

**Zadania domowe z termodynamiki I – dla wszystkich kierunków**  
**ARCHIWALNE**

**Zadania domowe z termodynamiki – dla wszystkich kierunków**

**ROK AKADEMICKI 2016/2017**

**Zad. nr 22** za 3% [2017.01.22 08:00]

Do wymiennika ciepła dopływa strumień 0,3 kg/s pary wodnej nasyconej mokrej o ciśnieniu 1,8 bar i stopniu suchości 0,92. W wymienniku para się całkowicie skrapla izobarycznie podgrzewając strumień wody od temperatury 35°C do temperatury 54°C. 3% ciepła skraplania uchodzi do otoczenia. Obliczyć strumień podgrzewanej wody.

**Zad. nr 21** za 3% [2017.01.09 09:00]

Obieg cieplny silnika składa się kolejno z izobary ekspansji 1-2, izentropy, izochory oraz izotermy. Ciśnienie i temperatura w punkcie 1 wynoszą odpowiednio 1,1 MPa oraz 350 K, natomiast ciśnienie końcowe przemiany izentropowej jest równe 0,4 MPa. Ciepło przemiany izobarycznej wynosi 200 kJ. Czynnikiem roboczym jest 0,4 kg powietrza. Obliczyć pracę kompresji oraz sprawność termiczną obiegu. Obieg przedstawić na wykresach p-V oraz T-S.

**Zad. nr 20** za 3% [2017.01.02 14:00]

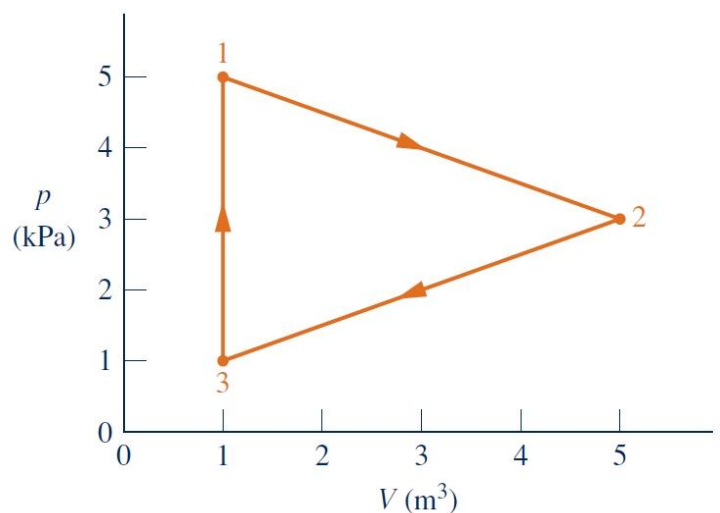
Po awarii systemu ogrzewczego temperatura w pomieszczeniu mającym kształt prostopadłościanu o wymiarach 6 m x 3 m x 2,8 m spadła do 12°C. Do zastępczego ogrzewania pomieszczenia wykorzystano grzejnik elektryczny o mocy 2 kW. Po jakim czasie temperatura w pomieszczeniu wzrośnie do 22°C, jeżeli średnio 30% mocy ogrzewczej jest tracona na rzecz otoczenia. Zadanie rozwiązać wychodząc z równania pierwszej zasady termodynamiki. Napisać co przyjęto za układ, przypisać odpowiednie wyrażenia składnikom równania bilansu oraz dokonać sprawdzenia jednostek. Brakujące dane określić na podstawie literatury.

**Zad. nr 19** za 3% [2016.12.30 14:00]

Strumień 4 t/h pary wodnej nasyconej mokrej o ciśnieniu 5 bar i stopniu suchości 0,2 wpływa do wymiennika ciepła, w którym do pary doprowadzany jest izobarycznie strumień 600 kW ciepła. Wyznaczyć temperaturę pary opuszczającej wymiennik oraz średnicę wewnętrzną rurociągu wylotowego, jeżeli prędkość pary w nim płynącej jest równa 6 m/s. Zadanie rozwiązać wykorzystując wykres i-s. Na szkicu wykresu przedstawić przemianę oraz sposób odczytu parametrów wykorzystanych w rozwiązaniu.

**Zad. nr 18** za 6% [2016.12.27 10:00]

Gaz doskonały jednoatomowy realizuje obieg przedstawiony na rysunku. Obliczyć sprawność termiczną tego obiegu.



**Zad. nr 17** za 3% [2016.12.20 11:00]

Obieg cieplny silnika składa się kolejno z izentropy ekspansji 1-2, izotermy i izochory. Minimalne ciśnienie w obiegu wynosi 1,5 bar, a minimalna temperatura jest równa 350 K. Ciepło przemiany izotermicznej jest równe  $-25$  kJ. Czynnik roboczy to 0,3 kg azotu  $N_2$ . Obliczyć pracę i sprawność termiczną obiegu. Obieg narysować na wykresach  $p$ - $V$  i  $T$ - $S$ . Wykonać przeliczenie jednostek.

**Zad. nr 16** za 3% [2016.12.10 18:00]

Udziały molowe helu He i azotu  $N_2$  w roztworze helu, azotu i metanu  $CH_4$  wynoszą odpowiednio 0,35 oraz 0,25. Roztwór o parametrach 7,8 bar,  $310^\circ C$ ,  $0,2$  m<sup>3</sup> rozprężono izentropowo do ciśnienia 1,7 bar. Obliczyć objętość i temperaturę roztworu po ekspansji oraz pracę bezwzględną przemiany. Przemianę przedstawić na wykresach  $p$ - $V$  oraz  $T$ - $S$  opisując początek i koniec przemiany, kierunek przemiany, pola pracy bezwzględnej i ciepła przemiany. Wykonać przeliczenie jednostek.

**Zad. nr 15** za 3% [2016.12.04 12:00]

Do 0,02 kmol tlenu  $O_2$  ( $32$ ) o ciśnieniu 2,4 bar i objętości  $0,25$  m<sup>3</sup> doprowadzono *izobarycznie* (przemiana 1-2) 30 kJ ciepła, a następnie wyprowadzono *izochorycznie* (przemiana 2-3) też 30 kJ ciepła. Obliczyć dla przemiany 1-2-3 pracę bezwzględną, przyrost energii wewnętrznej oraz przyrost temperatury. Otrzymaną wartość przyrostu temperatury skomentować. Przemiany 1-2 oraz 2-3 przedstawić na wykresach  $p$ - $V$  oraz  $T$ - $S$  opisując początek i koniec przemian, kierunek przemian, pola pracy bezwzględnej i ciepła przemian. Wykonać przeliczenie jednostek.

**Zad. nr 14** za 3% [2016.11.30 21:00]

W układzie zamkniętym znajduje się  $17$  um<sup>3</sup> neonu Ne ( $M=20,18$  kg/kmol) o temperaturze  $145^\circ C$ , pod ciśnieniem 1,8 MPa. Gaz poddany został przemianie izentropowej, podczas której jego energia wewnętrzna zmalała o 340 kJ. Obliczyć temperaturę, ciśnienie, objętość i energię wewnętrzną gazu na końcu przemiany oraz pracę bezwzględną przemiany. Przemianę przedstawić na wykresach  $p$ - $V$  oraz  $T$ - $S$  opisując początek i koniec przemiany, kierunek przemiany, pola pracy bezwzględnej i ciepła przemiany. Wykonać przeliczenie jednostek.

**Zad. nr 13** za 3% [2016.11.26 17:00]

Do nagrzewnicy o mocy 16,5 kW rurociągiem o średnicy wewnętrznej 180 mm dopływa azot  $N_2$  o ciśnieniu 1,8 bar i temperaturze  $8^\circ C$  ze średnią prędkością 6 m/s. Obliczyć temperaturę azotu na wylocie z nagrzewnicy, jeżeli strumień strat ciepła na rzecz otoczenia wynosi 220 W. Zastosować pierwszą zasadę termodynamiki.

**Zad. nr 12** za 3% [2016.11.23 17:00]

Ile ciepła należy odprowadzić ze zbiornika o pojemności  $1,5$  m<sup>3</sup> zawierającego 20 kg metanu  $CH_4$  o ciśnieniu 2 MPa, aby po doprowadzeniu do niego 10 kg metanu o temperaturze 300 K temperatura w zbiorniku nie zmieniła się. Podczas rozwiązywania zadania wykorzystać równanie pierwszej zasady termodynamiki.

**Zad. nr 11** za 3% [2016.11.20 16:00]

Do 0,8 kg wody o temperaturze 14°C wrzucono kawałek metalu o temperaturze 48°C. Temperatury wody i metalu wyrównały się na poziomie 21,6°C. Obliczyć masę metalu, jeżeli jego rzeczywiste ciepło właściwe w J/(kg·K) opisuje równanie  $c_m(T) = 451 + 0,0113 \cdot T$ , ciepło właściwe wody jest równe 4,19 kJ/(kg·K), a straty ciepła na rzecz otoczenia wyniosły 350 J. Napisać co przyjęto za układ, przypisać odpowiednie wyrażenia składnikom równania bilansu oraz dokonać sprawdzenia jednostek.

**Zad. nr 10** za 3% [2016.11.17 16:00]

Tlenek węgla CO o ciśnieniu 0,5 MPa, temperaturze 450 K i objętości 0,2 m<sup>3</sup> podległ przemianie politropowej, podczas której stosunek ciepła przemiany do pracy przemiany był równy 0,4. Oblicz pracę i ciepło przemiany oraz ciśnienie i temperaturę na końcu przemiany wiedząc, że objętość na końcu przemiany wynosiła 0,45 m<sup>3</sup>.

**Zad. nr 9** za 3% [2016.11.14 15:00]

Do zbiornika zawierającego 2,6 kg cieczy o temperaturze 28°C włożono 6,4 kg metalu o temperaturze 78°C. Podczas wyrównywania się temperatury cieczy i metalu do otoczenia o temperaturze 21°C przepłynęły 33 kJ ciepła. Ciepło właściwe cieczy wynosiło 3,45 kJ/(kg·K), ciepło właściwe metalu było równe 456 J/(kg·K). Obliczyć sumę przyrostów entropii dla opisanego procesu. Czy proces ten był odwracalny? Odpowiedź uzasadnić.

**Zad. nr 8** za 3% [2016.11.10 15:00]

Na wykresie o współrzędnych  $p$ - $V$  przemiana termodynamiczna 0,2 kg metanu CH<sub>4</sub> jest odcinkiem prostej o początku (0,1 m<sup>3</sup>, 6 bar) i końcu (0,35 m<sup>3</sup>, 1,1 bar). Oblicz ciepło wymienione z otoczeniem podczas tej przemiany. Ciepło to doprowadzono do gazu, czy wyprowadzono z gazu?

**Zad. nr 7** za 3% [2016.11.06 15:00]

Ile kg cieczy o ciepłe właściwym 3,86 kJ/(kg·K) i temperaturze 2°C zawierało naczynie, jeżeli po wrzuceniu do tej cieczy 0,8 kg metalu o ciepłe właściwym 423 J/(kg·K) i temperaturze 300 K ustaliła się wyrównana temperatura 5°C. Podczas wyrównywania się temperatur, z otoczenia do cieczy przepłynęły 4 kJ ciepła. Napisać co przyjęto za układ podczas obliczeń oraz określić energie układu: doprowadzoną, wyprowadzoną, początkową i końcową. Ponadto obliczyć ile ciepła pochłonęła ciecz oraz wykonać przeliczenie jednostek.

**Zad. nr 6** za 3% [2016.11.03 17:15]

Hel He (4) przechowywany w zbiorniku o pojemności 25 m<sup>3</sup> ogrzewany jest grzejnikiem o mocy 5 kW. Przed włączeniem grzejnika ciśnienie gazu wynosiło 5 bar, a jego temperatura była równa temperaturze otoczenia  $t_{ot} = 20$  st. C. Podczas ogrzewania straty ciepła helu na rzecz otoczenia wzrastały wraz ze wzrostem jego temperatury zgodnie z równaniem  $Q_{ot} [W] = 220 \cdot (t - t_{ot})$ . Po pewnym czasie temperatura ogrzewanego helu przestała się zmieniać. Wykorzystując równanie pierwszej zasady termodynamiki obliczyć najwyższą (kończącą) temperaturę helu. Ile ciepła pochłonął hel? Jakie było jego ciśnienie po podgrzaniu? Ciepło właściwe helu dla tego przypadku ogrzewania przyjąć równe 3118 J/(kg·K).

**Zad. nr 5** za 3% [2016.10.31 17:00]

Zrealizowano przemianę gazu, podczas której wyrażenie  $p \cdot V^K$  nie zmieniało się, gdzie  $K$  było stałą.

Stan początkowy i końcowy gazu wynosiły odpowiednio  $V_1 = 0,2 m^3$ ,  $p_1 = 330 kPa$  oraz

$V_2 = 0,5 m^3$ ,  $p_2 = 109,9 kPa$ . Obliczyć pracę bezwzględną przemiany. Praca była doprowadzona do gazu, czy z niego wyprowadzona?

**Zad. nr 4** za 3% [2016.10.28 15:00]

Rzeczywiste ciepło właściwe wodoru  $H_2$  przy stałym ciśnieniu zależy liniowo od temperatury. Dla temperatury  $10^\circ C$  ma ono wartość  $1.2559 \text{ kJ}/(\text{um}^3 \cdot K)$ , natomiast dla temperatury  $50^\circ C$  jego wartość wynosi  $1.2608 \text{ kJ}/(\text{um}^3 \cdot K)$ . Do  $3,1 \text{ kg}$  wodoru o temperaturze  $23^\circ C$  doprowadzono izobarycznie  $2307,6 \text{ kJ}$  ciepła. Wyznaczyć temperaturę podgrzanego wodoru.

**Zad. nr 3** za 3% [2016.10.21 15:00]

Obliczyć moc wymaganą dla samochodu o masie  $2000 \text{ kg}$ , aby przejechał  $100$ . metrowy odcinek drogi nachylonej do poziomu pod kątem  $30^\circ$  w czasie  $10 \text{ sek.}$  Rozważyć 3 przypadki:

a) samochód porusza się ze stałą prędkością, b) początkowa prędkość samochodu jest równa zero, a końcowa  $30 \text{ m/s}$ , c) początkowa prędkość samochodu jest równa  $35 \text{ m/s}$ , a końcowa  $5 \text{ m/s}$ .

W obliczeniach pominąć tarcie i opór powietrza.

**Zad. nr 2** za 3% [2016.10.14 15:00]

W zbiorniku o pojemności  $15,3 \text{ m}^3$  znajduje się hel  $He$  (4) o ciśnieniu  $300 \text{ kPa}$  i temperaturze  $20^\circ C$ . Na ile minut powinna być włączona grzałka o mocy  $2 \text{ kW}$  umieszczona w zbiorniku, aby ciśnienie w zbiorniku wzrosło o  $1,5 \text{ bar}$ ? Ciepło właściwe helu dla tego przypadku ogrzewania wynosi  $3,118 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot K)$ .

**Zad. nr 1** za 3% [2016.10.07 15:00]

Sześciąt wykonany z cyny ma krawędź równą  $15 \text{ cm}$ . Ile ciepła w  $\text{kJ}$  należy doprowadzić do sześciatu o temperaturze  $299 \text{ K}$ , aby rozpoczęło się jego topnienie? Jaką temperaturę w  $^\circ C$  będzie miał sześciąt bezpośrednio po stopieniu? Brakujące niezbędne dane określić na podstawie tablic fizycznych lub założyć.

## **ROK AKADEMICKI 2015/2016**

**Zad. nr 4** za 3% [2015.10.29 16:00]

Ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu gazu zależy liniowo od temperatury. Ile ciepła należy dostarczyć do  $1 \text{ kg}$  gazu, aby go podgrzać od  $10^\circ C$  do  $40^\circ C$ , jeżeli na podgrzanie o pierwsze  $10 \text{ K}$  zużyto  $9158 \text{ J}$  ciepła, a na podgrzanie o drugie  $10 \text{ K}$  zużyto  $9177 \text{ J}$  ciepła.

**Zad. nr 3** za 3% [2015.10.23 15:00]

Metalowa kulka poruszająca się poziomo z prędkością  $w_1=250 \text{ m/s}$  przebija deskę i leci dalej z prędkością  $w_2=100 \text{ m/s}$ . O ile przyrosła temperatura kulki, jeżeli  $10\%$  jej energii kinetycznej pochłonęła deska. Ciepło właściwe metalu wynosi  $c=380 \text{ J}/(\text{kg} \cdot K)$ . Zadanie rozwiązać wychodząc z równania pierwszej zasady termodynamiki. Napisać co przyjęto za układ termodynamiczny. Przypisać odpowiednie wyrażenia wszystkim składnikom równania bilansu.

**Zad. nr 2** za 4% [2015.10.13 16:00]

Różniczka pewnej funkcji stanu ma postać

$$dF = 2v^2 dp + 4pv dv$$

Oblicz przyrost funkcji  $F$  po zmianie stanu od  $p_1=1 \text{ bar}$ ,  $v_1=2 \text{ m}^3$  do  $p_2=2 \text{ bar}$ ,  $v_2=4 \text{ m}^3$ .

**Zad. nr 1** za 3% [2015.10.08 16:00]

Temperatura parzenia herbaty wynosi  $95^{\circ}\text{C}$ . Czy po zalaniu wrzątkiem listków herbaty wsypanych do porcelanowego kubka o pojemności 0,25 litra i wadze 1,2 N temperatura parzenia będzie odpowiednia? Brakujące niezbędne dane określić na podstawie tablic fizycznych lub założyć.

### **ROK AKADEMICKI 2014/2015**

**Zad. nr 13** za 5% [2015.01.13 09:00]

Obieg cieplny silnika składa się kolejno z izochory rozprężania, izentropy i izotermy. Maksymalne ciśnienie i maksymalna temperatura obiegu są odpowiednio równe 12 bar i 700 K. Praca izotermy wynosi 50 kJ. Czynnikiem roboczym jest 0,05 kg helu He (4). Obliczyć sprawność termiczną obiegu. Obieg przedstawić na wykresach p-V oraz T-S.

**Zad. nr 12** za 3% [2014.12.31 12:40]

Roztwór helu He (4) i tlenu  $\text{O}_2$  (32) przy ciśnieniu 1,2 bar i temperaturze 320 K ma gęstość  $0,75 \text{ kg/m}^3$ . Wyznaczyć skład molowy roztworu.

**Zad. nr 11** za 3% [2014.12.21 13:15]

W zbiorniku znajduje się 1,8 kmol roztworu o składzie kilogramowym: hel He (4) 0,18; dwutlenek węgla  $\text{CO}_2$ (44) 0,49; tlen  $\text{O}_2$ (32) 0,33. Ile kg helu należy dodać do zbiornika, aby jego udział kilogramowy w roztworze wzrósł do 0,25?

**Zad. nr 10** za 4% [2014.12.07 13:30]

0,15 kmol dwuatomowego gazu doskonałego o ciśnieniu 8 bar i objętości  $0,5 \text{ m}^3$  zrealizowało przemianę termodynamiczną, podczas której energia wewnętrzna gazu wzrosła o 250 kJ. Ile była równa praca bezwzględna przemiany, jeżeli ciepło właściwe przemiany było stałe i wyniosło  $26,19 \text{ kJ}/(\text{kmol}\cdot\text{K})$ ?

**Zad. nr 9** za 3% [2014.11.28 11:45]

Rzeczywiste ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu tlenu  $\text{O}_2$  opisuje równanie

$$c_p(t) = 0,913 + 0,000187 \cdot t \quad \text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

Jaką energię wewnętrzną ma 5 kg tlenu o temperaturze 400 K, jeżeli tlen o temperaturze 0 K ma energię wewnętrzną równą 0.

**Zad. nr 8** za 4% [2014.11.21 15:30]

Podczas ekspansji 2 kg helu He (4) stosunek ciśnienia gazu do jego objętości nie zmieniał się. Na końcu przemiany temperatura gazu była wyższa o 10 K niż na początku. (1) Jaką pracę bezwzględną wykonał gaz? (2) Ile ciepła pochłonął gaz? [Odpowiedź na pytanie nr (2) nieobowiązkowa. Można za nią otrzymać dodatkowo 2%]

**Zad. nr 7** za 4% [2014.11.16 13:00]

Trójatomowy gaz doskonały o parametrach 5 bar, 500 K,  $0,2 \text{ m}^3$  podległ przemianie o równaniu  $p \cdot V^{1,5} = \text{idem}$

ekspandując do objętości  $0,3125 \text{ m}^3$ . Molowe ciepło właściwe przemiany było równe  $8314 \text{ J}/(\text{kmol}\cdot\text{K})$ . Obliczyć ciepło i pracę bezwzględną przemiany oraz przyrost energii wewnętrznej gazu podczas przemiany.

**Zad. nr 6** za 3% [2014.11.09 11:20]

Do 2 kg wody o temperaturze 20°C wrzucono kolejno kawałek srebra i kawałek niklu mających temperaturę 40°C. Po wrzuceniu srebra temperatura wody wzrosła o 2 K, po wrzuceniu niklu temperatura wody wzrosła o kolejne 2 K. Wyznaczyć ilości substancji metali w kg. Zadanie rozwiązać wychodząc z równania pierwszej zasady termodynamiki. Napisać co przyjęto za układ termodynamiczny. Przypisać odpowiednie wyrażenia wszystkim składnikom równania bilansu.

**Zad. nr 5** za 4% [2014.11.04 11:15]

Podczas przemiany 1,7 kg azotu N<sub>2</sub> jego temperatura zmieniała się zgodnie z równaniem

$$T[K] = 300K + 0,2 \frac{K}{m^3} V[m^3]$$

Jaką pracę bezwzględną wykonał gaz, jeżeli jego objętość wzrosła od 0,1 m<sup>3</sup> do 0,6 m<sup>3</sup>?

**Zad. nr 4** za 4% [2014.10.28 13:20]

Rzeczywiste ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu pewnej substancji zmienia się liniowo wraz z temperaturą. Wynosi ono 451 J/(kg·K), dla temperatury 20°C oraz 451,8 J/(kg·K) dla temperatury 50°C. Ile ciepła należy dostarczyć izobarycznie do 5 kg tej substancji, aby ją podgrzać od temperatury 26,6°C do temperatury 67,4°C.

**Zad. nr 3** za 3% [2014.10.24 11:25]

Kulka stalowa spadła swobodnie z wysokości 20 m na warstwę styropianu i zatrzymała się. O ile kelwinów wzrosła temperatura kulki, jeżeli 10% ciepła wydzielonego podczas zderzenia pochłonął styropian. Ciepło właściwe kulki wynosi 0,444 kJ/(kg·K). Zadanie rozwiązać wychodząc z równania pierwszej zasady termodynamiki. Napisać co przyjęto za układ termodynamiczny. Przypisać odpowiednie wyrażenia wszystkim składnikom równania bilansu.

**Zad. nr 2** za 2% [2014.10.16 14:10]

Ze zbiornika zawierającego metan CH<sub>4</sub> o ciśnieniu 6 MPa pobrano 150 kg gazu powodując spadek ciśnienia w zbiorniku o 1,38 MPa. Ile kg i kmol metanu zostało w zbiorniku? Założyć, że temperatura gazu w zbiorniku była stała.

**Zad. nr 1** za 2% [2014.10.07]

Obliczyć ile kosztuje przygotowanie 1 litra wody w czajniku elektrycznym. Przyjąć, że 1 kWh energii elektrycznej kosztuje 55 gr, a sprawność grzania  $Q/E_{el} = 0,98$ , gdzie Q jest ilością ciepła pochłoniętego przez wodę, E<sub>el</sub> jest zużyciem energii elektrycznej. Brakujące niezbędne dane zaczerpnąć z odpowiednich tablic lub założyć.

## **ROK AKADEMICKI 2013/2014**

**Zad. nr 15** za 3% [16.01.14]

Obieg silnika składa się kolejno z izentropy kompresji 1-2, izobary i izochory. Parametry punktu 1 są następujące: 1,5 bar, 310 K. Maksymalna temperatura w obiegu jest równa 900 K. Czynnikiem roboczym jest 0,1 kg azotu N<sub>2</sub> (28). Obliczyć: pracę kompresji obiegu, ciepło doprowadzone do obiegu i sprawność termiczną obiegu. Obieg przedstawić na wykresach p-V oraz T-S.

**Zad. nr 14** za 3% [11.01.14]

Zbiornik gazu przedzielony jest przegrodą. W jednej części znajduje się 5 kg helu He (4) o ciśnieniu 0,5 MPa i temperaturze 55°C, w drugiej części jest 50 um<sup>3</sup> wodoru H<sub>2</sub> (2) o ciśnieniu 0,1 MPa i temperaturze

10°C. Przegrodę usunięto, gazy się wymieszały, a ich temperatury się wyrównały. Jakiego ciśnienia wywierał hel na ścianki naczynia po wymieszaniu się gazów?

**Zad. nr 13** za 5% [02.01.14]

Do 2 kg pary wodnej o parametrach 150°C, 0,5 bar, zawartej w układzie zamkniętym, doprowadzono izentropowo 400 kJ pracy. Korzystając z wykresu i-s wyznacz temperaturę, ciśnienie i objętość pary na końcu przemiany. Na szkicu wykresu i-s pokaż sposób odczytu parametrów wykorzystanych podczas rozwiązywania zadania.

**Zad. nr 12** za 3% [28.12.13]

Jaki strumień [kg/h] pary wodnej mokrej o ciśnieniu 6 bar i stopniu suchości 0,92 należy mieszać ze strumieniem wody 6000 kg/h o temperaturze 14°C, aby uzyskać wodę o temperaturze 45°C. Przyjąć, że strumień strat ciepła na rzecz otoczenia podczas mieszania wyniósł 800 W. Zadanie rozwiązać wychodząc z równania pierwszej zasady termodynamiki. Napisać co przyjęto za układ termodynamiczny. Przypisać odpowiednie wyrażenia wszystkim składnikom równania bilansu.

**Zad. nr 11** za 3% [21.12.13]

Obieg cieplny silnika składa się z dwóch izobar 12 bar i 4 bar oraz dwóch izoterm 650 K i 310 K. Obliczyć: ciepło wyprowadzone z obiegu, sprawność termiczną obiegu i maksymalną objętość czynnika w obiegu. Obieg narysować na wykresach p-V i T-S. Kolejno ponumerować punkty charakterystyczne obiegu (punkty przecięcia przemian). Czynnikiem roboczym jest 0,15 kg argonu.

**Zad. nr 10** za 3% [15.12.13]

Zastępcza masa molowa roztworu helu He i azotu N<sub>2</sub> jest równa 7. Roztwór podgrzano *izobarycznie* od stanu 3 bar, 15°C, 4 m<sup>3</sup> do temperatury 65°C. Obliczyć pracę bezwzględną i ciepło przemiany oraz przyrost energii wewnętrznej roztworu. Przemianę narysować na wykresach p-V i T-S zaznaczając początek, koniec i kierunek przemiany oraz pracę bezwzględną i ciepło przemiany.

**Zad. nr 9** za 3% [07.12.13]

Do chłodnicy dopływa rurociągiem 0,4 kg/s azotu N<sub>2</sub> (28) o temperaturze 85°C pod ciśnieniem 6,5 bar. W chłodnicy azot oddaje 20 kW ciepła. Obliczyć temperaturę oraz gęstość azotu na wylocie z chłodnicy. Założyć, że chłodzenie azotu odbywa się przy stałym ciśnieniu. Zadanie rozwiązać wychodząc z równania pierwszej zasady termodynamiki. Napisać co przyjęto za układ termodynamiczny. Przypisać odpowiednie wyrażenia wszystkim składnikom równania bilansu.

**Zad. nr 8** za 3% [23.11.13]

Podczas przemiany izobarycznej 1-2 energia wewnętrzna 2 kg etylenu C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> wzrosła o 120 kJ. Parametry początkowe gazu wynosiły 3 bar, 0,6 m<sup>3</sup>. Oblicz objętość końcową gazu oraz pracę bezwzględną przemiany. Praca została doprowadzona czy wyprowadzona? Odpowiedź na to pytanie uzasadnij. Przemianę naszkicuj na wykresach p-V oraz T-S.

**Zad. nr 7** za 3% [19.11.13]

Oblicz minimalną liczbę kulek ołowianych o średnicy 15 mm i temperaturze 85°C, które po wrzuceniu do 1 litra wody o temperaturze 20°C spowodują wzrost temperatury wody do 40°C. Zadanie rozwiąż wychodząc z równania pierwszej zasady termodynamiki. Niezbędne dodatkowe dane odczytaj z odpowiednich tablic.

**Zad. nr 6** za 3% [15.11.13]

0,4 kg tlenu  $O_2$  (32) o ciśnieniu 6 bar i temperaturze  $100^\circ C$  rozprężyło się politropowo do ciśnienia 3 bar. Temperatura końcowa gazu wyniosła  $44,84^\circ C$ . Oblicz ciepło i pracę bezwzględną przemiany. Przybliżony przebieg przemiany naskicuj na wykresach p-V oraz T-s.

**Zad. nr 5** za 3% [08.11.13]

W układzie odosobnionym znajdują się dwa kawałki miedzi, każdy o masie 2 kg i ciepłe właściwym  $385 J/(kg \cdot K)$ . Temperatura jednego z nich była równa  $40^\circ C$ , a drugiego  $80^\circ C$ . Metale zetknięto ze sobą, aż do wyrównania temperatury. Obliczyć sumę przyrostów entropii układu i otoczenia dla procesu. Czy proces był odwracalny? Odpowiedź uzasadnić.

**Zad. nr 4** za 3% [04.11.13]

W układzie zamkniętym znajduje się 0,7 kg metanu  $CH_4$  (16) o objętości  $0,15 m^3$ . Po ekspansji gazu temperatura w układzie była równa 343,65 K. Obliczyć pracę bezwzględną przemiany, jeżeli ciśnienie w układzie zmieniało się zgodnie z równaniem

$$p(V) = (0,9 - 1,3 \cdot V[m^3]) \cdot 10^6 \quad [Pa] \quad (4.1)$$

**Zad. nr 3** za 3% [31.10.13]

Ile kg helu He (4) dostarczono rurociągiem do zbiornika o objętości  $2 m^3$ , jeżeli przed napełnieniem parametry w zbiorniku były równe 5 bar,  $30^\circ C$ , a po napełnieniu 6 bar,  $50^\circ C$ . Jaką temperaturę miał dostarczony hel?

**Zad. nr 2** za 3% [25.10.13]

Zbiorniki A oraz B zawierają azot  $N_2$  (28). W zbiorniku A jest 5 kg gazu o ciśnieniu 2 bar i temperaturze  $30^\circ C$ . W zbiorniku B jest 8 kg gazu o ciśnieniu 6 bar i temperaturze  $60^\circ C$ . Zbiorniki połączono, parametry w zbiornikach uległy wyrównaniu. Oblicz ciśnienie, temperaturę i objętość końcową gazu, jeżeli podczas przemiany 800 J ciepła przepłynęło do otoczenia.

**Zad. nr 1** za 3% [22.10.13]

Rzeczywiste ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu tlenu  $O_2$  (32) opisuje równanie:

$$c_p(t) = 913 + 0,187 \cdot t \quad \left[ \frac{J}{kg \cdot K} \right] \quad (1.1)$$

Do  $1 m^3$  tlenu o temperaturze 310 K doprowadzono izobarycznie 10 kJ ciepła. Jaką temperaturę, w K, osiągnął tlen?