



8. TOPLOTA – TERMODINAMIKA

8.1 Notranja energija – toplota

Toplotni tok
Sežigna toplota

8.2 Energijski zakon

Specifična toplota
Notranja energija in delo
Energijski zakon
Kalorimetrija

8.3 Prenos toplote

Prevajanje toplote
Konvekcija
Sevanje

8.4 Spremembe agregatnega stanja

Taljenje
Vrenje
Izhlapevanje in vlažnost

8.5 Kinetična teorija plinov

8.6 Energijske spremembe idealnega plina

8.7 Toplotni stroji

Naloge

8.1 NOTRANJA ENERGIJA – TOPLOTA

Toplotni tok

1. (M) Kolikšen toplotni tok teče skozi snov, če steče skozi $2,0 \text{ m}^2$ snovi vsakih 10 sekund $3,0 \text{ kJ}$ toplote? Kolikšna je pri tem gostota toplotnega toka?
2. (M) Koliko kilovatnih ur toplote odda s sevanjem v eni sekundi $1,0 \text{ km}^2$ zemeljskega površja, če je gostota toplotnega toka sevanja 220 W/m^2 ?
3. (V) V naših krajih je Sonce najvišje na nebu meseca junija, ko je “opoldanska višina” Sonca (kót med vodoravnico in smerjo sončnih žarkov) okoli 68° .
 - a) Kolikšen toplotni tok pada tedaj na 20 m dolgo in $8,0 \text{ m}$ široko vodoravno streho? Gostota sončnega toka je $0,80 \text{ kW/m}^2$.
 - b) Koliko kilovatnih ur toplote prejmejo v eni uri sončni kolektorji, s katerimi je pokrita vsa streha, če je izkoristek kolektorjev 40% ?

Sežigna toplota

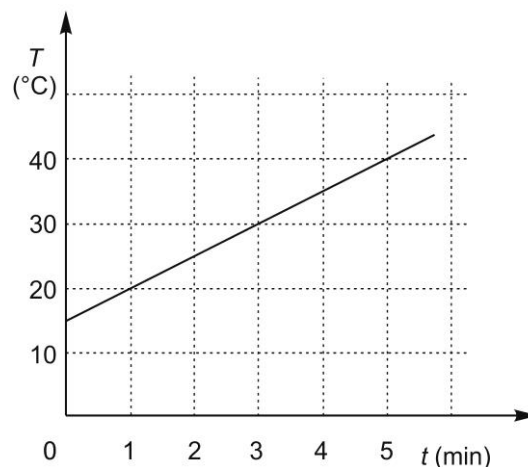
4. (M) Koliko toplote odda pri popolnem zgorevanju 20 kg rjavega premoga? Kurilna vrednost rjavega premoga je $13,4 \text{ MJ/kg}$.
5. (M) Koliko toplote se sprosti, ko v peči pokurimo 150 kg drv? Specifična sežigna toplota lesa je 20 MJ/kg .
6. (M) Smodnik v izstrelku strojnice tehta $3,2 \text{ g}$. Koliko toplote se razvije pri vsakem strelu? Specifična sežigna toplota smodnika je $3,0 \text{ MJ/kg}$.
7. (M) Koliko decilitrov bencina odda pri gorenju $1,0 \text{ kWh}$ toplote? Gostota bencina je $0,70 \text{ kg/dm}^3$, kurilna vrednost pa 43 MJ/kg .
8. (M) 100 g čokolade Gorenjka ima energijsko vrednost 619 kcal . Koliko joulov energije (katere?) dobimo, če pojemo 30-gramsko tablico čokolade?
9. (V) Kolikšen je izkoristek motorja z močjo 60 kW , če v eni uri porabi 20 kg nafte? Specifična sežigna toplota nafte je 43 MJ/kg .

8.2 ENERGIJSKI ZAKON

Specifična toplota

10. (M) Kolikšna toplota, izražena v J in kWh, je potrebna, da se 10 litrov vode segreje z 0°C na 65°C ?
11. (M) Koliko toplote odda $2,0 \text{ litra}$ olja, ko se ohladi za 20°C ? Gostota olja je $0,90 \text{ g/cm}^3$, specifična toplota pa 2160 J/kgK .
12. (M) V posodo vlijemo $5,0 \text{ litrov}$ vode s temperaturo 80°C . Kolikšna je nova temperatura te vode, ko odda $0,80 \text{ MJ}$ toplote?

13. (M) Koliko toplote potrebujemo, da segrejemo zrak v sobi z merami $4,0 \text{ m} \times 4,0 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$, ki ima temperaturo $10 \text{ }^\circ\text{C}$, na $18 \text{ }^\circ\text{C}$? Specifična toplota zraka je 1010 J/kgK , njegova gostota pa $1,25 \text{ kg/m}^3$.
14. (M) Koliko toplote je potrebne, da se 420 g svinca s temperaturo $15 \text{ }^\circ\text{C}$ segreje do tališča? Za koliko bi se s to toploto segrela enaka masa vode? Tališče svinca je pri $327 \text{ }^\circ\text{C}$, specifična toplota pa 130 J/kgK .
15. (M) Koliko časa mora biti vključen električni grelnik z močjo 500 W , da se $2,0$ litra vode segrejeta z $20 \text{ }^\circ\text{C}$ na $100 \text{ }^\circ\text{C}$? Privzemimo, da gre vsa električna energija za segrevanje vode.
16. (T) V toplotno izolirani posodi imamo $2,4 \text{ kg}$ vode, ki jo začnemo segrevati s potopnim grelcem. Temperaturo vode v odvisnosti od časa prikazuje slika 8.1. Kolikšna je moč grelca? Toplotno kapaciteto posode zanemarimo.
17. (T) V sobi s prostornino 90 m^3 se zrak zamenja vsaki dve uri. Koliko toplote je potrebne za ogrevanje v 24 urah, če mora biti sobna temperatura $18 \text{ }^\circ\text{C}$, zunanja pa $-5 \text{ }^\circ\text{C}$? Kolikšna moč je za to potrebna? Gostota zraka je $1,25 \text{ kg/m}^3$, specifična toplota pa 1010 J/kgK .
18. (M) Kolikšna je toplotna kapaciteta kosa aluminija z maso 10 kg ? Kolikšna toplota je potrebna, da se ta kos segreje za $10 \text{ }^\circ\text{C}$? Specifična toplota aluminija je 864 J/kgK .
19. (T) Kos bakra s toplotno kapaciteto 195 J/K in temperaturo $450 \text{ }^\circ\text{C}$ med ohlajanjem odda 78 kJ toplote. Kolikšna je končna temperatura?
20. (T) Bron je zlitina 88% bakra in 12% kositra. Kolikšna je toplotna kapaciteta $1,0 \text{ kg}$ brona? Kolikšna je povprečna specifična toplota brona? Specifična toplota bakra je 385 J/kgK , kositra pa 228 J/kgK .
21. V loncu s toplotno kapaciteto 600 J/K imamo $2,0$ litra vode s temperaturo $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Lonec postavimo na prižgano ploščo električnega štedilnika, v kateri je vgrajen grelec z močjo $2,0 \text{ kW}$. Čez pet minut ima voda temperaturo $60 \text{ }^\circ\text{C}$.
- a) (M) Kolikšna je toplotna kapaciteta lonca z vodo?
- b) (V) Kolikšen je izkoristek segrevanja?
22. (V) V nekaterih "sončnih" hišah je v kletnih prostorih zbiralnik z vodo ali kamenjem, ki prejema toploto od kolektorjev, ki so na strehi hiše. V kakšnem razmerju sta prostornini vodnega ter kamnitega zbiralnika pri enaki prejeti toploti in pri enaki temperaturni spremembi? Specifična toplota kamena je 900 J/kgK , gostota pa $2,7 \text{ kg/dm}^3$.
23. (V) V $4,0$ litre vode s temperaturo $10 \text{ }^\circ\text{C}$ potopimo grelec z močjo $1,5 \text{ kW}$ in ga priključimo na omrežje. V kolikšnem času voda zavre, če se za segrevanje porabi 80% sproščene toplote? Kolikšno porabo električne energije pokaže električni števec?
24. (M) Na katero temperaturo lahko segrejemo $5,0$ litrov vode pri $0 \text{ }^\circ\text{C}$, če porabimo za segrevanje vso toploto, ki jo odda 15 g bencina pri popolnem zgorevanju? Specifična sežigna toplota bencina je $46,5 \text{ MJ/kg}$.



Slika 8.1

25. (M) Na kolikšno temperaturo lahko segrejemo 100 kg alkohola s temperaturo 0 °C, če sežgemo 0,25 kg nafte s kurilno vrednostjo 40 MJ/kg in se vsa toplota porabi za segrevanje alkohola? Specifična toplota alkohola je 2430 J/kgK.
26. (V) Izkoristek petrolejskega gorilnika je 40 %. Koliko litrov vode s temperaturo 20 °C lahko zavremo, če je v gorilniku 0,50 kg petroleja s kurilno vrednostjo 40 MJ/kg?
27. (V) Koliko litrov gorilnega plina z gostoto 0,60 kg/m³ je potrebnih za segrevanje 5,0 litrov vode od 0 °C do 100 °C, če znašajo toplotne izgube 60 % in je sežigna toplota plina 25 MJ/kg?
28. (V) Koliko litrov kurilnega olja porabi v 30 dneh peč centralne kurjave z močjo 7,4 kW? Koliko kWh toplote se porabi za ogrevanje, če se 15 % pri gorenju sproščene toplote izgubi v dimnik? Gostota olja je 0,80 kg/dm³, kurilna vrednost pa 40 MJ/kg.

Notranja energija in delo

Energijski zakon

29. (M) Snovi, ki ima specifično toploto 500 J/kgK in maso 2,0 kg, dovedemo 85 kJ toplote. Med segrevanjem se snov razteza in pri tem odda 50 kJ dela. Kaj se zgodi z notranjo energijo snovi? Za koliko in kako se pri tem spremeni temperatura snovi?
30. (M) Četrta kilograma težak kos železa vrtamo z vrtnim strojem z močjo 120 W. Vrtanje traja pol minute. Sveder z maso 50 g nato snamemo in ga pustimo v izvrtani luknji in počakamo, da se temperatura izravna. Za koliko se zviša? Specifična toplota železa je 450 J/kgK.
31. (M) 20-gramski izstrelak se s hitrostjo 200 m/s zarine v vodo. Za koliko se poveča notranja energija vode do trenutka, ko se izstrelak v vodi ustavi? Spremembo notranje energije izstrelka zanemarimo.
32. (M) Telo z maso 5,0 kg, ki ga spustimo z višine 30 m, pade na tla s hitrostjo 20 m/s. Za koliko se med padanjem poveča notranja energija telesa zaradi zračnega upora?
33. (M) Koliko toplote odda kepa ilovice z maso 0,50 kg, ki je z višine 1,5 m padla na toga tla, ko se ohladi na začetno temperaturo?
34. (T) Za koliko se segreje voda v slapu, ki pada z višine 150 m, če se vsa sproščena energija ob padcu pretvori v notranjo energijo vode?
35. (T) Mirujoči jekleni kroglici, vsaka z maso 20 g, imata temperaturi 15 °C. Prvo kroglico izstrelimo v vodoravni smeri s hitrostjo 30 m/s, pri čemer se temperatura kroglice ne spremeni. Drugo kroglico segrejemo za 1 °C. Katera kroglica ima na koncu večjo celotno energijo? Specifična toplota jekla je 460 J/kgK.
36. (T) Osebni avto mase 1000 kg zavre pri hitrosti 108 km/h in se ustavi. Za koliko se pri tem dvigne temperatura vsakega od štirih jeklenih zavornih diskov z maso 2,0 kg? Specifična toplota jekla je 460 J/kgK. Izgube zaradi ohlajanja zanemarimo.
37. (T) Na ovitku za maslo piše, da ima 100 g masla energijsko vrednost 3039 kJ (739 kcal). Ocenite, koliko masla bi po energijski vrednosti zadostovalo za planinca, da bi premagal višinsko razliko 2000 m, npr. pri vzponu na Triglav iz doline Vrat, če je celotna masa planinca in prtljage, ki jo nosi s seboj, 100 kg. (Pri tem seveda ne upoštevamo energije, ki jo pri vzponu potrebuje za vzdrževanje preostalih funkcij, npr. telesne temperature, in drugih aktivnosti, ki niso neposredno povezane z vzpenjanjem.).

38. (V) Izstrelak se s hitrostjo 350 m/s zaleti v leseno desko, jo prebije in izstopi s hitrostjo 100 m/s. Za koliko se pri tem segreje, če prevzame v obliki notranje energije četrtno izgubljene kinetične energije? Specifična toplota izstrelka znaša 130 J/kgK.
39. (V) Z višine 100 m spustimo na trdna tla kepo svinca. Za koliko stopinj se segreje kepa, če predpostavimo, da se 80 % sproščene energije porabi za segrevanje svinca? Specifična toplota svinca je 130 J/kgK.

Kalorimetrija

40. (M) V kopalni kadi je 50 litrov hladne vode s temperaturo 20 °C. Približno koliko litrov vroče vode s temperaturo 80 °C moramo doliti, da se voda v kadi segreje na 40 °C?
41. (T) V kalorimetru zmešamo 2,0 kg tople vode s temperaturo 30 °C in 4,0 kg ledeno mrzle vode s temperaturo 0 °C. Kolikšna je zmesna temperatura? Toplotnih izgub ne upoštevamo.
42. (T) V kalorimeter, v katerem je 2,0 kg vode s temperaturo 20 °C, vržemo kos kovine z maso 1,5 kg in temperaturo 260 °C ter počakamo, da se temperaturi kovine in vode izravnata. Kolikšna je specifična toplota kovine, če izmerimo zmesno temperaturo 25 °C?
43. (T) V kalorimeter, v katerem je 0,50 kg vode s temperaturo 15 °C, vsujemo železne uteži s skupno maso 0,75 kg. Kolikšna je bila začetna temperatura uteži, če na koncu izmerimo zmesno temperaturo 60 °C? Specifična toplota železa je 460 J/kgK. Toplotnih izgub ne upoštevamo.
44. (T) 20-gramsko kroglico iz niklja (specifična toplota 459 J/kgK) držimo s pinceto v plamenu plinskega gorilnika tako dolgo, da se segreje na temperaturo plamena. Kroglico nato spustimo v 1,0 dL vode s temperaturo 15 °C. Ko se vzpostavi temperaturno ravnovesje, je temperatura vode za 20 °C višja kot na začetku. Kolikšna je temperatura plamena? Toplotno kapaciteto posode in toplotne izgube zanemarimo.
45. (V) 2,0 dL čaja s temperaturo 90 °C nalijemo v porcelanasto skodelico z maso 270 g in temperaturo 20 °C. Kolikšno temperaturo ima čaj, ko se njegova temperatura izenači s temperaturo skodelice? Čaj ima enako gostoto kot in specifično toploto kot voda, specifična toplota porcelana je 840 J/kgK. Toplotne izgube zanemarimo.

8.3 PRENOS TOPLOTE

Prevajanje toplote

46. (V) V posodi sta 2,0 litra vode s temperaturo 20 °C. V kolikšnem času vodo zavremo z 1,0-kilovatnim električnim grelcem, če se zaradi prevajanja in sevanja v okolico izgubi 25 % dovedene toplote?
47. (M) Skozi zidove hiše teče iz notranjosti v okolico podnevi (14 ur) povprečni toplotni tok 8,0 kW, ponoči (10 ur) pa povprečni tok 15 kW. Koliko kilovatnih ur toplote izgubi hiša v celem dnevu?
48. (M) Znano je, da je notranjost Zemlje vroča (o tem pričajo tudi izbruhi vulkanov). Če se v rudniku spustimo za 100 m, se temperatura zemljine poveča za približno 3 °C. Kolikšen je temperaturni gradient ob površju Zemlje? Kolikšen toplotni tok p12rihaja iz notranjosti skozi 1,0 m² površja Zemlje, če je povprečna toplotna prevodnost zemeljske skorje okrog 3,0 W/mK?

49. (M) Zid z debelino 40 cm je iz rdeče opeke s toplotno prevodnostjo 0,60 W/mK. Na notranji steni zidu je stalna temperatura 20 °C, na njegovi zunanji strani pa temperatura –10 °C. Kolikšen je toplotni tok skozi zid, ki je širok 4,0 m in visok 2,5 m? Koliko kilovatnih ur toplote preide skozi zid v eni uri?
50. (M) Koliko toplote izgubimo v eni uri skozi kvadratni meter 20 cm debelega betonskega zidu, če je znotraj temperatura 20 °C, zunaj pa 5 °C? Toplotna prevodnost betona je 1,2 W/mK. Kolikšne pa so izgube, če imamo namesto betona opečni zid s toplotno prevodnostjo 0,60 W/mK?
51. (T) 20 cm debel zid s toplotno prevodnostjo 2,0 W/mK je na eni strani segret na stalno temperaturo 20 °C. Kolikšna je temperatura na drugi strani zidu, če skozi 1,0 m² zidu uhaja 400 W toplotnega toka?
52. (T) Voda vre v aluminijastem loncu, ki ima dno z debelino 2,0 mm in površino 200 cm². Kolikšna je temperatura na spodnji površini dna, če teče v posodo toplotni tok 1470 W? Toplotna prevodnost aluminija je 210 W/mK.
53. (M) 30 cm debel opečni zid ima na eni steni stalno temperaturo 20 °C, na drugi pa –10 °C. Kolikšen toplotni tok uhaja skozi prerez 4,0 m × 2,0 m tega zidu? Kje v zidu so negativne temperature, kjer vodna vlaga pozimi zmrzuje?
54. (T) Kotel v obliki kvadra z robovi 1,0 m × 1,5 m × 1,0 m je narejen iz 6,0 cm debele mineralne volne s toplotno prevodnostjo 0,050 W/mK. V vodo vtaknemo grelec z močjo 500 W. Kolikšna je temperatura vode v notranjosti kotla, če je zunaj stalna temperatura –10 °C?
55. (V) Pravokotna zgradba z notranjimi merami 4,0 m × 4,0 m × 2,5 m je zgrajena iz 40 cm debelih opečnih zidov s toplotno prevodnostjo 0,60 W/mK (stene, strop in tla so enako zgrajeni). Kolikšna mora biti moč grelnika v notranjosti zgradbe, da bo na notranjih stenah stalna temperatura 20 °C, če je ob zunanjih stenah stalna temperatura –10 °C, pod tlemi +10 °C in na podstrešju 0 °C?
56. (V) Zunanje stene hiše imajo površino 500 m². Povprečna debelina stene je 40 cm, toplotna prevodnost pa 0,15 W/mK. Koliko litrov kurilnega olja porabijo za ogrevanje hiše v 150 dneh, če je razlika med notranjo in zunanjo temperaturo v povprečju 24 °C? Izkoristek peči je 70 %. Gostota olja je 0,80 kg/dm³, specifična sežigna toplota pa 40 MJ/kg.
57. (V) Kroglasta posoda iz 1,0 cm debele plastike z notranjim polmerom 40 cm je napolnjena z vodo. Za koliko stopinj se v 10 minutah ohladi voda v posodi, če je zunaj stalna temperatura 0 °C, voda pa ima v začetku povprečno temperaturo 20 °C? Toplotna prevodnost plastike je 0,20 W/mK.
58. (V) Stari gradbeni mojstri pravijo, da je za dobro toplotno izolacijo najboljši 40 cm debel zid iz rdeče opeke. Kolikšen je toplotni upor 1,0 m² takega zidu? Rdeča opeka ima toplotno prevodnost 0,60 W/mK.
59. (V) 10 cm debelo leseno steno nadomestimo z opečnim zidom. Kako debel mora biti zid, da se toplotni upor ne spremeni? Toplotna prevodnost lesa je 0,10 W/mK in opeke 0,60 W/mK.
60. (V) Stari zidarski mojstri zatrjujejo, da 40 cm debel zid iz polne rdeče opeke povsem zadošča za popolno toplotno izolacijo hiše. Imamo 20 cm debel betonski zid s toplotno prevodnostjo 1,2 W/mK. Kako debelo plast stiropora s toplotno prevodnostjo 0,050 W/mK moramo dodati, da bo obložen betonski zid toplotno enakovreden opečnemu zidu? Rdeča opeka ima toplotno prevodnost 0,60 W/mK.
61. (V) Na notranji strani zidu je stalna temperatura 30 °C, na njeni zunanji strani pa je temperatura 0 °C. Kolikšen je toplotni upor zidu, če skozenj prehaja toplotni tok 0,50 kW? Vzemimo, da je debelina zidu 30 cm in površina 5,0 m². Kolikšna je njegova toplotna prevodnost?

62. (V) Zid je zgrajen iz 20 cm opeke s toplotno prevodnostjo 0,50 W/mK in iz izolacijske plasti s toplotno prevodnostjo 0,10 W/mK. Kolikšna mora biti najmanjša debelina te plasti, da toplotni tok skozi 1,0 m² vzdolžne ploskve zidu pri temperaturni razliki 50 °C ne preseže 50 W?
63. (V) Zid je zgrajen iz notranjega ometa s toplotno prevodnostjo 0,50 W/mK, 30 cm opeke s toplotno prevodnostjo 0,60 W/mK in iz 3,0 zunanjega ometa s toplotno prevodnostjo 0,70 W/mK. Kolikšen je toplotni upor 1,0 m² tega zidu? Kolikšna temperaturna razlika je potrebna med obema mejnima stenama tega zidu, da gostota toplotnega toka skozi plasti ne preseže 50 W/m²?
64. (V) Stena 4,0 m × 2,5 m je zgrajena iz 40 cm votle rdeče opeke s toplotno prevodnostjo 0,60 W/mK. V steni je okno 1,0 m × 2,0 m, skozi katerega na vsak kvadratni meter preide 3,0 W toplotnega toka za vsako stopinjo temperaturne razlike na obeh straneh okna. Kolikšen toplotni tok uhaja skozi celotno steno, če je na notranji strani stalna temperatura 18 °C, na zunanji pa 3,0 °C? Koliko odstotkov tega toplotnega toka uhaja skozi okno?
65. (V) Vrata 1,0 m × 2,0 m so izdelana iz 5,0 cm debelega hrastovega lesa, ki ima toplotno prevodnost 0,20 W/mK. Da se zmanjšajo toplotne izgube, so vrata ponoči obložena s 5,0 cm debelo plastjo stiropora, ki ima toplotno prevodnost 0,050 W/mK. Koliko toplote preide skozi vrata v 24 urah, če je notranja temperatura ves čas 20 °C, zunanja povprečna temperatura pa podnevi (8 ur) +5 °C, ponoči (16 ur) pa -10 °C?

8.4 SPREMEMBE AGREGATNEGA STANJA

Pri nalogah za vodo oz. led uporabimo naslednje podatke: specifična toplota vode: $c_v = 4200$ J/kgK, specifična talilna toplota ledu: $q_t = 336$ kJ/kg, specifična toplota ledu: $c_L = 2100$ J/kgK in specifična izparilna toplota vode: $q_i = 2,26$ MJ/kg.

66. (M) Koliko toplote odda pri strjevanju 200 g staljenega svinca s temperaturo tališča 327 °C? Specifična talilna toplota svinca je 22,5 kJ/kg.
67. (M) Koliko toplote je potrebne, da iz: a) 2,0 kg mokrega snega dobimo vodo s temperaturo 15 °C? b) 600 g ledenih kock s temperaturo -8 °C dobimo vodo s temperaturo 50 °C?
68. (T) Koliko vagonov premoga bi porabili, da bi stalili ves led, ki pokriva jezero s površino 2,4 km² 70 cm na debelo? Temperaturo ledu vzemimo 0 °C in nosilnost vagona 16 t. Kurilna vrednost premoga je 25 MJ/kg, gostota ledu pa 920 kg/m³.
69. (T) Koliko ledu pri 0 °C lahko stalimo v 10 litrih vode s temperaturo 60 °C?
70. (T) Kroglast rezervoar iz betona z notranjim polmerom 2,0 m je napolnjen z vodo in ledom. Koliko ledu se stali v eni uri, če je v okolici temperatura 20 °C? Debelina stene rezervoarja je 20 cm, toplotna prevodnost pa 1,1 W/mK. Ker debelina stene ni majhna v primerjavi s polmerom, moramo za površino v zakonu prevajanja toplote vstaviti $S = 4\pi r(r + d)$.
71. (T) Leden blok z maso 50 kg in temperaturo 0 °C porinemo z začetno hitrostjo 6,0 m/s po vodoravnih tleh. Koliko ledu se med gibanjem zaradi trenja stali do trenutka, ko se blok ustavi?
72. (T) Električni grelec z močjo 2,0 kW vtaknemo v zmes 2,0 kg vode in 3,0 kg ledu. Kaj nastane in kolikšna je temperatura, če grelec greje 20 min? Toplotnih izgub v okolico ne upoštevamo.
73. (V) Na petrolejskem gorilniku z izkoristkom 40 % stalimo 2,8 kg ledu s temperaturo -10 °C in nastalo vodo zavremo. Koliko petroleja potrebujemo? Sežigna toplota petroleja je 40 MJ/kg.

74. (V) 3,0 kg ledu s temperaturo $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ vržemo v 12 kg vode s temperaturo $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kaj dobimo in kolikšna je končna temperatura?
75. (V) 200-gramsko kocko ledu vržemo v 500 g vode s temperaturo $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kaj dobimo po daljšem času, ko se vzpostavi ravnovesje?
76. (V) Koliko ledu pri $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ moramo vsuti v 2,5 kg vrele vode, da dobimo vodo s temperaturo $73\text{ }^{\circ}\text{C}$?
77. (V) S kolikšno hitrostjo moramo izstreliti svinčeno kroglico s temperaturo $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, da se ob neprožnem trku s podlago stali? Predpostavimo, da prevzame kroglica 75 % sproščene mehanske energije v obliki notranje energije. Specifična toplota svinca je 130 J/kgK , tališče $327\text{ }^{\circ}\text{C}$, specifična talilna toplota pa $22,5\text{ kJ/kg}$.
78. (V) Na velik blok ledu z maso 20 kg in temperaturo $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ vlijemo 1,0 kg tople vode s temperaturo $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kaj dobimo in kolikšna je končna temperatura, ko se vzpostavi termično ravnovesje? Toplotnih izgub v okolico ne upoštevamo.
79. (V) Meteor z maso 50 kg in hitrostjo 200 m/s trešči v ledeno mrzlo vodo, v kateri plava led. Približno kolikšna je bila začetna temperatura meteorja, če se zaradi njega stali 30 kg ledu? Specifična toplota meteorja je 168 J/kgK .
80. (M) Koliko toplote moramo odvzeti zmesi 0,50 kg pare in 2,0 kg vode, da dobimo vodo s temperaturo $20\text{ }^{\circ}\text{C}$?
81. (M) Koliko kilovatnih ur toplote je potrebno, da se 2,0 kg ledu s temperaturo $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ spremeni v nasičeno paro s temperaturo $100\text{ }^{\circ}\text{C}$?
82. (T) Električni potopni grelec z močjo 2,0 kW potopimo v 2,0 litra vode s temperaturo $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. V kolikšnem času voda zavre in koliko časa naj bo grelec vključen, da se vsa voda spremeni v paro s temperaturo $100\text{ }^{\circ}\text{C}$?
83. (T) Voda vre v aluminijastem loncu, ki ima dno z debelino 2,0 mm in površino 200 cm^2 . Kolikšna je temperatura na spodnji površini dna, če v 5,0 min izpari 1,0 d ℓ vode? Toplotna prevodnost aluminija je 209 W/mK . Glejte tudi nalogo 52.
84. (V) Koliko vode s temperaturo $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ lahko izparimo, če je izkoristek gorilnika 80 % in porabimo pri tem 1,0 kg nafte? Sežigna toplota nafte je 40 MJ/kg .
85. (V) V gorilniku z izkoristkom 50 % je zgorelo 86 g petroleja, pri čemer je 2,5 litra vode pri $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ zavrelo in je del izparel. Koliko vode je izparelo? Specifična sežigna toplota petroleja je 40 MJ/kg .
86. (V) V toplotno izolirano posodo, ki vsebuje 5,0 litrov vode s temperaturo $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, napeljemo 0,20 kg nasičene pare s temperaturo $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kaj dobimo in kolikšna je temperatura, ko se vzpostavi termično ravnovesje?
87. (V) V 2,0 litra vode s temperaturo $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ potopimo električni grelec z močjo 1,0 kW. Kaj dobimo in kolikšna je temperatura po 40 min, če gre 80 % električne energije za segrevanje vode?
88. (V) V toplotno izolirani posodi imamo 1,0 kg alkohola s temperaturo $18\text{ }^{\circ}\text{C}$. V posodo vržemo stekleno kroglo z maso 1,0 kg in temperaturo $300\text{ }^{\circ}\text{C}$. Koliko alkohola izpari? Vrelišče alkohola je $78\text{ }^{\circ}\text{C}$, specifična toplota $2,52\text{ kJ/kgK}$, specifična izparilna toplota pa 882 kJ/kg . Specifična toplota steklene krogle je 840 J/kgK .

89. (V) V zmes 2,0 kg ledu in 3,0 kg vode napeljemo 0,50 kg nasičene pare s temperaturo 100 °C. Kaj dobimo in kolikšna je končna temperatura, ko se vzpostavi termično ravnovesje?
90. (V) Ledeno kocko z maso 10 kg in temperaturo –10 °C polijemo z 1,0 kg nasičene pare s temperaturo 100 °C. Kaj dobimo in kolikšna je končna temperatura, ko se vzpostavi termično ravnovesje? Toplotnih izgub v okolico ne upoštevamo.

Izhlapovanje in vlažnost

91. (T) Mlaka ima površino 400 m², temperatura vode je 20 °C. Koliko toplote gre za izhlapevanje vode, če se gladina zniža za 1,0 cm? Specifična izparilna toplota vode pri tej temperaturi je 2,45 MJ/kg. Za koliko bi se s to toploto segrela vsa voda v mlaki, če vzamemo, da je povprečna globina vode 1,2 m?
92. (V) Kolikšen je delni tlak vodne pare v zraku pri 20 °C, če je njena gostota 22 g/m³?
93. (V) Kolikšna je gostota nasičeno vlažnega zraka pri temperaturi 30 °C, če je celoten zračni tlak 1,012 bar? Povprečna relativna molekulska masa zraka je 29, nasičeni parni tlak vode pri 30 °C je 42 mbar.
94. (V) Kolikšna je relativna vlažnost zraka pri temperaturi 25 °C, če je rosišče pri temperaturi 10 °C. Nasičeni parni tlak vode pri 10 °C je 12,3 mbar, pri 25 °C pa 23,4 mbar.
95. (V) Delni tlak vodne pare v nekem zraku s temperaturo 10 °C je 6,0 mbar. Kolikšna je relativna vlažnost? Potreben podatek poiščite v zgornji nalogi.
96. (V) Kolikšna sta delni tlak in delna gostota vodne pare v zraku s temperaturo 30 °C, če je rosišče pri temperaturi 20 °C? Kolikšna je relativna vlažnost? Nasičeni parni tlak vode pri 30 °C je 42,4 mbar, pri 20 °C pa 23,3 mbar.
97. (V) Koliko gramov vodne pare je v 1,0 m³ zraka pri temperaturi 30 °C, če je relativna vlažnost 80 %? Nasičeni parni tlak vode pri 30 °C je 42 mbar.
98. (V) Koliko gramov vode še lahko izhlapi v prostor s prostornino 100 m³, če je temperatura zraka 22 °C in je: **a)** prvoten zrak v sobi suh; **b)** relativna vlažnost 70 %? Nasičeni parni tlak vode pri 30 °C je 42,4 mbar.
99. (V) V zaprti 2,0-litrski posodi imamo 1,0 g vode; nad vodo je nasičeno vlažen zrak pri temperaturi 20 °C. Celoten tlak zraka nad vodo je 1,0 bar. Kolikšen je tlak v posodi pri temperaturi 100 °C, ko vsa voda izpari?

Rešitve

1. 300 W • 150 W/m²
2. 61 kWh
3. a) 120 kW • b) 48 kWh
4. 270 MJ
5. $3 \cdot 10^9 \text{ J} = 3 \text{ GJ}$
6. 9,6 kJ
7. 1,2 dℓ
8. 780 kJ
9. 25 %
10. 2,7 MJ = 0,76 kWh
11. 78 kJ
12. 42 °C
13. 400 kJ
14. 17 kJ • 9,7 °C
15. 22 min
16. 840 W
17. 31 MJ • 360 W
18. 8,6 kJ • 86 kJ
19. 50 °C
20. 370 J/K • 370 J/kgK
21. a) 9 kJ/K • b) 75 %
22. $\frac{V_{\text{kamenja}}}{V_{\text{vode}}} = 1,7$
23. 21 min • 0,53 kWh
24. 33 °C
25. 41 °C
26. 24 ℓ
27. 350 ℓ
28. 600 ℓ • 4500 kWh
29. $\Delta W_n = 35 \text{ kJ} \cdot \Delta T = 35 \text{ °C}$
30. 400 J
31. 500 J
32. 27 °C
33. 7,5 J
34. 0,4 °C
35. druga kroglica, za 0,2 J
36. 120 °C
37. 66 g
38. 110 °C
39. 6,2 °C
40. 25 ℓ
41. 10 °C
42. 120 J/kgK
43. 340 °C
44. 950 °C
45. 75 °C
46. 15 min
47. 260 kWh
48. 0,03 K/m • 0,09 W
49. 450 W • 0,045 kWh = 1,6 MJ
50. 0,32 MJ • 0,16 MJ
51. -20 °C
52. 100,7 °C
53. 480 W • zunanjih 10 cm zidu
54. 65 °C
55. 2,5 kW
56. $2,6 \text{ m}^3 = 2600 \text{ ℓ}$
57. 0,4 °C
58. 0,67 K/W
59. 60 cm
60. 2,5 cm
61. 0,060 K/W • 1,0 W/mK
62. 6 cm
63. 0,58 K/W • 29 °C
64. 270 W • 33 %
65. 1,7 kWh (0,77 kWh ponoči, 0,96 kWh podnevi)
66. 4,5 kJ
67. a) 800 kJ • b) 340 kJ
68. 1300 vagonov
69. 7,5 kg
70. 65 kg
71. 2,7 g

72. 5,0 kg vode s temperature 66 °C
73. 140 g
74. vodo s temperaturo 15 °C
75. mešanico 625 g vode in 75 g ledu pri 0 °C
76. 0,4 kg
77. 410 m/s
78. 21 kg ledu s temperaturo –6 °C
79. 1100 °C
80. 2,0 MJ
81. 6,1 MJ = 1,7 kWh
82. 5,6 min • 43 min
83. 100,4 °C
84. 12 kg
85. 0,34 kg
86. 5,2 kg vode pri 34 °C
87. zmes 0,53 kg pare in 1,5 kg vode, 100 °C
88. 40 g
89. 5,5 kg vode s temperaturo 29 °C
90. zmes 8,4 kg vode in 2,6 kg ledu, 0 °C
91. $9,8 \cdot 10^9 \text{ J} = 9,8 \text{ GJ} \cdot 4,9 \text{ °C}$
92. 30 mbar
93. $1,2 \text{ kg/m}^3$
94. 53 %
95. 49 %
96. $23,3 \text{ mbar} \cdot 17 \text{ g/m}^3 \cdot 55 \%$
97. 24 g
98. a) 1,9 kg • b) 0,58 kg
99. 2,1 bar

Literatura

- A. Mohorič, V. Babič: Fizika 2 – učbenik za fiziko v 2. letniku gimnazij in štiriletnih strokovnih šol; Mladinska knjiga;
 - R. Kladnik, S. Kodba: Učbenik za fiziko za gimnazije in srednje šole 2 – *Energija, toplota, nihanje in valovanje*; DZS;
 - M. Ambrožič s sodelavci: Fizika 8/9 (učbenik za osnovne šole), DZS;
 - B. Beznec s sodelavci: Moja prva fizika 1/2 (Fizika za 8. in 9. razred OŠ z delovnima zvezkoma), Založba Modrijan;
 - I. Kuščer, A. Moljk: Fizika za srednje šole (*II. knjiga*) – učbenik in rešitve nalog, DZS;
 - Douglas C. Giancoli: Fizika – zbirka nalog za gimnazije in srednje šole, Mladinska knjiga;
 - S. Pople: Naravoslovje. Fizika, Tehniška založba Slovenije;
 - K. Johnson: Fizika: preproste razlage fizikalnih pojavov, Tehniška založba Slovenije;
 - J. Strnad: Mala fizika – učbenik za pouk fizike v gimnazijah in srednjih šolah: 2. knjiga: *Elektrika, nihanje, valovanje, optika, posebna teorija relativnosti, kvantna mehanika*; DZS;
 - R. Kladnik, H. Šolinc: Zbirka fizikalnih nalog z rešitvami 1; DZS;
 - H. Šolinc: Skozi fiziko z rešenimi nalogami, zbirke nalog – 4. knjiga: *Toplota*; DZS;
 - M. Hribar s sodelavci: Fizika za 1. in 2. letnik srednjih šol (*Mehanika in toplota*) – učbenik z zbirko nalog; Modrijan;
 - J. Ferbar s sodelavci: Fizifi – zbirka fizikalnih nalog za 7. razred, DZS.
-