



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Změna vnitřní energie

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Mgr. Lucie Havrdová

Materiál je dostupný ze školního portálu <http://dum.voss-na.cz>, který provozuje
Vyšší odborná škola stavební a Střední průmyslová škola stavební arch. Jana Letzela, Náchod

Výsledky:

1. Jaké teplo přijme olej o objemu 1,5 l a hustotě $910 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ při ohřátí z teploty 20°C na teplotu 70°C ? Měrná tepelná kapacita oleje je $1,7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$.
2. Volejbalový míč spadl výšky 2 m a vyskočil do výše 80 cm. Určete mechanickou energii, která se změnila na teplo.
3. Olověná střela letící rychlostí $324 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ dopadla na nehybnou desku a uvízla v ní. Určete přírůstek teploty střely, jestliže předpokládáme, že 60% její kinetické energie se po nárazu přemění na její vnitřní energii. Co se stane se zbývajících 40 % kinetické energie?
4. Jaké množství vody bychom museli ohřát z 10°C na 100°C , aby přitom přijala teplo, které se rovná:
 - a. kinetické energii letadla Boeing 747-8 letícího rychlostí $720 \frac{\text{km}}{\text{h}}$,
 - b. potenciální energii letadla Boeing 747-8 letícího ve výšce 10,5 km.
5. Ve varné konvici je 1200 ml vody o teplotě 17°C , na zelený čaj potřebujeme mít vodu o teplotě 80°C . Konvice má příkon 2000 W. Teplo získané v topném tělese lze využít na ohřátí vody s účinností 92 %. Jak dlouho se bude voda ohřívat?
6. Vodu na čaj (z předchozí úlohy) nalijete do porcelánového hrnku o objemu 250 ml, který má hmotnost 300 g a měrnou tepelnou kapacitu $750 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$. Teplota hrníčku je rovna teplotě vzduchu v místnosti, tj. 22°C . Jaká bude teplota čaje v hrníčku při dosažení rovnovážného stavu?
7. Hliníková nádoba kalorimetru o hmotnosti 0,2 kg obsahuje 2 kg vody. Voda a kalorimetr jsou v tepelné rovnováze při teplotě 15°C . Do kalorimetru vložíme železný předmět o hmotnosti 150 g a teplotě 200°C a měděný předmět hmotnosti 150 g a teplotě 315°C . Vypočítejte výslednou teplotu soustavy po dosažení tepelné rovnováhy.
8. Čtyři železné desky o celkové hmotnosti 4,8 kg mající teplotu 900°C byly ponořeny do oleje o teplotě 15°C . Kolik litrů oleje musíme nalít do chladicí lázně, aby výsledná teplota byla 40°C pod teplotou vzplanutí oleje? Teplota vzplanutí uvažovaného oleje je 230°C .

Výsledky:

1. 166 kJ
2. 3,29 J
3. $18,8^\circ\text{C}$
4. 21265 kg, 109522 kg
5. 172 s
6. $69,7^\circ\text{C}$
7. $18,4^\circ\text{C}$
8. 5,66l

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Mgr. Lucie Havrdová

Materiál je dostupný ze školního portálu <http://dum.voss-na.cz>, který provozuje
Vyšší odborná škola stavební a Střední průmyslová škola stavební arch. Jana Letzela, Náchod

Řešení:

1. Jaké teplo přijme olej o objemu 1,5 l a hustotě $910 \frac{kg}{m^3}$ při ohřátí z teploty $20^\circ C$ na teplotu $70^\circ C$? Měrná tepelná kapacita oleje je $1,7 \frac{kJ}{kg.K}$.

Řešení:

$$Q = ?$$

$$V = 1,5l = 0,0015m^3$$

$$\rho = 910 \frac{kg}{m^3}$$

vztah pro výpočet: $Q = m.c.\Delta t$

$$\Delta t = 70 - 20 = 50^\circ C$$

$$c = 1,7 \frac{kJ}{kg.K} = 1700 \frac{J}{kg.K}$$

$$\text{hmotnost: } m = V \cdot \rho$$

$$Q = m.c.\Delta t = V \cdot \rho.c.\Delta t$$

$$Q = 0,0015 \cdot 910 \cdot 50 \cdot 1700$$

$$\underline{\underline{Q = 116025 J = 116 kJ}}$$

Odpověď:

Olej přijme teplo 116 kJ.

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Mgr. Lucie Havrdová

Materiál je dostupný ze školního portálu <http://dum.voss-na.cz>, který provozuje
Vyšší odborná škola stavební a Střední průmyslová škola stavební arch. Jana Letzela, Náchod

2. Volejbalový míč spadl výšky 2 m a vyskočil do výše 80 cm. Určete mechanickou energii, která se změnila na teplo.

Řešení:

$$h_1 = 2\text{ m}$$

$$h_2 = 80\text{ cm} = 0,8\text{ m}$$

$$\text{vztah pro výpočet: } \Delta U = Ep_1 - Ep_2$$

$$\Delta U = ?$$

hmotnost volejbalového míče: $280\text{ g}^1 = 0,28\text{ kg}$

$$Ep_1 = m \cdot g \cdot h_1$$

$$Ep_2 = m \cdot g \cdot h_2$$

$$\Delta U = Ep_1 - Ep_2$$

$$Ep_1 = 0,28 \cdot 9,81 \cdot 2$$

$$Ep_2 = 0,28 \cdot 9,81 \cdot 0,8$$

$$\Delta U = 5,49 - 2,197$$

$$\underline{Ep_1 = 5,49\text{ J}}$$

$$\underline{Ep_2 = 2,197\text{ J}}$$

$$\underline{\underline{\Delta U = 3,29\text{ J}}}$$

Odpověď:

Mechanická energie o velikosti 3,29 J se přeměnila na teplo.

¹ Příspěvatelé Wikipedie, *Míč* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2012, Datum poslední revize 12. 12. 2012, 15:38 UTC, [citováno 19. 02. 2013] <<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=M%C3%AD%C4%8D&oldid=9424828>>

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Mgr. Lucie Havrdová

3. Olověná střela letící rychlostí $324 \frac{km}{h}$ dopadla na nehybnou desku a uvízla v ní. Určete přírůstek teploty střely, jestliže předpokládáme, že 60% její kinetické energie se po nárazu přemění na její vnitřní energii. Co se stane se zbývajících 40 % kinetické energie?

Řešení:

$$v = 324 \frac{km}{h} = 90 \frac{m}{s}$$

$$\Delta t = ?$$

$$Q = 60\% E_k$$

$$\text{vztahy pro výpočet: } Q = m.c.\Delta t, E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{měrná tepelná kapacita oleje: } c = 129 \frac{J}{kg.K}$$

$$Q = 60\% E_k$$

$$m.c.\Delta t = 0,6 \cdot \frac{1}{2}mv^2 / : m$$

$$c.\Delta t = 0,3v^2 / : c$$

$$\Delta t = \frac{0,3v^2}{c}$$

$$c.\Delta t = 0,3v^2 / : c$$

$$\Delta t = \frac{0,3.90^2}{129}$$

$$\underline{\underline{\Delta t = 18,8^\circ C}}$$

Odpověď:

Teplota střely se zvýší téměř o $19^\circ C$. Zbývajících část kinetické energie získá deska – zvýší se její vnitřní energie.

4. Jaké množství vody bychom museli ohřát z 10°C na 100 °C, aby přitom přijala teplo, které se rovná:

- kinetické energii letadla Boeing 747-8 letícího rychlostí $720 \frac{km}{h}$,
- potenciální energii letadla Boeing 747-8 letícího ve výšce 10,5 km.

Řešení:

$$m = ?$$

$$c = 4180 \frac{J}{kg.K}$$

$$\Delta t = 100 - 10 = 90^\circ C$$

$$a) E_k = Q; v = 720 \frac{km}{h} = 200 \frac{m}{s}$$

$$b) E_p = Q; h = 10,5 km = 10500 m$$

$$\text{vztahy pro výpočet: } Q = m.c.\Delta t, E_k = \frac{1}{2}mv^2, E_p = m.g.h$$

hmotnost letadla²: $m_2 = 400 \text{ t} = 400\,000 \text{ kg}$

a)

$$Q = E_k$$

$$m.c.\Delta t = \frac{1}{2}m_2v^2 / : (c.\Delta t)$$

$$m = \frac{m_2v^2}{2c.\Delta t}$$

$$m = \frac{400000.200^2}{2.4180.90}$$

$$m = 21265 \text{ kg}$$

b)

$$Q = E_p$$

$$m.c.\Delta t = m_2.g.h / : (c.\Delta t)$$

$$m = \frac{m_2.g.h}{c.\Delta t}$$

$$m = \frac{400000.9,81.10500}{4180.90}$$

$$m = 109522 \text{ kg}$$

Odpověď:

Množství vody, které bychom museli ohřát, aby přijaté teplo bylo rovno kinetické energii letadla, je 21 265 kg.

Množství vody, které bychom museli ohřát, aby přijaté teplo bylo rovno potenciální energii letadla, je 109 522 kg.

² Příspěvatelé Wikipedie, *Boeing 747-8* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2013, Datum poslední revize 15. 02. 2013, 17:44 UTC, [citováno 19. 02. 2013] <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Boeing_747-8&oldid=9739640>

5. Ve varné konvici je 1200 ml vody o teplotě 17°C, na zelený čaj potřebujeme mít vodu o teplotě 80 °C. Konvice má příkon 2000 W. Teplo získané v topném tělese lze využít na ohřátí vody s účinností 92 %. Jak dlouho se bude voda ohřívat?

Řešení:

$$V = 1200, l = 1,2l \rightarrow m = 1,2 \text{ kg}$$

$$t_1 = 17^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 80^\circ\text{C} \rightarrow \Delta t = 63^\circ\text{C}$$

$$c = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$\text{vztahy pro výpočet: } Q = m \cdot c \cdot \Delta t, \eta = \frac{P}{P_0}, P = \frac{W}{t}$$

$$P_0 = 2000 \text{ W}$$

$$\eta = 92\% = 0,92$$

$$t = ?$$

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

$$Q = 1,2 \cdot 4180 \cdot 63$$

$$\underline{Q = 316008 \text{ J}}$$

$$\eta = \frac{P}{P_0} \cdot P_0$$

$$P = \eta \cdot P_0$$

$$P = 0,92 \cdot 2000$$

$$\underline{P = 1840 \text{ W}}$$

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

$$P \cdot t = Q$$

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

$$t = \frac{316008}{1840}$$

$$\underline{\underline{t = 171,7 \text{ s} = 2 \text{ min } 52 \text{ s}}}$$

Odpověď:

Voda se bude ohřívat 2 minuty a 52 sekund.

6. Vodu na čaj (z předchozí úlohy) nalijete do porcelánového hrnku o objemu 250 ml, který má hmotnost 300 g a měrnou tepelnou kapacitu $750 \frac{J}{kg.K}$. Teplota hrníčku je rovna teplotě vzduchu v místnosti, tj. $22^{\circ}C$. Jaká bude teplota čaje v hrníčku při dosažení rovnovážného stavu?

Řešení:

$$V = 250ml = 0,25l \rightarrow m_1 = 0,25kg$$

$$c_1 = 4180 \frac{J}{kg.K}$$

$$t_1 = 80^{\circ}C$$

$$m_2 = 300g = 0,3kg$$

$$c_2 = 750 \frac{J}{kg.K}$$

$$t_2 = 22^{\circ}C$$

$$t = ?$$

$$m_1.c_1.(t_1 - t) = m_2.c_2.(t - t_2)$$

$$0,25.4180.(80 - t) = 0,3.750.(t - 22)$$

$$83600 - 1045t = 225t - 4950$$

$$88550 = 1270t / : 127$$

$$\underline{\underline{t = 69,72^{\circ}C}}$$

Odpověď:

Teplota čaje v hrníčku je po dosažení rovnovážného stavu $69,7^{\circ}C$.

kalorimetrická rovnice: $Q_1 = Q_2$
 $m_1.c_1.(t_1 - t) = m_2.c_2.(t - t_2)$

7. Hliníková nádoba kalorimetru o hmotnosti 0,2 kg obsahuje 2 kg vody. Voda a kalorimetr jsou v tepelné rovnováze při teplotě 15°C. Do kalorimetru vložíme železný předmět o hmotnosti 150 g a teplotě 200°C a měděný předmět hmotnosti 150 g a teplotě 315°C. Vypočítejte výslednou teplotu soustavy po dosažení tepelné rovnováhy.

Řešení:

$$m_1 = 0,2 \text{ kg}; \quad c_1 = 896 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}; \quad t_1 = 15^\circ \text{C}$$

$$m_2 = 2 \text{ kg}; \quad c_2 = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}; \quad t_2 = 15^\circ \text{C}$$

$$m_3 = 150 \text{ g} = 0,15 \text{ kg}; \quad c_3 = 450 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}; \quad t_3 = 200^\circ \text{C}$$

$$m_4 = 150 \text{ g} = 0,15 \text{ kg}; \quad c_4 = 383 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}; \quad t_4 = 315^\circ \text{C}$$

$$t = ?$$

kalorimetrická rovnice:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (t - t_1) + m_2 \cdot c_2 \cdot (t - t_2) = m_3 \cdot c_3 \cdot (t_3 - t) + m_4 \cdot c_4 \cdot (t_4 - t)$$

$$0,2 \cdot 896 \cdot (t - 15) + 2 \cdot 4180 \cdot (t - 15) = 0,15 \cdot 450 \cdot (200 - t) + 0,15 \cdot 383 \cdot (315 - t)$$

$$179,2t - 2688 + 8360t - 125400 = 13500 - 67,5t + 18096,75 - 57,45t$$

$$8664,15t = 159684,75$$

$$\underline{\underline{t = 18,4^\circ \text{C}}}$$

Odpověď:

Výsledná teplota po dosažení rovnovážného stavu je 18,4°C.

8. Čtyři železné desky o celkové hmotnosti 4,8 kg mající teplotu 900 °C byly ponořeny do oleje o teplotě 15°C. Kolik litrů oleje musíme nalít do chladicí lázně, aby výsledná teplota byla 40°C pod teplotou vzplanutí oleje? Teplota vzplanutí uvažovaného oleje je 230 °C.

Řešení:

$$m_1 = 4,8 \text{ kg}; \quad c_1 = 450 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}; \quad t_1 = 900^\circ \text{C}$$

$$t_2 = 15^\circ \text{C}; \quad V = ?$$

$$t = 190^\circ \text{C} \quad (230 - 40)$$

$$\text{údaje o oleji získáme z 1 úlohy: } \rho = 910 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; \quad c = 1,7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = 1700 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t) = m_2 \cdot c_2 \cdot (t - t_2)$$

$$\text{kalorimetrická rovnice: } 4,8 \cdot 450 \cdot (900 - 190) = m_2 \cdot 1700 \cdot (190 - 15)$$

$$1533600 = 297500 m_2$$

$$\underline{m_2 = 5,155 \text{ kg}}$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$\text{objem: } V = \frac{5,155}{910}$$

$$\underline{\underline{V = 5,66 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 5,66 \text{ l}}}$$

Odpověď:

Do lázně musíme přilít 5,66 l oleje.