

DUM č. 9 v sadě

10. Fy-1 Učební materiály do fyziky pro 2. ročník gymnázia

Autor: Vojtěch Beneš

Datum: 01.05.2014

Ročník: 1. ročník

Anotace DUMu: Termodynamika

Materiály jsou určeny pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

2. ročník Termodynamika – písemná práce

Zkoušené učivo

- kinetická teorie látek, tepelný pohyb
- skupenství
- látkové množství a jeho souvislost s hmotností, počtem částic, hustotou, objemem
- teplota
- vnitřní energie
- teplo
- kalorimetrie

Metodické poznámky

- čas na vypracování = 1 vyučovací hodina (reálně max. 40 minut)
- obtížnost skupin srovnatelná
- zadání obsahuje jak teoretické otázky, tak příklady
- obtížnost písemky je záměrně nižší než u příkladů k procvičení – při řešení příkladů doma má žák k dispozici poznámky, učebnici, internetové zdroje a hlavně dostatek času
- Avogadrova konstanta záměrně není zadána – žáci se s ní seznamují v 1. ročníku v chemii a znovu ve fyzice při opakování pojmu látkové množství – její hodnotu by měli znát všichni

2. ročník Termodynamika

A

- 1) Napište vše, co víte o teplotě.
- 2) Které jevy poukazují na to, že se částice látky neustále pohybují? Vyberte si jeden z nich a ten podrobně vysvětlete.
- 3) Stříbrný přívěšek má hmotnost 2,50 g. Vypočítejte, kolika atomy stříbra je tvořen. Molární hmotnost stříbra $M_{\text{Ag}} = 107,87 \text{ g/mol}$, hustota stříbra $\rho_{\text{Ag}} = 10\,500 \text{ kg/m}^3$.
- 4) Při dopravní nehodě narazí auto o hmotnosti 1,3 t do stromu rychlostí o velikosti 54 km/h. Vysvětlete tento jev pomocí energií (kolik energie se přemění?, jak?).
- 5) Kolik tepla je potřeba k přeměně 0,2 kg ledu o teplotě $0 \text{ }^\circ\text{C}$ na vodu o teplotě $25 \text{ }^\circ\text{C}$? Měrná tepelná kapacita vody je $4\,186 \text{ J/(kg}\cdot\text{ }^\circ\text{C)}$, měrné skupenské teplo tání ledu je 333 kJ/kg .
- 6) Studenti 6AV měří v laboratořích tepelnou kapacitu kalorimetru C. Hanka nalije do kalorimetru 0,2 l vody a po ustavení tepelné rovnováhy odečte teplotu $21 \text{ }^\circ\text{C}$. Terežka pak do kalorimetru přilije 0,3 l vody o teplotě $97 \text{ }^\circ\text{C}$. Po dosažení tepelné rovnováhy změří výslednou teplotu $62 \text{ }^\circ\text{C}$. Určete tepelnou kapacitu kalorimetru. Předpokládáme, že Hanka s Terezkou jsou natolik rychlé, že můžeme tepelné ztráty zanedbat. Měrná tepelná kapacita vody je $4\,186 \text{ J/(kg}\cdot\text{ }^\circ\text{C)}$.

2. ročník Termodynamika

B

- 1) Napište vše, co víte o vnitřní energii.
- 2) Vysvětlete, v čem se liší pevná látka od kapaliny. Uveďte 5 příkladů látek kapalných za normálních podmínek.
- 3) Korunka zlatého zubu má hmotnost 1,90 g. Vypočítejte, kolika atomy zlata je tvořena. Molární hmotnost zlata $M_{\text{Au}} = 196,97 \text{ g/mol}$, hustota zlata $\rho_{\text{Au}} = 19\,290 \text{ kg/m}^3$.
- 4) Při dopravní nehodě narazí autobus o hmotnosti 18 t do stromu rychlostí o velikosti 27 km/h. Vysvětlete tento jev pomocí energií (kolik energie se přemění?, jak?).
- 5) Kolik tepla je potřeba k přeměně 0,5 kg ledu o teplotě $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ na vodu o teplotě $0 \text{ }^\circ\text{C}$? Měrná tepelná kapacita ledu je $2\,220 \text{ J/(kg}\cdot\text{ }^\circ\text{C)}$, měrné skupenské teplo tání ledu je 333 kJ/kg .
- 6) Studenti 6AV měří v laboratořích tepelnou kapacitu kalorimetru C. Matěj nalije do kalorimetru 0,2 l vody a po ustavení tepelné rovnováhy odečte teplotu $15 \text{ }^\circ\text{C}$. Pavel pak do kalorimetru přilije 0,1 l vody o teplotě $95 \text{ }^\circ\text{C}$. Po dosažení tepelné rovnováhy změří výslednou teplotu $38 \text{ }^\circ\text{C}$. Určete tepelnou kapacitu kalorimetru. Předpokládáme, že Pavel s Matějem jsou natolik rychlí, že můžeme tepelné ztráty zanedbat. Měrná tepelná kapacita vody je $4\,186 \text{ J/(kg}\cdot\text{ }^\circ\text{C)}$.

Řešení skupiny A

- 1) Teplota je skalární fyzikální veličina popisující tepelný stav tělesa, značka T, jednotka kelvin. Měření: teploměry (kapalinový, odporový, bimetalový, plynový), termočlánky. Teplota roste s rychlostí chaotického pohybu částic tělesa. Stupnice: Celsiova, Kelvinova, Fahrenheitova.
- 2) tepelném pohybu svědčí existence tlaku v plynu, difúze, osmóza, Brownův pohyb. Například tlak plynu vzniká neustálými chaotickými nárazy molekul na plochu (stěnu nádoby). Během nárazu molekula po kratičkou dobu působí na stěnu silou směrem ven z nádoby, výslednice působení všech molekul je rovna tlakové síle. Tlak $p = \text{tlaková síla/velikost plochy}$. Kdyby se molekuly zastavily, tlak by klesl na nulu (neuvažujeme tlak záření).
- 3) Látkové množství $n = \frac{m}{M} = 23,2 \text{ mmol}$, počet částic $N = n \cdot N_A = 1,40 \cdot 10^{22}$
- 4) Před srážkou má auto kinetickou energii $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 146 \text{ kJ}$, po srážce se nepohybuje, takže $E_k = 0 \text{ J}$. Mechanická energie auta se přeměnila vykonáním práce při deformaci na vnitřní energii auta, stromu a prostředí. Přírůstek vnitřní energie je + 146 kJ.
- 5) Při dodávání tepla ledové kostce dojde nejprve ke změně skupenství: předá se teplo $Q_1 = l \cdot m = 66,6 \text{ kJ}$, načež se začne vznikat voda ohřívát a spotřebuje teplo $Q_2 = m \cdot c \cdot \Delta t = 20,9 \text{ kJ}$. Celkové přijaté teplo je $Q = Q_1 + Q_2 = 87,5 \text{ kJ}$.
- 6) Při míchání dochází k přenosu tepla. Zanedbáme-li tepelné ztráty, je teplo odevzdané horkou vodou rovno součtu tepla přijatého studenou vodou a kalorimetrem. $m_2 c(t_2 - t_3) = C(t_3 - t_1) + m_1 c(t_3 - t_1)$, odkud $C = c \cdot \left(\frac{t_2 - t_3}{t_3 - t_1} \cdot m_2 - m_1 \right) = 235 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$.

Bodování:

- 1) 4 body
- 2) 4 body
- 3) 2 body
- 4) 2,5 bodů
- 5) 2,5 bodů
- 6) 5 bodů

Celkem 20 bodů

Řešení skupiny B

- 1) Vnitřní energie je skalární stavová fyzikální veličina, značka U, jednotka J. Je dána součtem kinetické energie tepelného pohybu a potenciální energie chemických vazeb. Je možno ji změnit konáním práce (třecí síla, tahová síla motoru...) a tepelnou výměnou (vedení, proudění, záření). Její změna se projeví změnou teploty nebo změnou skupenství. Čím vyšší teplota, tím vyšší vnitřní energie téhož tělesa.
- 2) Pevné látky se vyznačují pevnými vazbami mezi částicemi, často jsou částice uspořádány do krystalové mřížky. To způsobuje, že mají stálý tvar. Kinetická energie tepelného pohybu částic je mnohem menší než potenciální energie vazeb mezi nimi. V kapalině jsou vazby slabší, kinetická

energie je srovnatelná s potenciální energií vazeb. Kapaliny mají stálý objem, tvar podle nádoby. Příklady kapalin: voda, líh, benzín, petrolej, olej, rtuť.

- 3) Látkové množství $n = \frac{m}{M} = 9,65 \text{ mmol}$, počet částic $N = n \cdot N_A = 5,81 \cdot 10^{21}$
- 4) Před srážkou má autobus kinetickou energii $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 506 \text{ kJ}$, po srážce se nepohybuje, takže $E_k = 0 \text{ J}$. Mechanická energie autobusu se přeměnila vykonáním práce při deformaci na vnitřní energii autobusu, stromu a prostředí. Přírůstek vnitřní energie je + 506 kJ.
- 5) Při dodávání tepla ledové kostce dojde nejprve ke zvyšování teploty – spotřebuje se teplo $Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta t = 16,7 \text{ kJ}$. Při teplotě $0 \text{ }^\circ\text{C}$ začne led tát a k roztátí ledu je třeba $Q_2 = l \cdot m = 166,5 \text{ kJ}$. Celkové přijaté teplo je $Q = Q_1 + Q_2 = +183 \text{ kJ}$.
- 6) Při míchání dochází k přenosu tepla. Zanedbáme-li tepelné ztráty, je teplo odevzdané horkou vodou rovno součtu tepla přijatého studenou vodou a kalorimetrem. $m_2 c(t_2 - t_3) = C(t_3 - t_1) + m_1 c(t_3 - t_1)$, odkud $C = c \cdot \left(\frac{t_2 - t_3}{t_3 - t_1} \cdot m_2 - m_1 \right) = 200 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$.

Bodování:

- 1) 4 body
- 2) 4 body
- 3) 2 body
- 4) 2,5 bodů
- 5) 2,5 bodů
- 6) 5 bodů

Celkem 20 bodů