

ZADANIA (WAT)

Uwaga! Wszystkie przemiany przedstawić na wykresie $p - v$ i $T - s$.

- 8 m³ powietrza o parametrach $p_1=0,9$ bar i $t=20$ °C jest sprężane izotermicznie do ciśnienia $p_2=8,1$ bar. Obliczyć objętość końcową, pracę zużytą na sprężenie gazu, ciepło przemiany oraz przyrost entropii. $R_{\text{pow.}}=287$ J/(kg·K), $c_p/c_v=k=1,4$
Odp.: $L_A=-1,58$ MJ, $Q=-1,58$ MJ, $S_{1,2}=-5,4$ kJ/K
- 60 kg tlenu o temperaturze $t=15$ °C jest sprężane izotermicznie od ciśnienia $p_1=1$ bar do objętości $V_2=7,2$ m³. Obliczyć ciśnienie końcowe, pracę zużytą na sprężenie gazu, ciepło przemiany oraz przyrost entropii.
Odp.: $p_2=6,25$ bar, $L_A=-8,23$ MJ, $Q=-8,23$ MJ, $S_{1,2}=-28,6$ kJ/K
- 1 kilomol powietrza o temperaturze $t=20$ °C sprężono izotermicznie do $p_2=40$ bar zmniejszając objętość do połowy. Obliczyć ciepło i pracę przemiany, zmianę entropii oraz ciśnienie początkowe. Skład objętościowy powietrza: $r_{\text{O}_2}=0,21$, $r_{\text{N}_2}=0,79$.
Odp.: $p_1=20$ bar, $L_A=-1,68$ MJ, $Q=-1,68$ MJ, $S_{1,2}=-5,73$ kJ/K
- 1 kilomol gazu doskonałego o temperaturze $t=20$ °C sprężono izotermicznie do $p_2=40$ bar zmniejszając objętość do połowy. Obliczyć ciepło i pracę przemiany, zmianę entropii oraz ciśnienie początkowe.
Odp.: $p_1=20$ bar, $L_A=-1,68$ MJ, $Q=-1,68$ MJ, $S_{1,2}=-5,73$ kJ/K
- 0,8 kg metanu (CH₄) sprężono izotermicznie przy temperaturze $t=15$ °C odprowadzając $Q=-200$ kJ ciepła. Ciśnienie końcowe wynosi $p_2=100$ bar. Obliczyć ciśnienie początkowe, objętość początkową i końcową, pracę sprężania gazu oraz zmianę entropii.
Odp.: $p_1=18,82$ bar, $V_1=0,0637$ m³, $V_2=1,199 \cdot 10^{-2}$ m³, $L_A=-200$ kJ, $S_{1,2}=-694$ J/K
- 10 m³ powietrza jest sprężane izotermicznie od $p_1=0,9$ bar, $t_1=17$ °C do $p_2=7,2$ bar. Obliczyć objętość końcową, pracę zużytą na sprężenie gazu, ilość odprowadzonego ciepła oraz masę wody chłodzącej, która ogrzała się o $\Delta t=12$ °C. Ciepło właściwe wody 4,19 kJ/(kg·K). Skład objętościowy powietrza: $r_{\text{O}_2}=0,21$, $r_{\text{N}_2}=0,79$.
Odp.: $V_2=1,25$ m³, $L_A=-18,75$ MJ, $Q=-18,75$ MJ, $M_w=0,373 \cdot 10^3$ kg
- W zbiorniku o objętości $V=2$ m³ znajduje się dwutlenek węgla (CO₂) o ciśnieniu $p_1=20$ bar i temperaturze $t_1=150$ °C. Zbiornik jest ochładzany do chwili osiągnięcia przez gaz ciśnienia $p_2=2$ bar. Obliczyć ciepło wymienione z otoczeniem, temperaturę końcową, zmianę energii wewnętrznej, entalpii i entropii.
Odp.: $Q=-10,8$ MJ, $T_2=42,3$ K, $U_{1,2}=-10,8$ MJ, $I_{1,2}=-14,36$ MJ, $S_{1,2}=-65,3$ kJ/K
- Zbiornik zawiera $V=0,15$ m³ azotu o ciśnieniu $p_1=1,4$ bar i temperaturze $t_1=100$ °C. Zbiornik jest ochładzany do temperatury $t_2=15$ °C. Obliczyć ciepło wymienione z otoczeniem, ciśnienie końcowe, zmianę energii wewnętrznej, entalpii i entropii.
Odp.: $Q=-12$ kJ, $p_2=1,08$ bar, $U_{1,2}=-12$ kJ, $I_{1,2}=-16,8$ kJ, $S_{1,2}=-36,5$ J/K
- 3 kg powietrza umieszczone w zamkniętym zbiorniku jest podgrzewane aż do osiągnięcia przyrostu entalpii właściwej $i_{1,2}=80$ kJ/kg. Ciśnienie początkowe wynosi $p_1=7$ bar a

temperatura końcowa $t_2=200$ °C. Obliczyć ciśnienie końcowe, ciepło przemiany i zmianę energii wewnętrznej. Stała gazowa powietrza $R=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, $k = c_p/c_v = 1,4$.

Odp.: $p_2=8,4$ bar, $Q=172,2$ kJ, $U_{1,2}=172,2$ kJ

10. 1 kilogram powietrza o parametrach $t_1=47$ °C i $p_1=1,5$ bar zwiększa objętość przy stałym ciśnieniu dopóki entropia nie zmieni się o $0,04$ kJ/(kg·K). Obliczyć temperaturę końcową, ciepło i pracę przemiany, zmianę energii wewnętrznej i entalpii. Stała gazowa powietrza $R=287$ J/(kg·K), $k=c_p/c_v=1,4$.

Odp.: $T_2=333$ K, $Q=13,06$ kJ, $L_A=3,75$ kJ, $U_{1,2}=9,33$ kJ, $I_{1,2}=13,06$ kJ

11. W cylindrze z ruchomym tłokiem znajduje się $0,5$ m³ wodoru o parametrach $p_1=100658$ Pa, $t_1=80$ °C. W wyniku doprowadzenia pewnej ilości ciepła temperatura wzrosła do $t_2=610$ °C. Obliczyć ilość doprowadzonego ciepła, pracę absolutną, zmianę energii wewnętrznej i entalpii, jeśli ciśnienie nie zmieniło się.

Odp.: $Q=344$ kJ, $L_A=97,64$ kJ, $U_{1,2}=245,6$ kJ, $I_{1,2}=343,8$ kJ

12. Azot podlega przemianie przy stałym ciśnieniu dopóki nie nastąpi przyrost energii wewnętrznej o 20 kJ/kg, a temperatura końcowa wyniesie 150 °C. Obliczyć ciepło i pracę przemiany.

Odp.: $q=28$ kJ/kg, $l_A=8$ kJ/kg

13. Powietrze o temperaturze $t_1=27$ °C ogrzano przy stałym ciśnieniu aż do podwojenia objętości, podczas gdy entropia wzrosła o $0,06$ kJ/K. Obliczyć masę powietrza, przyrost energii wewnętrznej, ciepło i pracę absolutną przemiany. Stała gazowa powietrza $R=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, $k = c_p/c_v = 1,4$.

Odp.: $M=0,086$ kg, $U_{1,2}=18,5$ kJ, $Q=25,9$ kJ, $L_A=7,4$ kJ,

14. 1 kilomol azotu o temperaturze początkowej $t_1=300$ °C rozpręża się izentropowo od $p_1=7$ bar do $p_2=0,7$ bar. Obliczyć ciepło i pracę absolutną przemiany, zmianę energii wewnętrznej i entalpii.

Odp.: $Q=0$ kJ, $L_A=5,74$ MJ, $U_{1,2}=-5,74$ MJ, $I_{1,2}=-8,033$ MJ

15. $0,4$ kg powietrza sprężono izentropowo od temperatury $t_1=50$ °C, przy czym objętość zmniejszyła się do połowy. Obliczyć pracę absolutną przemiany, przyrost energii wewnętrznej i entalpii. Parametry powietrza $R=287$ J/(kg·K), $k = c_p/c_v = 1,4$.

Odp.: $L_A=-29,56$ kJ, $U_{1,2}=29,56$ kJ, $I_{1,2}=41,38$ kJ

16. 1 kg argonu Ar ($M_\mu=40$ kg/kmol) rozprężył się izentropowo od temperatury $t_1=150$ °C, przy czym ciśnienie spadło do połowy. Obliczyć pracę absolutną przemiany, zmianę energii wewnętrznej, entalpii i entropii oraz stosunek objętości po i przed rozprężeniem.

Odp.: $L_A=32,13$ kJ, $U_{1,2}=-32,13$ kJ, $I_{1,2}=-53,33$ kJ, $S_{1,2}=0$, $(V_2/V_1)=1,518$

17. 1 kmol tlenu o ciśnieniu $p_1=1,4$ bar i temperaturze $t_1=37$ °C sprężono izentropowo aż do podwojenia ciśnienia. Obliczyć temperaturę końcową i pracę absolutną przemiany.

Odp.: $T_2=378$ K, $L_A=-1,41$ MJ

18. 1 kmol gazu dwuatomowego o ciśnieniu $p_1=1,4$ bar i temperaturze $t_1=37$ °C sprężono izentropowo aż do podwojenia ciśnienia. Obliczyć temperaturę końcową i pracę absolutną przemiany.

Odp.: $T_2=378$ K, $L_A=-1,41$ MJ

19. Powietrze jest sprężane politropowo z wykładnikiem $n = 1,3$ od ciśnienia $0,1$ MPa i temperatury 20°C do ciśnienia $0,2$ MPa. Masa powietrza wynosi $0,51$ kg. Obliczyć końcowe parametry stanu gazu, pracę zewnętrzną (absolutną), techniczną, ciepło przemiany, zmianę energii wewnętrznej, zmianę entalpii i entropii.
Parametry powietrza: $c_v = 717,5$ J/(kg·K), $c_p = 1004,5$ J/(kg·K).
20. Dwutlenek węgla został sprężony politropowo z wykładnikiem $n = 1,3$ od ciśnienia $0,7$ bar do ciśnienia 7 bar. Objętość początkowa wynosi $0,3$ m³ a temperatura 15°C . Obliczyć końcowe parametry stanu gazu, pracę zewnętrzną (absolutną), techniczną, ciepło przemiany, zmianę energii wewnętrznej, zmianę entalpii i entropii.
21. 1 kilomol wodoru jest sprężany politropowo od ciśnienia $1,7$ bar do ciśnienia $3,4$ bar i temperatury 427°C . Obliczyć ciepło pracę przemiany, zmianę entropii, objętość początkową i końcową jeśli wykładnik politropy wynosi $n = -3$.
22. $0,4$ kg wodoru sprężono od temperatury -45°C do temperatury 20°C , przy czym objętość zmniejszyła się do połowy. Obliczyć pracę i ciepło przemiany.
23. Znaleźć wykładnik politropy przechodzącej przez dwa punkty o następujących parametrach:
a) punkt 1: $p_1 = 0,12$ MPa, $t_1 = 20^\circ\text{C}$
punkt 2 : $p_2 = 1,25$ MPa, $t_2 = 350^\circ\text{C}$
b) punkt 1: $p_1 = 0,8$ MPa, $v_1 = 0,08$ m³/kg
punkt 2 : $p_2 = 1,6$ MPa, $v_2 = 0,22$ m³/kg
24. 10 m³ powietrza o ciśnieniu $0,9$ bar i temperaturze 27°C sprężono politropowo do ciśnienia $8,2$ bar i objętości 2 m³. Obliczyć wykładnik politropy, pracę i ciepło przemiany oraz zmianę energii wewnętrznej i entropii.
Parametry powietrza: $R=287$ J/(kg·K), $c_v = 717,5$ J/(kg·K).
25. Gaz rozpręża się od ciśnienia 6 bar do ciśnienia $0,7$ bar objętości $0,065$ m³, przy czym zostaje wykonana praca zewnętrzna $L_{a1,2} = 10$ kJ. Obliczyć wykładnik politropy.
26. W pionowym cylindrze zamkniętym tłokiem znajduje się $0,15$ kg powietrza o temperaturze 27°C i objętości 60 l. O ile wzrośnie temperatura, jeżeli przy stałym ciśnieniu doprowadzi się 20 kJ ciepła? O ile wzrośnie ciśnienie, jeżeli następnie przy stałej objętości doprowadzi się również 20 kJ ciepła. Jaka pracę wykona gaz?
Parametry powietrza $R=287$ J/(kg·K), $c_v = 717,5$ J/(kg·K).
27. Do 1m_N^3 azotu doprowadzono izochorycznie 200 kJ ciepła, na skutek czego temperatura gazu wzrosła do 300°C , a ciśnienie do $1,5$ MPa. Następnie gaz rozprężył się izentropowo do ciśnienia początkowego. Obliczyć pracę wykonaną przez gaz i ciśnienie końcowe.
28. 1 kmol powietrza o temperaturze 15°C sprężono według politropy o wykładniku $n = 1,5$, rozprężono, izentropowo do temperatury początkowej i na koniec sprężono izotermicznie do stanu początkowego odprowadzając jednocześnie 700 kJ ciepła. Obliczyć ciepło i pracę każdej przemiany. Parametry powietrza $R=287$ J/(kg·K), $k = c_p/c_v = 1,4$.
29. Powietrze w ilości $0,4$ kg rozpręża się izotermicznie przy temperaturze 300°C od ciśnienia $2,3$ bar do objętości właściwej $1,68$ m³/kg. Następnie podlega izobarycznemu sprężaniu i po

podgrzaniu izochorycznym powraca do stanu początkowego. Obliczyć parametry stanu gazu w początkowym i końcowym punkcie każdej przemiany, pracę zewnętrzną i ciepło przemiany, zmianę energii wewnętrznej i entropii. Przebieg przemian przedstawić na jednym wykresie $p - v$ i $T - s$.

30. 1m_N^3 powietrza rozpręża się izentropowo od stanu początkowego w którym ciśnienie wynosi 6 bar a temperatura 300°C do trzykrotnej objętości początkowej $3V_1$. Następnie powietrze podlega izotermicznemu sprężeniu do objętości początkowej. Obliczyć parametry stanu gazu w trzech stanach oraz pracę i ciepło poszczególnych przemian. Parametry powietrza: $c_v = 717,5 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, $c_p = 1004,5 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$. Przebieg przemian przedstawić na jednym wykresie $p - v$ i $T - s$.
31. Powietrze w cylindrze o objętości początkowej $0,01 \text{ m}^3$, ciśnieniu 10 bar i temperaturze 25°C rozpręża się do ciśnienia 2 bar: a) izotermicznie, b) izentropowo, c) politropowo $n = 1,3$. Obliczyć dla tych trzech przemian temperaturę i objętość końcową, pracę zewnętrzną oraz ciepło.