

# Sbírka pro předmět Středoškolská fyzika v příkladech 1 a 2

## Termodynamika a statistická fyzika: kalorimetrie, skupenské změny, Carnotův cyklus – zadání

1. Mosazná nádoba o hmotnosti  $m = 0,2$  kg obsahuje  $m_1 = 0,4$  kg anilínu o teplotě  $t_1 = 10^\circ\text{C}$ . Do nádoby dolili  $m_2 = 0,4$  kg anilínu o teplotě  $t_2 = 31^\circ\text{C}$ . Najděte měrnou tepelnou kapacitu  $c_a$  anilínu, jestliže se v sudě ustálila teplota  $\theta = 20^\circ\text{C}$ . Měrná tepelná kapacita mosazi je  $c = 400 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ . [2000 J.kg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>]
2. Do  $m_1 = 800$  g vody  $t_1 = 12^\circ\text{C}$  teplé byla vnořena platinová koule hmoty  $m_2 = 150$  g, která byla před tím ponechána v žáru vysoké pece. Určete teplotu vysoké pece, stoupla-li teplota vody na  $t = 19^\circ\text{C}$ . Měrná tepelná kapacita platiny je  $c = 133 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ . [1192 °C]
3. Do nádoby o objemu  $V$  s tepelně izolovanými stěnami naplněné plynem o molární hmotnosti  $M_m$ , teplotě  $T$  a tlaku  $p$  je vložena měděná kulička o hmotnosti  $m_{Cu}$ , mající teplotu  $T_{Cu}$ . Jaká teplota  $\theta$  se ustálí v nádobě? Měrné tepelné kapacity plynu a mědi jsou  $c$  a  $c_{Cu}$ .  
$$[\theta = T \frac{Rm_{Cu}c_{Cu}T_{Cu} + pVM_m c}{m_{Cu}c_{Cu}RT + pVM_m c}]$$
4. V nádobě se smíchávají tři chemicky nereagující kapaliny, mající hmotnosti  $m_1 = 1$  kg,  $m_2 = 10$  kg,  $m_3 = 5$  kg, teploty  $t_1 = 6^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = -40^\circ\text{C}$ ,  $t_3 = 60^\circ\text{C}$  a měrné tepelné kapacity  $c_1 = 2 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ,  $c_2 = 4 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ,  $c_3 = 2 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ . Najděte teplotu směsi  $\theta$  a teplo, potřebné pro následující nahřátí směsi na  $t = 6^\circ\text{C}$ . [-19 °C, 1,3 MJ]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

5. Kelímek obsahující určitou hmotnost olova je zahříván elektrickým proudem konstantního výkonu. Za čas  $\tau_0 = 10$  min stoupla teplota olova z  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  na  $t_2 = 70^\circ\text{C}$ . Po uplynutí dalších  $\tau = 83$  min se olovo úplně roztavilo. Najděte měrnou tepelnou kapacitu olova, je-li teplota tání olova  $t_t = 232^\circ\text{C}$  a měrné skupenské teplo tání olova  $l_t = 58,5 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ .  
[232 J.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>]
6. Do  $m_1 = 630$  g vody  $t_1 = 50^\circ\text{C}$  teplé bylo vnořeno  $m_2 = 70$  g ledu teploty  $t_2 = 0^\circ\text{C}$ . Určete měrné skupenské teplo tání ledu  $l_t$ , byla-li výsledná teplota  $t = 37^\circ\text{C}$ .  
[334 400 J.kg<sup>-1</sup>]
7. Do  $m = 125$  g vody bylo přechlazeno na teplotu  $t = -8^\circ\text{C}$ . Kolik gramů ledu ( $m'$ ) vznikne, bylo-li otřesen vyvoláno zmrznutí?  
[12,5 g]
8. Do  $m_1 = 125$  g ledu teploty  $t_1 = -16^\circ\text{C}$  bylo smíšeno s  $m_2 = 875$  g vody teploty  $t_2 = 100^\circ\text{C}$ . Kterou teplotu  $t$  má směs, je-li měrná tepelná kapacita ledu  $c_l = 2090 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  a měrné skupenské teplo tání ledu  $l_t = 334\,400 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$ .  
[76,5°C]
9. V kotli parního stroje se spotřebuje za hodinu  $m = 5\,000$  kg vody. Do kotle se přivádí voda předehřátá na  $t_1 = 25^\circ\text{C}$ , která vře za zvýšeného tlaku při  $t_2 = 200^\circ\text{C}$ .  
Kolik joulů se spotřebuje za hodinu, je-li skupenské teplo varu vody  $2\,257\,000 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$ ?  
[15 GJ]
10. Podle údajů z předchozího příkladu vypočítejte, kolik kg uhlí musíme spálit pod kotlem, vydá-li kilogram uhlí  $H = 8\,000$  kcal a zužitkuje-li se z něho jen 64 % .  
[625 kg]
11. Střela kulometu má váhu  $m = 9,6$  g a počáteční rychlost při výstřelu  $v = 854 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Kolik gramů prachu je třeba pro jeden náboj, je-li výhřevnost prachu  $H = 912 \text{ cal}\cdot\text{g}^{-1}$  (1 cal = 4,1868 J) a má-li kulomet účinnost  $\eta = 30\%$ ?  
[3 g]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

---

12. Jakou rychlostí  $v$  musí být vystřelen olověný brok svisle dolů z výšky  $h = 100$  m, aby se při úderu o nepružnou podložku roztavil? Počáteční teplota broku je  $T = 300$  K, teplota tání olova  $T_t = 505$  K, měrná tepelná kapacita olova  $232 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  a měrné skupenské teplo tání olova  $l_t = 58,5 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Předpokládejte, že teplo vzniklé při nárazu se rozdělí mezi brok a podložku rovným dílem.
- [607 m.s<sup>-1</sup>]
13. Automobil s motorem o výkonu  $P = 29\,420$  W jel rychlostí  $v = 54 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a urazil trať dlouhou 81 km. Kolik kg benzínu spotřeboval, má-li motor účinnost  $\eta = 0,25$  a je-li výhřevnost benzínu  $H = 42\,705,36 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ ?
- [14,88 kg, což odpovídá 20-22 l]
14. Jak se změní bod tání ledu při zvýšení tlaku o jednu atmosféru?
- [-0,007 K]
15. V okolí 100°C se bod varu zvýší o 0,11°C při změně tlaku o 3 mm Hg. Vypočítejte skupenské teplo varu vody.
- [2,2 MJ.kg<sup>-1</sup>]
16. Teplota páry, která jde z kotle do parního stroje, je  $t_1 = 210^\circ\text{C}$ . Teplota v kondenzátoru je  $t_2 = 40^\circ\text{C}$ . Jaká je maximální teoretická práce (v joulech), kterou je možné získat za jednu kilokalorii spotřebovanou na vytvoření páry (1 cal=4,1868 J)?
- [1,47 kJ]
17. \* Jaké je největší množství tepla, které může být odebráno z ledničky chladícím strojem při vynaložení práce  $A = 1$  kJ, je-li teplota v ledničce  $t_2 = -10^\circ\text{C}$  a teplota vody, které se odebrané teplo předává,  $t_1 = 11^\circ\text{C}$ .
- [12,5 kJ]
18. \* Dynamickým topením se nazývá tento systém topení: na úkor energie, která se vybaví při spálení paliva, pracuje parní stroj, pohánějící chladicí stroj. Chladicí stroj odebírá teplo vodě v nějakém přírodním zdroji (třeba studniční vodě) a odevzdává je vodě v topném zařízení. Voda v topném zařízení slouží současně jako chladič parního stroje. Vypočítejte teoretické množství tepla (bez počítání se ztrátami), které odevzdá voda v radiátorech topení při spálení 1 kg paliva za těchto podmínek: spalné teplo paliva je  $H = 20934 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ , teplota v kotli parního stroje

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

je  $t_1 = 210^\circ\text{C}$ , teplota studniční vody je  $t_2 = 15^\circ\text{C}$ , teplota vody v topném zařízení je  $t_3 = 60^\circ\text{C}$ .

$$\left[ H \frac{T_3}{T_1} \frac{T_1 - T_2}{T_3 - T_2} = 62542 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \right]$$

### Literatura a prameny k dalšímu procvičování

- [1] Kolářová Růžena, Salach S., Plazak T., Sanok S., Pralovszký, B., *500 testových úloh z fyziky pro studenty středních škol a uchazeče o studium na vysokých školách*. Prometheus, Praha 2004, 2. vydání.
- [2] Široká Miroslava, Bednařík Milan, Ordelt Svatopluk *Testy ze středoškolské fyziky*. Prometheus, Praha 2004, 2. vydání
- [3] Lepil Oldřich, Široká Miroslava *Sbírka testových úloh k maturitě z fyziky*. Prometheus, Praha 2001, 1. vydání
- [4] Ostrý Metoděj, *Fysika v úlohách 516 rozřešených příkladů*, Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1958
- [5] Гурьев Л. Г., Кортнев А. В., Купченко А. Н., Латьев Б. В., Минкова С. Е., Протопопов Р. В., Рублев Ю. В., Тищенко В. В., Шепетуря М. И., *Сборник задач по общему курсу физики*, Высшая школа, Москва 1966
- [6] Болькенштейн, В. С., *Сборник задач по общему курсу физики*, Наука, Москва 1967
- [7] Sacharov, D. I., Kosminkov, I. S., *Sbírka úloh z fyziky*, Nakladatelství Československé akademie věd, Praha 1953
- [8] Бендриков Г.А., Бучовцев Б.Б., Керженцев В. В., Мякишев Г.Я., *Задачи по физике для поступающих в вузы*, Наука, Москва 1987
- [9] Koubek Václav, Lepil Oldřich, Pišút Ján, Rakovská Mária, Široký Jaromír, Tománová Eva, *Sbírka úloh z fyziky II.díl pro gymnázia*, Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1989
- [10] Ungermann Zdeněk, Simerský Mojmír, Kluvanec Daniel, Volf Ivo, *27. ročník Fyzikální olympiády brožura*, Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1991
- [11] Klepl Václav, *Elektrotechnika v příkladech*, Práce, Praha 1962
- [12] Říman Evžen, Slavík Josef B., Šoler Kliment, *Fyzika s příklady a úlohami, příručka pro přípravu na vysokou školu*, Státní nakladatelství technické literatury, Praha 1966

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

---

- [13] Bartuška Karel, *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy I*, Prometheus, Praha 2007
- [14] Bartuška Karel, *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy II*, Prometheus, Praha 2008
- [15] Bartuška Karel, *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy III*, Prometheus, Praha 2008
- [16] Bartuška Karel, *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy IV*, Prometheus, Praha 2008
- [17] vlastní tvorba