

Przykładowe zadania Termodynamika Techniczna – kolokwium nr 2

(Potrzebne wielkości (stałe) można wziąć z tablic/układu okresowego.)

1. Oblicz współczynnik przenikania ciepła U dla ściany zewnętrznej składającej się z:

Tynku wewnętrznego: $d_1 = 2 \text{ cm}$, $\lambda_1 = 0,70 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Betonu komórkowego: $d_2 = 24 \text{ cm}$, $\lambda_2 = 0,21 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Izolacji z wełny mineralnej: $d_3 = 15 \text{ cm}$, $\lambda_3 = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Tynku zewnętrznego: $d_4 = 1 \text{ cm}$, $\lambda_4 = 0,80 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Przyjmij opory przejmowania ciepła: $R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ oraz $R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$.

2. c

3. W przeciwprądowym wymienniku ciepła woda chłodzi olej. Woda nagrzewa się od 20°C do 50°C , natomiast olej chłodzi się od 100°C do 60°C . Oblicz średnią logarytmiczną różnicę temperatur (ΔT_{ln}) dla tego wymiennika.

4. Powietrze w pomieszczeniu ma temperaturę $t = 22^\circ\text{C}$ i wilgotność względną $\phi = 55\%$. Ciśnienie nasycenia pary wodnej w tej temperaturze wynosi $p_s = 2645 \text{ Pa}$. Oblicz ciśnienie cząstkowe pary wodnej p_w oraz wilgotność właściwą x [g/kg], jeśli ciśnienie barometryczne wynosi 1000 hPa .

5. W wymienniku ciepła skrapla się para wodna o strumieniu masy $\dot{m}_p = 0,05 \text{ kg/s}$ i ciepłe skraplania $r = 2257 \text{ kJ/kg}$. Ciepło to odbierane jest przez wodę chłodzącą, której strumień wynosi $\dot{m}_w = 1,2 \text{ kg/s}$. O ile stopni Celsjusza ogrzeje się woda chłodząca? Przyjmij ciepło właściwe wody $c_w = 4186 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$.

6. Oblicz gęstość strumienia ciepła q przenikającego przez szybę o grubości 6 mm $\lambda = 1,0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, jeśli różnica temperatur między jej powierzchniami wynosi 2°C

7. Wyznacz opór cieplny R [($\text{m}^2\cdot\text{K)/W}$] warstwy styropianu o grubości 20 cm i współczynnika $\lambda = 0,032 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

8. Do sztywnego zbiornika o objętości 1 m^3 zawierającego powietrze o ciśnieniu 200 kPa wtłoczono dodatkowo $0,5 \text{ kg}$ azotu. Oblicz nowe ciśnienie w zbiorniku, zakładając, że temperatura pozostała stała i wynosi 20°C ($R_{pov} = 287 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, $R_{N_2} = 297 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$).

9. Powietrze o temperaturze 30°C i wilgotności względnej 80% schłodzono izobarycznie do 15°C . Wiedząc, że ciśnienie nasycenia w 15°C wynosi 1705 Pa , a w 30°C wynosi 4246 Pa , sprawdź, czy w procesie tym nastąpi wykroplenie rosy.

10. Oblicz strumień ciepła oddawanego przez rurę o długości 2 m i średnicy zewnętrznej 50 mm , jeśli współczynnik przejmowania ciepła na zewnątrz wynosi $\alpha = 10 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, temperatura rury to 60°C a otoczenia 20°C

11. Jaka musi być grubość warstwy izolacji z wełny szklanej ($\lambda = 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$), aby jej opór cieplny był równy oporowi muru z cegły o grubości 38 cm ($\lambda = 0,8 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$)?

12. Mieszanina składa się z 21% tlenu i 79% azotu (udziały objętościowe). Oblicz zastępczą masę molową tej mieszaniny ($M_{O_2} = 32 \text{ kg/kmol}$, $M_{N_2} = 28 \text{ kg/kmol}$).

13. W wymienniku współprądowym temperatura gorącego czynnika spada z 90°C do 60°C , a zimnego rośnie z 10°C do 40°C . Oblicz średnią logarytmiczną różnicę temperatur.

14. Oblicz entalpię 1 kg powietrza wilgotnego o temperaturze 25°C i wilgotności właściwej $x = 0,010 \text{ kg/kg}_{p.s.}$. Skorzystaj ze wzoru: $i = 1,006 \cdot t + x(2501 + 1,86 \cdot t)$.

15. Ile ciepła należy dostarczyć, aby ogrzać 100 m^3 suchego powietrza od 0°C do 20°C przy stałym ciśnieniu 1013 hPa ? ($\rho_{0^\circ\text{C}} = 1,29 \text{ kg/m}^3$, $c_p = 1005 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$).

16. Przez ściankę o powierzchni 10 m^2 w ciągu godziny przepłynęło $3,6 \text{ MJ}$ ciepła. Oblicz współczynnik przenikania ciepła U , jeśli różnica temperatur powietrza po obu stronach wynosi 20 K .

17. Wyznacz temperaturę punktu rosy dla powietrza o parametrach: $p_w = 1200 \text{ Pa}$. Skorzystaj z fragmentu tablic: ($t=5^\circ\text{C}$ $p_s=872 \text{ Pa}$; $t=10^\circ\text{C}$ $p_s=1228 \text{ Pa}$). Wykonaj interpolację liniową lub oszacuj wartość.

18. Oblicz masę pary wodnej zawartej w pomieszczeniu o kubaturze 50 m^3 przy wilgotności bezwzględnej 12 g/m^3 .

19. Wymiennik ciepła ma za zadanie schłodzić 2 kg/s wody o 10°C . Jaka powierzchnię wymiany ciepła musi posiadać, jeśli współczynnik przenikania ciepła $k = 500 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, a średnia różnica temperatur wynosi 20 K ?

20. Wyznacz udział masowy wodoru w mieszaninie z helem, jeśli udział molowy wodoru wynosi $0,5$ ($M_{\text{H}_2} = 2 \text{ kg/kmol}$, $M_{\text{He}} = 4 \text{ kg/kmol}$).

21. Na wykresie $p(V)$ przedstawiono cykl pracy silnika składający się z dwóch izobar i dwóch izochor. Stan 1 charakteryzuje się parametrami $p_1 = 200 \text{ kPa}$, $V_1 = 1 \text{ m}^3$. Gaz zostaje podgrzany izochorycznie do stanu 2 ($p_2 = 500 \text{ kPa}$), następnie rozprężony izobarycznie do stanu 3 ($V_3 = 3 \text{ m}^3$), ochłodzony izochorycznie do stanu 4 ($p_4 = p_1$) i sprężony izobarycznie z powrotem do stanu 1.

a) Narysuj schematycznie ten cykl w układzie $p(T)$.

b) Oblicz pracę użyteczną wykonaną przez gaz w jednym cyklu.

c) Jeśli do układu w procesie 1-2 i 2-3 dostarczono łącznie $Q_{\text{dost}} = 1500 \text{ kJ}$ ciepła, oblicz sprawność termiczną tego cyklu.

22. Gaz doskonały przechodzi cykl A do B do C do A. Przemiana A do B to izobaryczne rozprężanie ($p = 300 \text{ kPa}$) od $V_A = 2 \text{ m}^3$ do $V_B = 5 \text{ m}^3$. Przemiana B do C to izochoryczne chłodzenie do ciśnienia $p_C = 100 \text{ kPa}$. Przemiana C do A przebiega wzdłuż linii prostej na wykresie $p(V)$.

a) Narysuj schematycznie ten cykl i oblicz pracę netto wykonaną przez gaz.

b) Wyznacz zmianę energii wewnętrznej ΔU w całym cyklu.

23. Podczas izobarycznego rozprężania gazu pod ciśnieniem $p = 400 \text{ kPa}$, jego objętość wzrosła z $0,5 \text{ m}^3$ do $1,2 \text{ m}^3$. W tym czasie do gazu doprowadzono $Q = 600 \text{ kJ}$ ciepła.

a) Oblicz pracę W wykonaną przez gaz.

b) Korzystając z I Zasady Termodynamiki oblicz zmianę energii wewnętrznej ΔU tego gazu.

24. Rozważamy cykl, w którym górna granica przemiany jest półokręgiem w układzie współrzędnych $p(V)$. Środek okręgu znajduje się w punkcie ($V=4 \text{ m}^3$, $p=200 \text{ kPa}$), a promień wynosi $R_V = 2 \text{ m}^3$ (dla osi objętości) oraz $R_p = 100 \text{ kPa}$ (dla osi ciśnienia). Dolną granicę cyklu stanowi izobara $p = 100 \text{ kPa}$.

a) Oblicz pole powierzchni tego cyklu (pracę W), pamiętaj o uzgodnieniu jednostek (skalowaniu elipsy/koła).

b) Określ, czy praca jest dodatnia czy ujemna, jeśli cykl przebiega zgodnie z ruchem wskazówek zegara.

25. Gaz o parametrach początkowych p_1 , V_1 może zostać rozprężony do objętości V_2 dwiema drogami: Izotermicznie i Adiabaticznie. Na podstawie wiedzy o wykresach $p(V)$:

a) W którym z tych procesów gaz wykona większą pracę? Uzasadnij odpowiedź, odwołując się do przebiegu linii na wykresie $p(V)$.

b) W którym procesie spadek ciśnienia będzie gwałtowniejszy?