

WIP. Zadania na IV sprawdzian z Fizyki 1. Termodynamika.

1. Kulisty balon z gorącym powietrzem ma średnicę $D=16$ m. Temperatura powietrza na zewnątrz balonu jest 20°C , a jego gęstość $\rho_0=1,2$ kg/m³. Całkowita masa powłoki balonu wraz z ładunkiem (bez gazu) jest $m=250$ kg. Jaka powinna być temperatura powietrza w balonie, aby mógł się on unieść?

2. Oblicz, jak zmienia się ciśnienie wraz z wysokością h nad powierzchnią Ziemi. Na jakiej wysokości ciśnienie jest równe $\frac{1}{2}$ ciśnienia na poziomie morza?

3. Bąbel gazu unosząc się z dna jeziora do powierzchni zwiększa swoją objętość dwukrotnie. Obliczyć głębokość jeziora położonego **a)** na poziomie morza; **b)** na wysokości 3000 m nad poziomem morza.

4. Gaz dwuatomowy jest podgrzewany izochorycznie w objętości $V_0=10$ l od ciśnienia początkowego $p_0=1\cdot 10^5$ N/m² do ciśnienia $p_1=2p_0$. Następnie jest rozprężany adiabatycznie tak, że ciśnienie p_2 jest równe p_0 , a następnie chłodzony izobarycznie do warunków początkowych. Oblicz: **a)** pracę wykonaną przez gaz podczas kolejnych przemian;

b) ciepło pobrane przez gaz podczas kolejnych przemian; **c)** sprawność cyklu.

5. Oblicz wielkości wg. punktów **a**, **b** i **c** z poprzedniego zadania dla cyklu, w którym przemianę adiabatyczną (w zadaniu 4) zastąpiono rozprężaniem izotermicznym.

6. Pewna ilość tlenu O_2 zajmuje w temperaturze $T_0=290$ K objętość $V_0=10$ l pod ciśnieniem $p_0=6,0\cdot 10^5$ N/m². Gaz podlega następującemu odwracalnemu cyklowi przemian:

i) rozprężanie izobaryczne do objętości $V_1=3V_0$;

ii) rozprężanie izotermiczne do objętości $V_2=6V_0$;

iii) oziębienie izochoryczne przy objętości $V_2=V_3=6V_0$ do temperatury $T_3=T_0$,

iv) sprężanie izotermiczne do stanu początkowego: objętość V_0 , ciśnienie p_0 , temperatura T_0 .

a) Narysuj cykl przemian na wykresie $p(V)$ zachowując skalę. **b)** Oblicz temperaturę $T_1=T_2$ oraz ciśnienia p_2 i p_3 .

c) Oblicz całkowitą pracę wykonaną przez gaz podczas cyklu przemian.

7. 10 moli jednoatomowego gazu doskonałego ma początkowo objętość V_1 przy ciśnieniu p_1 i temperaturze T_1 . Gaz ulega ciągłemu przemianom do stanu o ciśnieniu $p_2=3p_1$ i objętości $V_2=3V_1$. Rozważ dwa ciągi przemian od stanu 1 do 2:

i) rozprężenie izotermiczne od V_1 do V_2 a następnie podgrzanie izochoryczne do ciśnienia p_2 ;

ii) sprężenie adiabatyczne do ciśnienia p_2 , a następnie podgrzanie izobaryczne do uzyskania objętości V_2 .

Oblicz zmianę entropii gazu podczas przemian zachodzących zgodnie z (i) i z (ii).

8. Ilość energii uchodząca przez ściany bazy arktycznej jest proporcjonalna do różnicy między temperaturą wewnątrz a na zewnątrz i wynosi 1 J/m² na sekundę przy różnicy temperatur $\Delta T=1$ K. Całkowita powierzchnia ścian wynosi $A=100$ m². Temperatura niezbędna do pracy wewnątrz bazy wynosi $T_1=17^{\circ}\text{C}$. Temperatura na zewnątrz wynosi $T_2=-43^{\circ}\text{C}$.

a) Jaka powinna być moc kompresora pompy ciepłej wykorzystującej cykl Carnota, by zrównoważyć straty ciepła?

b) Jaka temperatura ustali się we wnętrzu bazy, jeśli temperatura zewnętrzna wzrośnie o 10°C , a kompresor będzie nadal pracował z mocą wyliczoną w punkcie **a**?

9. Silnik wykonał pracę $W=50$ J nad chłodnią Carnota, która pobiera ciepło z zamrażalnika o temperaturze $T_z=-18^{\circ}\text{C}$ i oddaje je do powietrza w kuchni o temperaturze $T_k=+22^{\circ}\text{C}$.

a) Ile ciepła zostało pobrane z zamrażalnika a ile oddane do kuchni?

b) Jaka jest zmiana entropii zamrażalnika ΔS_z ?

c) Jaka jest zmiana entropii układu złożonego z zamrażalnika i kuchni ΔS_c ?

10. Dwa klocki z żelaza o masie $m_1=1,5$ kg i $m_2=0,5$ kg mają początkowo temperatury $T_1=177^{\circ}\text{C}$ i $T_2=27^{\circ}\text{C}$. Klocki zetknięto ze sobą pozostawiając odizolowane od otoczenia. Pojemność cieplna właściwa żelaza jest $C=450$ J K⁻¹ kg⁻¹.

a) Oblicz temperaturę klocków T_k po osiągnięciu równowagi termicznej i zmianę entropii ΔS_A .

b) Oba klocki o temperaturze T_k wrzucono do jeziora o temperaturze $T_0=17^{\circ}\text{C}$. Oblicz zmianę entropii ΔS_B układu złożonego z klocków i jeziora.

Odpowiedzi:

1. $T=51,5^{\circ}\text{C}$.

2. $p(h)=p_0\exp(-h/h_0)$, gdzie $h_0=p_0/g\rho_0\cong 8000\text{ m}$ (przy $T=0^{\circ}\text{C}$); $p=p_0/2$ na wysokości $h\cong 5550\text{ m}$.

3. **a)** $h=10,3\text{ m}$; **b)** $h=7,1\text{ m}$.

4. **a)** $W_{01}=0\text{ J}$; $W_{12}=898\text{ J}$; $W_{20}=-641\text{ J}$; **b)** $Q_{01}=2500\text{ J}$; $Q_{12}=0\text{ J}$; $Q_{20}=-2243\text{ J}$; **c)** $10,3\%$.

5. **a)** $W_{01}=0\text{ J}$; $W_{12}=1386\text{ J}$; $W_{20}=-1000\text{ J}$; **b)** $Q_{01}=2500\text{ J}$; $Q_{12}=1386\text{ J}$; $Q_{20}=-3500\text{ J}$; **c)** $9,9\%$.

6. **b)** $T_1=870\text{ K}$; $p_2=3\cdot 10^5\text{ N/m}^2$; $p_3=1\cdot 10^5\text{ N/m}^2$; **c)** $W_{\text{całk}}=13727\text{ J}$.

7. $\Delta S_{12}=365,2\text{ J/K}$ dla (i) i (ii).

8. **a)** $P=1,241\text{ kW}$; **b)** 28°C .

9. **a)** $Q_Z=318,75\text{ J}$ (pobrane z zamrażalnika), $Q_K=368,75\text{ J}$; **b)** $\Delta S_Z=-1,25\text{ J/K}$; **c)** $\Delta S_C=0\text{ J/K}$.

10. **a)** $T_k=412,5\text{ K}$; $\Delta S_A=12,9\text{ J/K}$; **b)** $\Delta S_B=63,1\text{ J/K}$.