

Równanie stanu gazu doskonałego

1. Ciśnienie absolutne 50 kg azotu zawartego w zbiorniku o objętości $V = 2 \text{ m}^3$ wynosi $p = 2,2 \text{ MPa}$. Do jakiej temperatury T_k można podgrzać azot, by nie zadziałał zawór bezpieczeństwa ustawiony na różnicę ciśnień $\Delta p = 6,3 \text{ MPa}$. Ciśnienie otoczenia $p_0 = 0,1 \text{ MPa}$.
Odp: do $T_k \leq 862,5 \text{ K}$.

2. W zbiorniku pod ciśnieniem $p_1 = 1 \text{ MPa}$, znajduje się gaz doskonały o temperaturze $T_1 = 440 \text{ K}$. Po wypuszczeniu $\Delta n = 0,8 \text{ kmol}$ gazu, jego parametry w zbiorniku wyniosły: $p_2 = 400 \text{ kPa}$, $T_2 = 330 \text{ K}$. Jaką objętość V ma zbiornik?
Odp: $V = 6,27 \text{ m}^3$.

3. W zbiorniku znajduje się hel o masie $m_1 = 2 \text{ kg}$ i parametrach początkowych $p_{m1} = 10 \text{ kPa}$, $T_1 = 300 \text{ K}$. Do zbiornika doprowadzono pewną ilość helu, wskutek czego parametry zmieniły się na $p_{m2} = 190 \text{ kPa}$, $T_2 = 400 \text{ K}$. Ciśnienie otoczenia wynosi $p_0 = 98,5 \text{ kPa}$. Obliczyć ilość n_d doprowadzonego gazu, jego masę m_d oraz objętość zbiornika.
Odp: $n_d = 0,497 \text{ kmol}$, $m_d = 1,99 \text{ kg}$, $V = 11,5 \text{ m}^3$.

4. Sprężarka napełnia zbiornik powietrzem w ciągu $\tau = 46 \text{ min}$. Objętość zbiornika $V = 56 \text{ m}^3$, temperatura powietrza przed napełnieniem $T_1 = 258 \text{ K}$, a po napełnieniu $T_2 = 298 \text{ K}$. Ciśnienie gazu zmienia się od barometrycznego $p_0 = 750 \text{ mmHg}$ do $p_2 = 0,7 \text{ MPa}$. Określić wydajność sprężarki w warunkach normalnych.
Odp: $\dot{n} = 0,005 \text{ kmol/s}$, $\dot{V}_n = 0,107 \text{ m}^3_n/\text{s}$.

5. Zbiornik o objętości $V = 10 \text{ m}^3$ należy napełnić powietrzem pod ciśnieniem $p_{z2} = 1,1 \text{ MPa}$ o temperaturze $T_{z2} = 293 \text{ K}$. Do tego celu używa się sprężarki zasysającej w ciągu 1 minuty 5 m^3 powietrza o parametrach $p_0 = 750 \text{ mmHg}$ i $T_0 = 285 \text{ K}$. Po jakim czasie $\Delta\tau$ zbiornik zostanie napełniony, jeżeli przed napełnieniem gaz w zbiorniku miał ciśnienie $p_{zi} = 95,9 \text{ kPa}$ i temperaturę $t_{zi} = 11,7 \text{ }^\circ\text{C}$.
Odp: $\Delta\tau = 1153 \text{ s}$.

6. W cylindrze z ruchomym tłokiem znajduje się $V_1 = 0,8 \text{ m}^3$ powietrza pod ciśnieniem $p_1 = 0,5 \text{ MPa}$. Do jakiej wartości powinna zmienić się objętość, aby przy wzroście ciśnienia do $p_2 = 0,8 \text{ MPa}$ temperatura powietrza nie uległa zmianie?
Odp: $V_2 = 0,5 \text{ m}^3$.

7. W pokoju o powierzchni $A = 35 \text{ m}^2$ i wysokości $h = 3,5 \text{ m}$ znajduje się powietrze o ciśnieniu $p_1 = 730 \text{ mmHg}$ i temperaturze $t_1 = 23 \text{ }^\circ\text{C}$. Ile m^3_n powietrza musi dopłynąć do pokoju z zewnątrz, gdy przy tej samej temperaturze ciśnienie wzrośnie do wartości $p_2 = 760 \text{ mmHg}$.
Odp: $\Delta V_n = 4,41 \text{ m}^3$.

8. W zbiorniku o objętości $V = 0,5 \text{ m}^3$ znajduje się sprężone powietrze o ciśnieniu odczytanym na manometrze $p_m = 0,5 \text{ MPa}$ i temperaturze $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. Obliczyć ilość powietrza w kg , kmol , m^3_n . Ciśnienie otoczenia $p_0 = 0,1 \text{ MPa}$.
Odp: $m = 3,57 \text{ kg}$, $n = 0,123 \text{ kmol}$, $V_n = 2,76 \text{ m}^3_n$.

9. Podczas spalania acetylenowo-tlenowego ciśnienie tlenu w 50 litrowej butli tlenowej spadło na manometrze z 12 do 0,2 MPa. Butla znajdowała się w otoczeniu o temperaturze 20 °C i ciśnieniu 0,1 MPa. Obliczyć ilość tlenu zużytego do spalania w kg, kmol, m³_n.

Odp: m = 7,74 kg, n = 0,242 kmol, V_n = 5,42 m³_n.

10. Waga zbiornika wypełnionego azotem zmniejszyła się o 3 kg na skutek wypuszczenia części gazu do otoczenia o temperaturze 293,2 K. Odczytany na manometrze spadek ciśnienia przy spełnionym warunku zrównania się temperatury gazu z temperaturą otoczenia wyniósł Δp = 0,2 MPa. Obliczyć objętość zbiornika.

Odp: V = 1,31 m³.

11. Obliczyć objętość właściwą i gęstość substancji azotu o parametrach p = 1 MPa i T = 360 K.

Odp: ρ = 9,35 kg/m³, v = 0,107 m³/kg.

12. W zbiorniku o objętości V = 3 m³ znajduje się tlen o nadciśnieniu p_m = 0,65 MPa i temperaturze T = 300 K. Ciśnienie otoczenia p_{ot} = 735 Tr. Oblicz ilość tlenu w zbiorniku.

Odp: n = 0,902 kmol.