

Termodynamika I - pytania

1. Podać definicje układów: zamkniętego, otwartego i odosobnionego. Podać przykłady takich układów.
2. Ile parametrów stanu trzeba znać, aby całkowicie określić stan 1 kg gazu doskonałego? Czym powinny się charakteryzować te parametry? Podać przykładowe parametry określające stan.
3. Dlaczego energia wewnętrzna jest parametrem stanu a ciepło nie. Czy ciepło jest rodzajem energii?
4. Czym charakteryzuje się przemiana kwazystatyczna?
5. Wymienić i zdefiniować używane w termodynamice jednostki ilości substancji oraz podać zależności pomiędzy nimi. W jakich zastosowaniach najchętniej stosuje się poszczególne jednostki i dlaczego?
6. Podać interpretację fizyczną rzeczywistego ciepła właściwego.
7. Opisać doświadczenie na urządzeniu *Gay-Lussaca* i *Joule'a* oraz wykazać, że wynik doświadczenia wskazuje na brak zależności energii wewnętrznej gazu od jego objętości.
8. Wykorzystując interpretację geometryczną pracy bezwzględnej pokazać na wykresie p-V, że praca bezwzględna pomiędzy dwoma określonymi stanami zależy od rodzaju (drogi) przemiany.
9. Kiedy układ termodynamiczny przekazuje do otoczenia pracę techniczną?
10. Omówić pierwszą zasadę termodynamiki. Napisać równanie pierwszej zasady dla przypadku zbiornika z gazem, do którego wtłoczono dodatkową ilość gazu. Podczas wtłaczania gazu przez ścianki zbiornika przepłynęła do otoczenia pewna ilość ciepła.
11. Omówić pierwszą zasadę termodynamiki. Napisać równanie pierwszej zasady dla adiaternicznego wymiennika ciepła traktując jako układ kanał z czynnikiem o wyższej temperaturze.
12. Do gazu zamkniętego w układzie cylinder - przesuwany tłok doprowadzono 200 kJ ciepła. Energia wewnętrzna gazu wzrosła o 300 kJ. Ile wyniosła praca bezwzględna gazu? Była to praca ekspansji, czy kompresji? Pracę doprowadzono, czy wyprowadzono?
13. Wykorzystując ogólne wyrażenie I zasady termodynamiki napisać równanie bilansu energetycznego adiaternicznego wymiennika ciepła przyjmując za układ termodynamiczny kanał, którym płynie czynnik zimniejszy.
14. W celu wyznaczenia ciepła właściwego metalu, do kawałka metalu o masie 2 kg i temperaturze 30°C dostarczono 1,8 kJ ciepła. Temperatura metalu wzrosła do 32°C. Oblicz ciepło właściwe metalu w J/(kg·K). Jaką temperaturę osiągnie metal po wrzuceniu go do 1 kg wody o temperaturze 10°C i ciepłe właściwym 4190 J/(kg·K)?
15. Do 1 kg wody o temperaturze 12°C i ciepłe właściwym 4190 J/(kg·K) wrzucono 0,7 kg miedzi o temperaturze 55°C i ciepłe właściwym 420 J/(kg·K). Obliczyć wyrównaną temperaturę wody i miedzi. Wykorzystać I zasadę termodynamiki: $E_d = \Delta E_u + E_w$. Podać co przyjęto za układ. Przyjając, że energię wewnętrzną ciał biorących udział w zjawisku można obliczać ze wzoru $U = m \cdot c \cdot t$.

16. Narysować schemat ideowy oraz opisać zasadę działania idealnej maszyny przepływowej - pompy/sprężarki. Na wykresie p-V narysować wykres pracy jednego cyklu maszyny. Wychodząc z ogólnej postaci I zasady termodynamiki sformułować równanie bilansu energetycznego maszyny.
17. Wychodząc z pierwszej zasady termodynamiki wykazać, że energia czynnika przetłaczanego rurociągiem jest równa $I = U + pV$.
18. Podać interpretację fizyczną entalpii. Co jest większe energia wewnętrzna czy entalpia? Odpowiedź uzasadnić.
19. Czy entropia układu termodynamicznego może maleć podczas przemiany nieodwracalnej? Odpowiedź uzasadnić.
20. Para skraplająca się w stałej temperaturze T_s oddała do otoczenia o stałej temperaturze T_{ot} ciepło w ilości Q . Wykorzystując prawo wzrostu entropii wykazać, że przy $T_s = T_{ot}$ proces był odwracalny.
21. Wykorzystując interpretację geometryczną ciepła przemiany pokazać na wykresie T-S, że ciepło przemiany pomiędzy dwoma określonymi stanami zależy od rodzaju (drogi) przemiany.
22. Wykorzystując prawo wzrostu entropii wykazać, że ciepło nie może samorzutnie przepływać z ciała o temperaturze niższej do ciała o temperaturze wyższej.
23. Czym się różnią gazy jako czynniki termodynamiczne od ciał stałych i cieczy?
24. Napisać i omówić termiczne równanie stanu dla gazów doskonałych i półdoskonałych.
25. Wykazać, że dla dowolnego gazu półdoskonałego i doskonałego iloczyn indywidualnej stałej gazowej i masy cząsteczkowej ma taką samą wartość, $M \cdot R = \text{const}$.
26. Omówić zastosowanie prawa ekwipartycji energii do wyznaczania molowego ciepła właściwego przy stałej objętości gazów doskonałych.
27. Jak można obliczyć ciepło właściwe przy stałej objętości gazu doskonałego wykorzystując stałą gazową?
28. Do zbiornika zawierającego 1 kmol jednoatomowego gazu doskonałego o temperaturze 310 K doprowadzono rurociągiem 1 kmol tego samego gazu również o temperaturze 310 K. Czy temperatura gazu w zbiorniku zmieniła się? Odpowiedź uzasadnić.
29. Na wykresach p-v oraz T-s narysować sprężanie izochoryczne 1-2 gazu doskonałego. Podać sposób obliczania pracy bezwzględnej, pracy technicznej i ciepła przemiany. Na wykresie T-s przedstawić interpretację geometryczną ciepła przemiany, a na wykresie p-v podać interpretację geometryczną prac bezwzględnej i technicznej przemiany. Ciepło doprowadzono, czy wyprowadzono podczas przemiany? (Odpowiedź uzasadnić).
30. Ekspansja izobaryczna 1-2 gazu doskonałego (w tym: przedstawić tę przemianę na wykresach p-V i T-S, podać interpretację geometryczną oraz sposób obliczania pracy bezwzględnej i ciepła przemiany, jak wyznacza się przyrost energii wewnętrznej i entalpii podczas przemiany).
31. Ekspansja *izentropowa* 1-2 gazu doskonałego (w tym: przedstawić tę przemianę na wykresach p-V i T-S, podać interpretację geometryczną oraz sposób obliczania pracy bezwzględnej i ciepła przemiany, jak wyznacza się przyrost energii wewnętrznej i entalpii podczas przemiany).

32. Do 0,2 kmol azotu N_2 (28) o temperaturze $24^\circ C$ doprowadzono izochorycznie 140 kJ ciepła. O ile K wzrosła temperatura azotu? ($M_R = 8314 \text{ J}/(\text{kmol}\cdot\text{K})$).
33. Wykonując obliczenia dotyczące roztworów (mieszanin) gazowych posługujemy się tzw. wielkościami zastępczymi, m.in.: zastępczą stałą gazową, zastępczą masą molową, zastępczym ciepłem właściwym. Ogólnie opisać jak wyznacza się te wielkości zastępcze i od czego zależy ich wartość.
34. Omówić prawo *Daltona* dla roztworu gazów doskonałych.
35. Wykazać, że dla roztworu gazów doskonałych zastępcza stała gazowa jest równa $R = g_1 \cdot R_1 + g_2 \cdot R_2 + g_3 \cdot R_3 + \dots$.
36. Wykazać, że dla roztworu gazów doskonałych zastępcza masa molowa jest równa $M = z_1 M_1 + z_2 M_2 + z_3 M_3 + \dots$.
37. Ile wynosi zastępcza masa molowa roztworu złożonego z 12 kg azotu N_2 (28) oraz 0,3 kmol helu He(4)?
38. Co nazywamy obiegiem termodynamicznym? Czym charakteryzują się punkty zwrotne i adiatermiczne w obiegu? Czym się różnią obiegi prawobieżne od lewobieżnych? Narysować dowolny obieg prawobieżny na wykresach p-v i T-s i wskazać przemiany ekspansji i kompresji oraz przemiany, podczas których ciepło jest doprowadzane i podczas których ciepło jest wyprowadzane.
39. Wyprowadzić zależność na sprawność termiczną obiegu Carnota.
40. Wykorzystując prawo wzrostu entropii wykazać, że nie można skonstruować silnika o sprawności większej niż silnik realizujący obieg Carnota.
41. Obieg Carnota silnika (w tym: z jakich przemian się składa, obieg na wykresach p-V i T-S, podczas której przemiany doprowadzane jest ciepło, podczas których przemian wyprowadzana jest praca, ile wynoszą temperatury źródeł ciepła w porównaniu z temperaturami czynników podczas pobierania i oddawania ciepła, sprawność termiczna obiegu).
42. Wykazać, że nie można skonstruować silnika zasilanego tylko z jednego źródła ciepła, zamieniającego całkowicie ciepło na pracę.
43. Obieg cieplny silnika składa się kolejno z izochory rozprężania 1-2, izentropy 2-3 i izotermy 3-1. Narysować ten obieg na wykresach p-V oraz T-S. Podczas których przemian praca jest doprowadzana do obiegu, a podczas których praca jest wyprowadzana z obiegu? Odpowiedź uzasadnić.
44. Obieg cieplny silnika składa się kolejno z izobary kompresji 1-2, izochory i izotermy. Narysować ten obieg na wykresach p-V oraz T-S. Podczas których przemian ciepło jest doprowadzane do obiegu, a podczas których ciepło jest wyprowadzane z obiegu? Odpowiedź uzasadnić.
45. Na wykresach p-V oraz T-s przedstawić obieg Diesela, porównawczy dla silnika spalinowego z zapłonem samoczynnym. Podać podczas jakiej przemiany ciepło jest doprowadzane do obiegu i podczas jakiej przemiany praca jest wyprowadzana z obiegu.
46. Omówić wykres p-t (ciśnienie temperatura) dla wody.
47. Na którym z wykresów: p-v; T-s czy i-s długość odpowiedniego odcinka, a nie pole pod linią przemiany, odpowiada ciepłu jednostkowemu przemiany izobarycznej (p -

ciśnienie, v - objętość właściwa, T - temperatura, s - entropia właściwa, i - entalpia właściwa)? Odpowiedź zilustrować szkicem przemiany.

48. W jaki sposób można podwyższyć temperaturę wrzenia czystej wody?
49. Podać definicje pojęć: punkt potrójny, punkt krytyczny, punkt rosy, temperatura nasycenia, ciepło parowania.
50. Na wykresie o współrzędnych *temperatura-czas* przedstawić proces izobarycznego wytwarzania pary wodnej przegrzanej z wody przechłodzonej. Omówić charakterystyczne fazy procesu.