

17. PROMJENA UNUTRAŠNJE ENERGIJE SUSTAVA (3.18. - 3.52.)

3.18. Dvije posude sadrže jednake količine vode. U jednoj je temperatura vode 20°C , a u drugoj je 80°C . U kojoj posudi voda ima veću unutrašnju energiju?

$$t_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

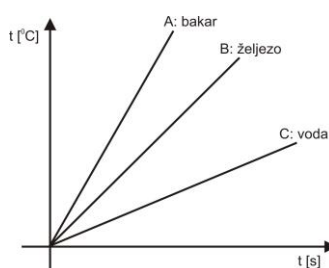
$$t_2 = 80^{\circ}\text{C}$$

$$U_1 = ?, U_2 = ?$$

$$U_2 > U_1$$

3.19. Na tri jednake grijalice koje u jednakim vremenskim razmacima daju jednake topline zagrijavaju se jednake mase vode, željeza i bakra. Koji od grafikona na slici odgovara pojedinoj tvari?

$$m(\text{željeza}) = m(\text{vode}) = m(\text{bakra})$$



3.20. U bakrenoj posudi zagrijavamo vodu. Grafički prikaz ovisnosti topline Q , što su je primila posuda i voda, o vremenu t istovjetni su, kako se to vidi iz slike. Što možemo zaključiti o odnosu masa vode i posude.

$$m(\text{vode}) < m(\text{posude})$$

3.21. Komad bakra mase $3,5\text{ kg}$, temperature 170°C , hlađenjem snizimo unutrašnju energiju za $1,6 \cdot 10^5\text{ [J]}$. Do koje se temperature ohladio komad bakra?

$$m = 3,5\text{ [kg]}$$

$$t_1 = 170\text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

$$\Delta U = -1,6 \cdot 10^5\text{ [J]}$$

$$t_2 = ?$$

$$\Delta U = Q$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{Q}{m \cdot c} = \frac{1,6 \cdot 10^5}{3,5 \cdot 380} = 120,3\text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

$$t_2 = t_1 - \Delta t = 170 - 120,3 = 49,69\text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

3.22. Željeznu i bakrenu kuglu jednakih masa zagrijemo do jednake temperature. Zatim svaku bacimo u po jednu čašu s hladnom vodom jednakih masa i jednakih temperatura. Koja će se kugla brže ohladiti? Zašto?

$$m(\text{željeza}) = m(\text{bakra})$$

$$t(\text{željeza}) = t(\text{bakra})$$

$$c_{\text{bakra}} = 380\left[\frac{\text{J}}{\text{kgK}}\right]$$

$$c_{\text{željeza}} = 460\left[\frac{\text{J}}{\text{kgK}}\right]$$

→brže se hladi bakar, jer ima manji specifični toplinski kapacitet

3.23. Kolika je toplina potrebna da se u aluminijskom loncu mase 200 g ugrije 1,5 l vode od 20 °C do ključanja?

$$\begin{aligned} m_{(Al)} &= 200 \text{ [g]} \\ m_{(vode)} &= 1,5 \text{ [l]} \\ t_1 &= 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ t_2 &= 100 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ Q &= ? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= m_{Al} \cdot c_{Al} \cdot \Delta t + m_v \cdot c_v \cdot \Delta t \\ Q &= 0,2 \cdot 920 \cdot 80 + 1,5 \cdot 4180 \cdot 80 \\ Q &= 14720 + 501600 \\ Q &= 516320 \text{ [J]} \end{aligned}$$

3.24. Kad se komad olova mase 0,2 kg ohladi do 25 °C, preda okolini toplinu 10,5 J. Odredi temperaturu olova prije hlađenja?

$$\begin{aligned} m_{(olova)} &= 0,2 \text{ [kg]} \\ t_2 &= 25 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ Q &= 10,5 \text{ [J]} \\ t_1 &= ? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= m \cdot c \cdot \Delta t \\ \Delta t &= \frac{Q}{m \cdot c} = \frac{10,5}{0,2 \cdot 130} = 0,4 \text{ [}^{\circ}\text{C]} \\ t_1 &= t_2 + \Delta t = 25 + 0,4 = 25,4 \text{ [}^{\circ}\text{C]} \end{aligned}$$

3.25. Dimenzije sobe su 8m · 6m · 5m. Kolika je toplina potrebna da temperatura sobe poraste za 10 K? Koliko vode možemo tom toplinom ugrijati za 10K?

$$\begin{aligned} V &= 8 \cdot 6 \cdot 5 = 240 \text{ m}^3 \\ \Delta t &= 10 \text{ [K]} \\ Q &= ? \\ m_{vode} &= ? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \rho \cdot V = 1,293 \cdot 240 = 310,32 \text{ [kg]} \\ Q &= m \cdot c \cdot \Delta t \\ Q &= 310,32 \cdot 1000 \cdot 10 = 3103200 = 3,1 \cdot 10^6 \text{ [J]} \\ \text{voda:} \\ m &= \frac{Q}{c \cdot \Delta t} = \frac{3103200}{4186 \cdot 10} = 74,13 \text{ [kg]} \end{aligned}$$

3.26. Za koliko se povisi temperatura komadu aluminija mase 2 kg ako mu se privide toplina kojom se može ugrijati 880 g vode od 0 °C do 100 °C?

$$\begin{aligned} m_{Al} &= 2 \text{ [kg]} \\ m_{vode} &= 880 \text{ [g]} = 0,88 \text{ [kg]} \\ \Delta t_{vode} &= 100 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \Delta t_{Al} &= ? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{vode} &= m \cdot c_v \cdot \Delta t \\ Q_{vode} &= 0,88 \cdot 4186 \cdot 100 = 368368 \text{ [J]} \\ Q_{Al} &= m \cdot c_{Al} \cdot \Delta t \\ \Delta t_{Al} &= \frac{Q_{vode}}{m_{Al} \cdot c_{Al}} = \frac{368368}{2 \cdot 920} = 200,2 \text{ [}^{\circ}\text{C]} \end{aligned}$$

3.27. Kolika će biti temperatura smjese koju dobijemo kad pomiješamo 1 kg vode od 80 °C i 500 g vode od 20 °C?

$$\begin{aligned} m_1 &= 1 \text{ [kg]} \\ t_1 &= 80 \text{ }^\circ\text{C} \\ m_2 &= 500 \text{ [g]} = 0,5 \text{ [kg]} \\ t_2 &= 20 \text{ }^\circ\text{C} \\ t &= ? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q_2 \\ m_1 \cdot c \cdot (t_1 - t) &= m_2 \cdot c \cdot (t - t_2) \\ m_1 \cdot t_1 - m_1 \cdot t &= m_2 \cdot t - m_2 \cdot t_2 \\ (m_1 + m_2) \cdot t &= m_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot t_2 \\ t &= \frac{m_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot t_2}{m_1 + m_2} \\ t &= \frac{1 \cdot 80 + 0,5 \cdot 20}{1 + 0,5} = 60^\circ\text{C} \end{aligned}$$

3.28. Izgaranjem 5 g koksa povisi se temperatura 1 litri vode od 10 °C na 47 °C. Kolika je specifična toplota izgaranja koksa?

$$\begin{aligned} m_{\text{koksa}} &= 5 \text{ [g]} = 0,005 \text{ [kg]} \\ m_{\text{vode}} &= 1 \text{ [kg]} \\ \Delta t &= 47 \text{ }^\circ\text{C} - 10 \text{ }^\circ\text{C} = 37 \text{ }^\circ\text{C} \\ q &= ? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_K &= Q_v \\ Q_K &= m_v \cdot c_v \cdot \Delta t = 1 \cdot 4186 \cdot 37 = 154882 \text{ [J]} \\ Q_K &= m_K \cdot q \\ q &= \frac{Q_K}{m_K} = \frac{154882}{0,005} = 3,097 \cdot 10^7 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg}} \right] \end{aligned}$$

3.29. U vodu temperature 30 °C ulijemo jednaku masu žive. Temperatura pri kojoj je nastupila toplinska ravnoteža iznosi 35 °C. Nađi početnu temperaturu žive.

$$\begin{aligned} m_v &= m_{\text{ž}} \\ t_v &= 30 \text{ }^\circ\text{C} \\ t &= 35 \text{ }^\circ\text{C} \\ t_{\text{ž}} &= ? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{ž}} &= Q_v \\ m_{\text{ž}} \cdot c_{\text{ž}} \cdot (t_{\text{ž}} - t) &= m_v \cdot c_v \cdot (t - t_v) \\ c_{\text{ž}} \cdot t_{\text{ž}} - c_{\text{ž}} \cdot t &= c_v \cdot (t - t_v) \\ t_{\text{ž}} &= \frac{c_v \cdot (t - t_v) + c_{\text{ž}} \cdot t}{c_{\text{ž}}} \\ t_{\text{ž}} &= \frac{4186 \cdot 5 + 130 \cdot 35}{130} = 196^\circ\text{C} \end{aligned}$$

3.30. Koliko vode temperature 15 °C treba uliti u posudu koja sadrži 10 litara vode temperature 100 °C da bi smjesa imala temperaturu 40 °C?

$$\begin{aligned} t_1 &= 15 \text{ }^\circ\text{C} \\ m_2 &= 10 \text{ [kg]} \\ t_2 &= 100 \text{ }^\circ\text{C} \\ t &= 40 \text{ }^\circ\text{C} \\ m_1 &= ? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q_2 \\ m_1 \cdot c \cdot \Delta t_1 &= m_2 \cdot c \cdot \Delta t_2 \\ m_1 &= \frac{m_2 \cdot \Delta t_2}{\Delta t_1} \\ m_1 &= \frac{10 \cdot 60}{25} = 24 \text{ [kg]} = 24 \text{ [l]} \end{aligned}$$

3.31. Kad pripremamo kupku, pomiješamo hladnu vodu od 12°C i vruću od 70°C . Koliko hladne i tople vode treba pomiješati da bismo dobili 600 litara vode od 37°C ?

$$t_1 = 12^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 70^{\circ}\text{C}$$

$$m = 600 \text{ [kg]}$$

$$t = 37^{\circ}\text{C}$$

$$m_1 = ?, m_2 = ?$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$m_1 \cdot c \cdot \Delta t_1 = m_2 \cdot c \cdot \Delta t_2$$

$$(m - m_2) \cdot \Delta t_1 = m_2 \cdot \Delta t_2$$

$$(m - m_2) \cdot 25 = m_2 \cdot 33$$

$$25m - 25m_2 = 33m_2$$

$$58m_2 = 25m$$

$$m_2 = \frac{25 \cdot 600}{58} = 258,62 \text{ [kg]}$$

$$m = m_1 + m_2$$

$$m_1 = m - m_2$$

$$m_1 = 600 - 258,62 = 341,37 \text{ [kg]}$$

$$V_1 = 341,37 \text{ [l]}$$

$$V_2 = 258,62 \text{ [l]}$$

3.32. Da se izmjeri temperatura u nekoj visokoj peći, stavi se u nju na neko vrijeme željezna kugla mase 0,7 kg. Kuglu zatim bacimo u kalorimetar koji sadrži 4,5 litara vode od $8,3^{\circ}\text{C}$. Odredi temperaturu peći ako je konačna temperatura u kalorimetru $12,3^{\circ}\text{C}$. Zagrijavanje kalorimetra zanemarimo.

$$m_z = 0,7 \text{ [kg]}$$

$$m_v = 4,5 \text{ [kg]}$$

$$t_v = 8,3^{\circ}\text{C}$$

$$t = 12,3^{\circ}\text{C}$$

$$t_z = ?$$

$$Q_z = Q_v$$

$$m_z \cdot c_z \cdot (t_z - t) = m_v \cdot c_v \cdot (t - t_v)$$

$$0,7 \cdot 460 \cdot (t_z - 12,3) = 4,5 \cdot 4186 \cdot (12,3 - 8,3)$$

$$322 \cdot t_z = 79308,6$$

$$t_z = 246,3^{\circ}\text{C}$$

3.33. U kalorimetru se nalazi 0,4 kg vode od 4°C . U vodu ulijemo 20 cm^3 alkohola temperature 10°C i 100 ml etera temperature 10°C . Odredi temperaturu smjese. Zagrijavanje kalorimetra zanemarimo.

$$m_v = 0,4 \text{ [kg]}$$

$$t_v = 4^{\circ}\text{C}$$

$$V_A = 20 \text{ cm}^3 = 20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$t_A = 10^{\circ}\text{C}$$

$$V_E = 100 \text{ ml} = 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$t_E = 10^{\circ}\text{C}$$

$$t = ?$$

$$m_A = \rho_A \cdot V_A = 790 \cdot 20 \cdot 10^{-6} = 1,58 \cdot 10^{-2} \text{ [kg]}$$

$$m_E = \rho_E \cdot V_E = 730 \cdot 10^{-4} = 7,3 \cdot 10^{-2} \text{ [kg]}$$

$$Q_v = Q_A + Q_E$$

$$m_v \cdot c_v \cdot \Delta t_v = m_A \cdot c_A \cdot \Delta t_A + m_E \cdot c_E \cdot \Delta t_E$$

$$0,4 \cdot 4186 \cdot (t - 4) = 1,58 \cdot 10^{-2} \cdot 2500 \cdot (10 - t) + 7,3 \cdot 10^{-2} \cdot 2300 \cdot (10 - t)$$

$$1881,8 \cdot t = 8771,6$$

$$t_z = 4,66^{\circ}\text{C}$$

3.34. Bakreni kalorimetar mase 55 g sadrži 250 g vode od 18 °C. U kalorimetar stavimo 75 g neke smjese koja ima temperaturu 100 °C. Konačna temperatura u kalorimetru iznosi 20,4 °C. Odredi specifični toplinski kapacitet smjese.

$$m_V = 250 \text{ [g]} = 0,25 \text{ [kg]}$$

$$t_V = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$m_S = 75 \text{ [g]} = 0,075 \text{ [kg]}$$

$$t_S = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t = 20,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$c_S = ?$$

$$Q_V = Q_S$$

$$m_V \cdot c_V \cdot (t - t_V) = m_S \cdot c_S \cdot (t_S - t)$$

$$0,25 \cdot 4186 \cdot (20,4 - 18) = 0,075 \cdot c_S \cdot (100 - 20,4)$$

$$2511,6 = 5,97 \cdot c_S$$

$$c_S = \frac{2511,6}{5,97} = 420,7 \left[\frac{\text{J}}{\text{kgK}} \right]$$

3.35. U staklenu bocu mase 80 g ulijemo 250 g vode. Temperatura vode i boce je 75 °C. Za koliko se snizi temperatura vode ako u nju uronimo komad srebra mase 60 g i temperature 18 °C?

$$m_{ST} = 80 \text{ [g]} = 0,08 \text{ [kg]}$$

$$m_V = 250 \text{ [g]} = 0,25 \text{ [kg]}$$

$$t_V = t_{ST} = 75 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$m_{SR} = 60 \text{ [g]} = 0,06 \text{ [kg]}$$

$$t_{SR} = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_V = ?$$

$$Q_{ST} + Q_V = Q_{SR}$$

$$m_{ST} \cdot c_{ST} \cdot \Delta t_{ST} + m_V \cdot c_V \cdot \Delta t_V = m_{SR} \cdot c_{SR} \cdot \Delta t_{SR}$$

$$0,08 \cdot 840 \cdot (75 - t) + 1046,5 \cdot (75 - t) = 0,06 \cdot 250 \cdot (t - 18)$$

$$1128,7 \cdot t = 83797,5$$

$$t_{\check{z}} = 74,24 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_V = 75 - 74,24 = 0,757 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

3.36. U mjedenom kalorimetru mase 120 g nalazi se 100 g petroleja temperature 20 °C. U petrolej stavimo željezni uteg mase 200g koji smo prethodno ugrijali na 96 °C. Temperatura petroleja je porasla na 40 °C. Koliki je specifični toplinski kapacitet petroleja?

$$m_{mjedi} = 120 \text{ [g]} = 0,12 \text{ [kg]}$$

$$m_{petroleja} = 100 \text{ [g]} = 0,1 \text{ [kg]}$$

$$t_1 \text{ petroleja} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$m_{\text{željeza}} = 200 \text{ [g]} = 0,2 \text{ [kg]}$$

$$t_{\text{željeza}} = 96 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 \text{ petroleja} = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$c_{\text{petroleja}} = ?$$

$$Q_{mjedi} + Q_{\text{petroleja}} = Q_{\text{željeza}}$$

$$m_M \cdot c_M \cdot \Delta t_M + m_P \cdot c_P \cdot \Delta t_P = m_{\check{z}} \cdot c_{\check{z}} \cdot \Delta t_{\check{z}}$$

$$0,12 \cdot 380 \cdot (40 - 20) + 0,1 \cdot c_P \cdot (40 - 20) = 0,2 \cdot 460 \cdot (96 - 40)$$

$$2 \cdot c_P = 5152 - 912$$

$$c_P = 2120 \left[\frac{\text{J}}{\text{kgK}} \right]$$

3.37. Komad bakra mase 500 g i temperature 200 °C baci se zajedno s komadom željeza mase 1 kg i temperature 250 °C u 1 litru vode temperature 20 °C. Za koliko će porasti temperatura vode?

$$m_B = 500 \text{ [g]} = 0,5 \text{ [kg]}$$

$$t_B = 200 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$m_Z = 1 \text{ [kg]}$$

$$t_Z = 250 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$m_V = 1 \text{ [kg]}$$

$$t_V = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_V = ?$$

$$Q_{\text{bakra}} + Q_{\text{željeza}} = Q_{\text{vode}}$$

$$m_B \cdot c_B \cdot \Delta t_B + m_Z \cdot c_Z \cdot \Delta t_Z = m_V \cdot c_V \cdot \Delta t_V$$

$$0,5 \cdot 380 \cdot (200 - t) + 1 \cdot 460 \cdot (250 - t) = 1 \cdot 4186 \cdot (t - 20)$$

$$38000 - 190t + 115000 - 460t = 4186t - 83720$$

$$4836t = 236720$$

$$t = 48,95 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_V = 48,95 - 20 = 28,95 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

3.38. U nekoj se peći rabi ugljen koji daje $1,5 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$. Peć iskorišćuje samo 30% topline koja se razvije izgaranjem. Koliko ugljena treba utrošiti ako želimo na toj peći ugrijati 200 litara vode od 10 °C do 35 °C?

$$q_{\text{ugljena}} = 1,5 \cdot 10^7 \text{ [J/kg]}$$

$$\eta = 30 \%$$

$$m_V = 200 \text{ [kg]}$$

$$t_1 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$m_{\text{ugljena}} = ?$$

$$\eta \cdot Q_{\text{ugljena}} = Q_{\text{vode}}$$

$$\eta \cdot q_{\text{ugljena}} \cdot m_{\text{ugljena}} = m_V \cdot c_V \cdot \Delta t_V$$

$$0,3 \cdot 1,5 \cdot 10^7 \cdot m_{\text{ugljena}} = 2,093 \cdot 10^7$$

$$m_{\text{ugljena}} = 4,651 \text{ [kg]}$$

3.39. Smjesu olovnih i aluminijskih strugotina ukupne mase 150 g i temperature 100 °C stavimo u kalorimetar s vodom mase 230 g i temperature 15 °C. Konačna temperatura u kalorimetru je 20 °C. Toplinski kapacitet kalorimetra je 41,9 J/K. Koliko je bilo olovnih, a koliko aluminijskih strugotina?

$$m_{\text{olova}} + m_{\text{aluminija}} = 150 \text{ [g]} = 0,15 \text{ [kg]}$$

$$t_{\text{olova}} = t_{\text{aluminija}} = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$m_V = 230 \text{ g} = 0,23 \text{ [kg]}$$

$$t_V = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$C_{\text{kalorimetra}} = 41,9 \text{ [J/kgK]}$$

$$m_{\text{aluminija}} = ?$$

$$m_{\text{olova}} = ?$$

$$Q_{\text{olova}} + Q_{\text{aluminija}} = Q_{\text{vode}}$$

$$m_{ol} \cdot c_{ol} \cdot \Delta t_{ol} + m_{al} \cdot c_{al} \cdot \Delta t_{al} = m_V \cdot c_V \cdot \Delta t_V$$

$$m_{ol} \cdot 130 \cdot (100 - 20) + m_{al} \cdot 920 \cdot (100 - 20) = 0,23 \cdot 4186 \cdot (20 - 15)$$

$$m = m_{ol} + m_{al} \Rightarrow m_{ol} = 0,15 - m_{al}$$

$$(0,15 - m_{al}) \cdot 10400 + m_{al} \cdot 73600 = 4813,9$$

$$63200 \cdot m_{al} = 3253,9$$

$$m_{al} = 0,0514 \text{ [kg]} = 51,48 \text{ [g]}$$

$$m_{ol} = 0,15 - m_{al} = 0,15 - 0,0514 = 0,0985 \text{ [kg]} = 98,51 \text{ [g]}$$

3.40. Kolika je promjena unutrašnje energije sustava kojemu predamo 1676 J topline i istodobno obavimo na njemu rad 838 J?

$$Q = 1676 \text{ [J]}$$

$$W = 838 \text{ [J]}$$

$$\Delta U = ?$$

$$\Delta U = Q + W$$

$$\Delta U = 1676 + 838$$

$$\Delta U = 2514 \text{ [J]}$$

3.41. Kolikoj je toplini ekvivalentan rad što ga u jednom satu obavi dizalica koja ima snagu 735 W?

$$P = 735 \text{ [W]}$$

$$t = 1 \text{ [h]}$$

$$Q = ?$$

$$Q = P \cdot t$$

$$Q = 735 \cdot 3600$$

$$Q = 2,64 \cdot 10^6 \text{ [J]}$$

3.42. Vlak mase $2 \cdot 10^6 \text{ kg}$ vozi brzinom 54 km/h i zaustavi se kočnicama. Kolika je promjena unutrašnje energije kočnica i kotača?

$$m = 2 \cdot 10^6 \text{ [kg]}$$

$$v = 54 \text{ [km/h]} = 15 \text{ [m/s]}$$

$$\Delta U = ?$$

$$\Delta U = W$$

$$\Delta U = \frac{m \cdot v_2^2}{2} - \frac{m \cdot v_1^2}{2}$$

$$\Delta U = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 15^2}{2} - 0$$

$$\Delta U = 225 \cdot 10^6 \text{ [J]}$$

3.43. Dva tijela jednakih masa padnu na tlo s jednake visine h . Sudar prvog tijela s tlom je neelastičan. Drugo je tijelo nakon sudara elastično odskočilo na visinu $0,2 h$. Pri kojemu je sudaru više energije prešlo u unutrašnju energiju tijela i tla te koliko puta više?

$$m_1 = m_2 = m$$

$$h_1 = h_2 = h$$

$$h_2' = 0,2 \cdot h_2 = 0,2 \cdot h$$

$$\Delta U = ?$$

$$\Delta U_1 = m \cdot g \cdot h$$

$$\Delta U_2 = m \cdot g \cdot (h - 0,2h) = m \cdot g \cdot 0,8 \cdot h$$

$$\frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} = \frac{m \cdot g \cdot h}{0,8 \cdot m \cdot g \cdot h} = 1,25$$

3.44. U bakrenoj posudi mase 200 g nalazi se 400 g vode. Voda se zagrijava uređajem koji trenjem pretvara mehaničku energiju u unutrašnju energiju vode i posude. Temperatura vode i posude naraste svake minuta za 3 K. Kolikom snagom uređaj zagrijava vodu i posudu ako gubitke energije prema okolini zanemarimo?

$$m_B = 200 \text{ [g]} = 0,2 \text{ [kg]}$$

$$m_V = 400 \text{ [g]} = 0,4 \text{ [kg]}$$

$$(\Delta T/t) = 3 \text{ [K/min]} = 0,05 \text{ [K/s]}$$

$$P = ?$$

$$Q = Q_{\text{bakra}} + Q_{\text{vode}}$$

$$Q = m_B \cdot c_B \cdot \Delta t_B + m_V \cdot c_V \cdot \Delta t_V$$

$$Q = 0,2 \cdot 380 \cdot \Delta t_B + 0,4 \cdot 4186 \cdot \Delta t_B$$

$$\Delta t_B = \Delta t_V$$

$$Q = 76 \cdot \Delta t + 674,4 \cdot \Delta t$$

$$Q = 1750,4 \cdot \Delta t$$

$$P = \frac{Q}{t}$$

$$P = \frac{1750,4 \cdot \Delta t}{\frac{\Delta t}{0,05}}$$

$$P = 87,52 \text{ [W]}$$

3.45. Olovna sačma doleti brzinom 100 m/s i zabije se u drvenu dasku. Koliko se povisi temperatura sačme ako se polovina mehaničke energije potroši na njezino zagrijavanje?

$$\begin{aligned}v &= 100 \text{ [m/s]} \\(E_k/2) &= Q \\ \Delta t &= ?\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{E_k}{2} &= Q \\ \frac{m \cdot v^2}{2} &= m \cdot c \cdot \Delta t \\ \Delta t &= \frac{v^2}{4 \cdot c} = \frac{100^2}{4 \cdot 130} = 19,23 [^{\circ}\text{C}]\end{aligned}$$

3.46. Dva tijela jednakih masa, jedno od mjedi, a drugo od željeza, padnu na tlo s jednake visine. Koje će tijelo nakon sudara imati višu temperaturu?

$$\begin{aligned}m_M &= m_{\text{ž}} \\ h_1 &= h_2 = h \\ \Delta T_1 &= ?, \Delta T_2 = ?\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{mjed:} \\ Q &= E_p \\ m \cdot c_M \cdot \Delta T_1 &= m \cdot g \cdot h \\ \Delta T_1 &= \frac{g \cdot h}{c_M} \\ \Delta T_1 &= \frac{g \cdot h}{380}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{željezo:} \\ Q &= E_p \\ m \cdot c_{\text{ž}} \cdot \Delta T_2 &= m \cdot g \cdot h \\ \Delta T_2 &= \frac{g \cdot h}{c_{\text{ž}}} \\ \Delta T_2 &= \frac{g \cdot h}{460}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} &= \frac{\frac{g \cdot h}{380}}{\frac{g \cdot h}{460}} = \frac{460}{380} = 1,2 \\ \Delta T_1 &> \Delta T_2\end{aligned}$$

3.47. Čekić mase 10^4 kg pada s visine 2,5 m na željeznu gredu mase 200 kg. Koliko puta treba čekić udariti o gredu da se temperatura grede povisi za 40 K? Na zagrijavanje grede utroši se 60% mehaničke energije.

$$\begin{aligned}m_1 &= 10^4 \text{ [kg]} \\ h &= 2,5 \text{ [m]} \\ m_2 &= 200 \text{ [kg]} \\ \eta &= 60 \% \\ \Delta t &= 40 \text{ [K]} \\ n &= ?\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n \cdot \eta \cdot E_p &= Q \\ n \cdot \eta \cdot m_1 \cdot g \cdot h &= m_2 \cdot c \cdot \Delta t \\ n &= \frac{m_2 \cdot c \cdot \Delta t}{\eta \cdot m_1 \cdot g \cdot h} = \frac{200 \cdot 460 \cdot 40}{0,6 \cdot 10^4 \cdot 9,81 \cdot 2,5} = 25 \text{ udaraca}\end{aligned}$$

3.48. Aluminijska raketa, ispaljena vertikalno, dosegne najveću visinu 150 km, gdje ima temperaturu 50 °C. Kad raketa padne na zemlju, njezina je brzina samo 600 m/s. Kolika je bila temperatura rakete u času kad je dodirnula zemlju ako je raketa zadržala samo polovinu topline nastale trenjem u zraku?

$$h = 150 \text{ [km]} = 150000 \text{ [m]}$$

$$t_1 = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$v = 600 \text{ [m/s]}$$

$$Q = (W_{tr} / 2)$$

$$t_2 = ?$$

$$Q = \frac{1}{2} \cdot W_{tr}$$

$$W_{tr} = E_p - E_K$$

$$m \cdot c \cdot \Delta t = \frac{1}{2} \cdot (m \cdot g \cdot h - \frac{m \cdot v^2}{2})$$

$$c \cdot \Delta t = \frac{g \cdot h}{2} - \frac{v^2}{4}$$

$$\Delta t = \frac{2 \cdot g \cdot h - v^2}{4 \cdot c} = \frac{2 \cdot 9,81 \cdot 150000 - 600^2}{4 \cdot 920} = 701,9^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = t_1 + \Delta t = 701,9 + 50 = 751,9^{\circ}\text{C}$$

3.49. Nađi korisnost motora snage 73,5 kW koji u jednom satu potroši 20 kg nafte. Specifična toplina izgaranja nafte je $4,6 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$.

$$P = 73,5 \text{ [kW]}$$

$$m_N = 20 \text{ [kg]}$$

$$t = 1 \text{ [h]}$$

$$q_N = 4,6 \cdot 10^7 \text{ [J/kgK]}$$

$$\eta = ?$$

$$P_D = 73500 \text{ [W]}$$

$$P_U = \frac{Q}{t} = \frac{q \cdot m}{t} = \frac{4,6 \cdot 10^7 \cdot 20}{3600} = 2,55 \cdot 10^5 \text{ [W]}$$

$$\eta = \frac{P_D}{P_U}$$

$$\eta = \frac{73500}{2,55 \cdot 10^5} = 0,288 = 28,8\%$$

3.50. Pri brzini 30 km/h motorni bicikl razvija snagu 882 W i pritom troši 1,5 l benzina na putu od 100 km. Kolika je korisnost motora ako je specifična toplina izgaranja benzina $4,6 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$?

$$v = 30 \text{ [km/h]}$$

$$P = 882 \text{ [W]}$$

$$\text{potrošnja} = 1,5 \text{ [l/100km]}$$

$$q = 4,6 \cdot 10^7 \text{ [J/kgK]}$$

$$\eta = ?$$

$$s = 100 \text{ km}$$

$$v = 30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$v = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{100}{30} = 3,33 \text{ h} = 11988 \text{ s}$$

$$P_D = 882 \text{ [W]}$$

$$P_U = \frac{Q}{t} = \frac{q \cdot m}{t} = \frac{4,6 \cdot 10^7 \cdot 1,05}{11988} = 4029 \text{ [W]}$$

$$\eta = \frac{P_D}{P_U}$$

$$m_{\text{benzina}} = \rho \cdot V = 700 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 1,05 \text{ kg} \quad \eta = \frac{882}{4029} = 0,2189 = 21,89\%$$

3.51. Odredi prosječnu snagu automobila koji na putu od 1 km troši 150 g benzina i ima pri brzini 30 km/h korisnost motora 25%. Specifična toplota izgaranja benzina je $4,6 \cdot 10^7$ J/kg.

$$\text{potrošnja} = 150 \text{ [g/ km]}$$

$$v = 30 \text{ [km/h]}$$

$$\eta = 25\%$$

$$q = 4,6 \cdot 10^7 \text{ [J/kgK]}$$

$$P_D = ?$$

$$s = 1 \text{ km}$$

$$v = 30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$v = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{1}{30} = 0,033 \text{ h} = 120 \text{ s}$$

$$P_U = \frac{Q}{t} = \frac{q \cdot m}{t} = \frac{4,6 \cdot 10^7 \cdot 0,15}{120} = 57500 \text{ [W]}$$

$$\eta = \frac{P_D}{P_U}$$

$$P_D = \eta \cdot P_U$$

$$P_D = 0,25 \cdot 57500 = 14375 \text{ [W]}$$

3.52. Tijelo mase 100 kg klizi niz kosinu visine 3 m i duljine 6 m. Koliko će se energije pretvoriti u unutrašnju energiju tijela i kosine kad se tijelo spusti s visine 3 m do horizontalne podloge? Faktor trenja je 0,2.

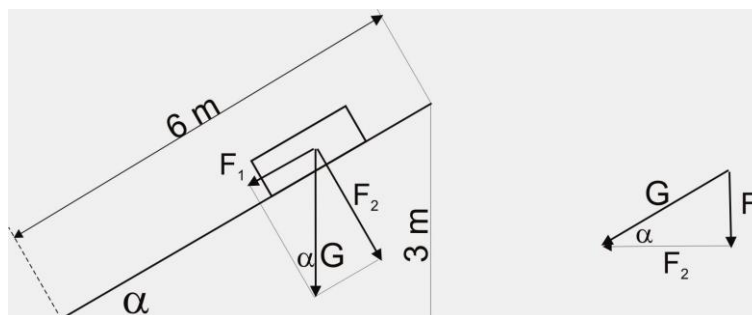
$$m = 100 \text{ [kg]}$$

$$h = 3 \text{ [m]}$$

$$s = 6 \text{ [m]}$$

$$\mu = 0,2$$

$$\Delta U = ?$$



$$\frac{G}{F_1} = \frac{6}{3} \Rightarrow F_1 = \frac{G}{2} = \frac{100 \cdot 10}{2} = 500 \text{ [N]}$$

$$F_2 = \sqrt{G^2 - F_1^2} = \sqrt{1000^2 - 500^2} = 866,025 \text{ [N]}$$

$$\Delta U = W_{tr} = F_{tr} \cdot s = \mu \cdot F_2 \cdot s = 0,2 \cdot 866,025 \cdot 6 = 1039,23 \text{ [J]}$$