciepła tarcia, jeżeli dopuszczalny przyrost temperatury wody wynosi 30 K ? Przyjąć, że woda chłodząca unosi 90% wytworzonego ciepła. Właściwa pojemność cieplna wody wynosi $4,18 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$.

Odpowiedź: 1900 kg/h

2. W cylindrze zamkniętym tłokiem sprężono 5 kg azotu, wykonując pracę 11,77 kJ. Równocześnie z zewnątrz doprowadzono 125,6 kJ ciepła. Zbadać, czy temperatura azotu wzrośnie czy zmaleje i o ile.
Odpowiedź: +37 K
3. Obliczyć ilość ciepła potrzebną do ogrzania 7 kg azotu N_2 traktowanego jako gaz doskonały, jeżeli jego temperatura ma wzrosnąć od 100 do 1000 °C. Proces ogrzewania jest izobaryczny. Jaka będzie praca bezwzględna?
Odpowiedź: $Q = 6546 \text{ kJ}$, $L = 1869 \text{ kJ}$
4. W zamkniętym zbiorniku znajduje się 8 kg tlenku węgla CO. Traktując gaz jako doskonały, obliczyć ilość ciepła niezbędną do podniesienia temperatury o 900 °C.
Odpowiedź: $Q = 5345 \text{ kJ}$
5. Jaką ilość wodoru H_2 można podgrzać przy stałej objętości od temperatury 27 °C do 227 °C, jeżeli doprowadzono 1256 kJ ciepła. Ciepło właściwe wodoru przyjąć jako stałe.
Odpowiedź: $M = 0,6 \text{ kg}$
6. W cylindrze sprężarki sprężono 0,2 kg powietrza o temperaturze początkowej 20 °C. Praca sprężania wyniosła 5884 J. Sprężanie przeprowadzono w ten sposób, że gaz nie wymieniał ciepła z otoczeniem. Obliczyć temperaturę końcową gazu.
Dla powietrza przyjąć: $c_v = 717,5 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, $c_p = 1004,5 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$.
Odpowiedź: 61 °C
7. Pomieszczenie o objętości 60 m³ jest wypełnione powietrzem o temperaturze 10 °C (gęstość powietrza 1,29 kg/m³). W pomieszczeniu znajduje się grzejnik wykorzystujący ciepło skraplania przepływającej przezeń pary. Przyjmując ciepło skraplania wynoszące 2260 kJ/kg, obliczyć ile pary musi skroplić się w ciągu godziny, aby w ciągu trzech godzin temperatura w pomieszczeniu wzrosła o 22 °C. Uwzględnić stratę ciepła do otoczenia w ilości 1674 kJ/h.
Odpowiedź: 0,92 kg/h
8. W cylindrze zamkniętym tłokiem znajduje się mieszanina gazów doskonałych składająca się z 0,01 kmol CO_2 i 0,03 kmol N_2 . Ciśnienie udziałowe CO_2 wynosi 250 hPa. Temperatura mieszaniny wynosi 298 K. Mieszanina została sprężona przy wkładzie pracy absolutnej 166,4 kJ i równoczesnym odprowadzeniu ciepła w ilości 57,3 kJ. Obliczyć początkowe parametry stanu mieszaniny i temperaturę końcową.
Odpowiedź: $p_1=1000 \text{ hPa}$, $V_1=0,991 \text{ m}^3$, $T_2=423 \text{ K}$.
9. W cylindrze zamkniętym tłokiem znajduje się mieszanina gazów doskonałych składająca się z tlenu i dwutlenku węgla. Udział objętościowy tlenu wynosi $r_{O_2}=0,27$ a dwutlenku węgla $r_{CO_2}=0,73$. Parametry początkowe stanu gazu wynoszą: $p_1=0,17 \text{ MPa}$, $t_1=127 \text{ °C}$, $V_1=2 \text{ m}^3$. Gaz ogrzano doprowadzając $Q=500 \text{ kJ}$ ciepła przy czym gaz wykonał pracę $L_A=85 \text{ kJ}$.

Obliczyć skład masowy mieszaniny, ciśnienia udziałowe składników mieszaniny, przyrost energii wewnętrznej, temperaturę końcową.

Odpowiedź: $g_{O_2}=0,212$, $g_{CO_2}=0,788$, $p_{O_2}=0,0459$ MPa, $p_{CO_2}=0,124$ MPa, $U_2-U_1=415$ kJ, $T_2=566$ K

10. Przed rozpoczęciem podróży napompowano oponę samochodową do ciśnienia 270 kPa. Po kilku godzinach jazdy ciśnienie powietrza w oponie wzrosło do 300 kPa. Zakładając, że wewnętrzna objętość opony nie uległa zmianie i wynosi $0,06$ m³, obliczyć zmianę energii gazu zamkniętego w oponie. Parametry powietrza: $R=287$ J/(kg·K), $c_v=717,5$ J/(kg·K).

Odpowiedź: 4,5 kJ

11. Balon kulisty o średnicy 0,3 m zawiera wodór o nadciśnieniu 883 hPa. Ciśnienie otoczenia wynosi 986 hPa. W wyniku podgrzania gazu objętość balonu wzrosła 1,1 razy. Obliczyć pracę użyteczną wykonaną przez gaz wewnątrz balonu, jeśli jego temperatura zmieniała się liniowo z objętością od 25°C do 75°C. Obliczyć masę gazu, ciśnienie końcowe, zmianę energii wewnętrznej gazu oraz ilość doprowadzonego ciepła.

Odpowiedź: $M=2,1$ g, $p_k=1973$ hPa, $L_u=132$ J, $\Delta U=1091$ J, $Q=1229$ J

12. W zamkniętym zbiorniku o objętości 1 m³ znajduje się powietrze pod początkowym ciśnieniem 0,1 MPa. Wewnątrz zbiornika jest umieszczone miesadło. Wskutek mieszania przez pewien czas, temperatura w zbiorniku wzrosła z 20°C do 30°C. Obliczyć pracę mieszania oraz końcowe ciśnienie gazu przy założeniu, że zbiornik jest całkowicie odizolowany od otoczenia.

Odpowiedź: $L=-8,54$ kJ, $p_k=0,1034$ MPa

13. Wentylator o mocy 4 kW zastosowano do cyrkulacji powietrza w dużym pokoju. Jak zmieni się energia wewnętrzna powietrza w pokoju po godzinie pracy wentylatora, jeśli przez ściany i okna pomieszczenia ucieka do otoczenia 0,4 kJ/s ciepła.

Odpowiedź: $\Delta U=12960$ J

14. Do 2 kmol gazu dwuatomowego doprowadzono ciepło uzyskane z oziębienia o 50°C 80 kg wody, przy jednoczesnym wykonaniu przez układ pracy 10 000 kJ. Temperatura początkowa gazu 0°C. Objętość końcowa $V_2 = 20$ m³. Obliczyć ciśnienie końcowe. Ciepło właściwe wody: $c_w = 4,19$ kJ/(kg·K).

Odpowiedź: $p_k=0,362$ MPa

15. Do idealnie zaizolowanego zbiornika o stałej objętości, w którym znajduje się 2 kmol tlenu o temperaturze początkowej 27°C dołączono grzejnik elektryczny o mocy 5 kW podgrzewający tlen zawarty w zbiorniku. Do zbiornika dopływa rurociągiem dodatkowo tlen o strumieniu 0,12 kg/s i o temperaturze 20°C. Czas doprowadzenia tlenu jest równy czasowi ogrzewania i wynosi 20 min. Obliczyć temperaturę końcową tlenu w zbiorniku.

Odpowiedź: $T_k=421$ K

16. Butla aparatu do nurkowania ma objętość 30 l. Po jej użyciu ciśnienie powietrza w butli wynosi 0,3 MPa a temperatura 24°C. Przed ponownym użyciem butla jest doładowywana powietrzem o temperaturze 50°C tak długo, aż ciśnienie osiągnie 6 MPa. Proces ładowania przebiega bardzo szybko – można zatem przyjąć, że jest adiabatyczny. Jaką masę powietrza należy doprowadzić do butli i jaka jest jego końcowa temperatura?
Parametry powietrza: $R=287 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, $c_v=717,5 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$.
Odpowiedź: $M_k=1,423 \text{ kg}$, $T_k=441 \text{ K}$
17. W cylindrze z ruchomym tłokiem znajduje się azot. Parametry początkowe gazu wynoszą: $p_1 = 0,17 \text{ MPa}$, $t_1 = 127^\circ\text{C}$, a objętość początkowa cylindra wynosi 2 m^3 . Gaz ogrzano doprowadzając izobarycznie ciepło w ilości $Q = 100 \text{ kJ}$. Obliczyć parametry końcowe gazu w cylindrze, przyrost energii wewnętrznej i entalpii oraz pracę absolutną i techniczną.
Odp.: $p_2 = 0,17 \text{ MPa}$, $V_2 = 2,169 \text{ m}^3$, $T_2 = 434 \text{ K}$, $\Delta U = 71,27 \text{ kJ}$, $\Delta I = 100 \text{ kJ}$, $L_{t1,2} = 0$, $L_{a1,2} = 28,73 \text{ kJ}$
18. Do 0,6 kg azotu zamkniętego w cylindrze z ruchomym tłokiem doprowadzono ciepło $q = 220 \text{ kJ/kg}$. Jednocześnie układ wykonał pracę $L_a = 150 \text{ kJ}$. Obliczyć przyrost temperatury gazu w cylindrze. Temperatura początkowa $t_1 = 100^\circ\text{C}$.
Odp.: $\Delta T = -40 \text{ K}$
19. Do jakiej temperatury należy podgrzać 1 kg azotu, który w zbiorniku o stałej objętości ma parametry początkowe $p_1 = 0,1 \text{ MPa}$, $t_1 = 17^\circ\text{C}$, aby ciśnienie wzrosło do $p_2 = 0,4 \text{ MPa}$? Obliczyć zmianę energii wewnętrznej, entalpii, doprowadzone ciepło oraz pracę absolutną i techniczną.
Odp.: $\Delta U = 646 \text{ kJ}$, $\Delta I = 904 \text{ kJ}$, $L_{a1,2} = 0$, $L_{t1,2} = -258,4 \text{ J}$
20. W pojemniku o objętości 11 m^3 znajduje się 28 kg azotu N_2 pod ciśnieniem 0,35 MPa. W drugim pojemniku znajduje się 5 kg wodoru H_2 pod ciśnieniem 0,6 MPa i w temperaturze 350 K. Obliczyć parametry stanu mieszaniny oraz energię wewnętrzną (w odniesieniu do 0 K) po połączeniu obu pojemników.
Odp.: $T = 381 \text{ K}$, $p = 0,48 \text{ MPa}$, $U_{0K} = 27,82 \text{ MJ}$
21. Skład kilogramowy roztworu gazów doskonałych jest następujący: azot $\text{N}_2 - g_1=0,32$, tlen $\text{O}_2 - g_2=0,18$, hel $\text{He} - g_3 = 0,50$. Roztwór ten jest przechowywany w zbiorniku o objętości $V = 25,6 \text{ m}^3$, którym panuje ciśnienie $p_1=32,18 \text{ bar}$ w temperaturze $T_1=295 \text{ K}$. Do zbiornika doprowadzono rurociągiem $V_2= 15 \text{ m}_N^3$ tlenu O_2 o temperaturze $T_2=283 \text{ K}$. Obliczyć udziału molowe składników roztworu oraz ciśnienie w zbiorniku po doprowadzeniu tlenu.
Odp.: $z_{\text{N}_2}=0,0787$, $z_{\text{O}_2}=0,0583$, $z_{\text{N}_2}=0,863$, $p=3,31 \text{ MPa}$.
22. Zbiornik składa się z dwóch grodzi, oddzielonych szczelną zasuwą. W pierwszej grodzi znajduje się 0,05 kmol argonu, zaś w drugiej (o objętości $1,5 \text{ m}^3$) znajduje się azot w ilości $V_N = 2 \text{ m}_N^3$. Objętości obu grodzi mają się do siebie jak 2:3. Temperatura obu gazów 27°C. Jakie ciśnienia panują w obu grodziach przy zamkniętej zasuwie? Podać udziały masowe, objętościowe i molowe mieszaniny powstałej po otwarciu zasuwy, pomijając objętość

zasady i jej połączeń z grodziami. Ponadto obliczyć ciśnienie mieszaniny i ciśnienia udziałowe składników, jak też gęstość mieszaniny.

Odpowiedź: $p_{Ar}=1,248 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $p_{N_2}=1,482 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $g_{Ar}=0,4445$, $g_{N_2}=0,5555$, $r_{Ar}=0,359$, $r_{N_2}=0,641$, $M_u=32,35 \text{ kg/kmol}$, $R_m=257 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, $\rho_m=1,8 \text{ kg/m}^3$, $p_{Ar}=0,498 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $p_{N_2}=0,891 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

23. Zbiornik o objętości 3000 l zawiera, przy nadciśnieniu 0,498 MPa, mieszaninę składającą się z 0,3 kmola azotu, 1,06 kg tlenu i takiej ilości dwutlenku węgla, że jego udział masowy wynosi 14%. Ciśnienie barometryczne wynosi 980 hPa. Obliczyć temperaturę i energię wewnętrzną tej mieszaniny.

Odpowiedź: $T=584 \text{ K}$