



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Digitální učební materiál

Číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.0802
Název projektu	Zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
Číslo a název šablony klíčové aktivity	III/2 – Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
Příjemce podpory	Gymnázium, Jevíčko, A. K. Vitáka 452

Název DUMu	Molekulová fyzika a termodynamika
Název dokumentu	VY_32_INOVACE_16_15
Pořadí DUMu v sadě	15
Vedoucí skupiny/sady	Mgr. Petr Mikulášek
Datum vytvoření	16. 1. 2013
Jméno autora	Mgr. Alena Luňáčková
e-mailový kontakt na autora	lunackova@gymjev.cz
Ročník studia	2.
Předmět nebo tematická oblast	Fyzika
Výstižný popis způsobu využití materiálu ve výuce	Materiál pro přípravu na profilovou část maturitní zkoušky z fyziky Inovace: mezipředmětové vztahy s matematikou, využití ICT, mediální techniky.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

MOLEKULOVÁ FYZIKA A TERMODYNAMIKA

Kinetická teorie látek, vzájemné působení částic, potenciální energie částic, modely struktury látek různých skupenství, rovnovážný stav soustavy, rovnovážný stav soustavy jako stav s největší pravděpodobností výskytu, teplota a její měření, termodynamická teplota.

Vnitřní energie tělesa, změna vnitřní energie tělesa při konání práce, změna vnitřní energie tělesa při tepelné výměně, teplo, měrná tepelná kapacita, kalorimetrické rovnice, první termodynamický zákon, přenos vnitřní energie.

Molekulová fyzika a termodynamika studují vlastnosti látek.

Kinetická teorie látek vysvětluje vlastnosti různých látek a skupenství na základě uspořádání jejich částic (atomů, molekul nebo iontů).

Základem této teorie jsou experimentálně ověřené poznatky:

- Látky kteréhokoli skupenství se skládají z částic.
- Částice se v látkách neustále a neuspořádaně pohybují.
- Částice na sebe navzájem působí silami, které jsou při malých vzdálenostech odpudivé, při větších vzdálenostech přitažlivé.

Difúze, tlak plynu, Brownův pohyb a osmóza jsou důkazy **pohybu částic**. Neuspořádaný (chaotický) pohyb částic se nazývá **tepelný pohyb**. Pohybující se částice mají **kinetickou energii**. **Potenciální energie** částic je určena vzájemným silovým působením částic. Pro rovnovážnou polohu částic se tato energie nazývá vazebná energie. **Vazebná energie** je rovna práci, kterou by bylo třeba vykonat působením vnějších sil k rozrušení vazby mezi částicemi.

Modely struktury látek různých skupenství – plynná látka, pevná látka kapalná látka a plazma.

Zkoumaná tělesa mohou mít různé chemické složení, tlak, objem, teplotu a mohou se nacházet v různém skupenství \Rightarrow těleso se nachází v různých **stavech**.

Termodynamická soustava = soustava je těleso nebo soustava těles, jejichž stav zkoumáme. Soustavy popisujeme pomocí **stavových veličin** (teplota, tlak, objem).

Soustava přechází z **počátečního stavu** do **výsledného (konečného) stavu**. Při tomto přechodu dochází ke změnám stavových veličin.

Izolovaná soustava – soustava, u níž nedochází k výměně energie ani k výměně částic s okolím. Nedochází u ní k interakci s okolím, mohou probíhat děje jen mezi částicemi, které tvoří tuto soustavu.

Pokud se nemění vnější podmínky, soustava přejde po určité době do **rovnovážného stavu**.

V **rovnovážném stavu** zůstávají stavové veličiny **konstantní**. Rovnovážný stav je stav s největší pravděpodobností výskytu.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tělesům, která jsou při vzájemném dotyku v rovnovážném stavu, přiřazujeme stejnou **teplotu**.

Na základě poznatků termodynamiky o účinnosti tepelných strojů byla zavedena skotským fyzikem W. Thomsonem (lord Kelvin) stupnice nezávislá na náplni teploměru – **termodynamická teplotní stupnice** a teplota vyjádřená v této stupnici se nazývá **termodynamická teplota**, její jednotkou je kelvin (K).

Kelvin je $\frac{1}{273,16}$ termodynamické teploty trojného bodu vody.

Kelvin je základní jednotka soustavy SI.

Termodynamická teplota T [K] je základní veličinou soustavy jednotek SI.

V praxi se častěji setkáváme s Celsiovou teplotou t [°C].

K měření teploty používáme srovnávací těleso – **teploměr (kapalinový, plynový, odporový, bimetalový, termoelektrický)**.

Vnitřní energie U [J] tělesa či soustavy je rovna součtu celkové kinetické energii neuspořádaně se pohybujících se částic tělesa (atomů, molekul, iontů) a celkové potenciální energie vzájemné polohy těchto částic.

$$U = E_k + E_p$$

Vnitřní energie se mění $\Rightarrow \Delta U$. Může se měnit **konáním práce**, nebo **tepelnou výměnou**.

Při tepelné výměně odevzdá teplejší těleso studenějšímu **energii = teplo Q [J]**.

$Q = mc\Delta t = mc\Delta T$, kde m ...hmotnost tělesa, $\Delta t = t_2 - t_1 = T_2 - T_1 = \Delta T$...změna teploty,

c [$kg^{-1}K^{-1}$] ...**měrná tepelná kapacita**, $C = \frac{Q}{\Delta t} = mc$ [K^{-1}]**tepelná kapacita** tělesa.

Kalorimetrická rovnice vyjadřuje platnost zákona zachování energie pro tepelné děje.

Kalorimetr = tepelně izolovaná soustava.

První termodynamický zákon : $\Delta U = W + Q$

Změna vnitřní energie soustavy je rovna součtu práce vykonané okolními tělesy působícími na soustavu silami a tepla odevzdaného okolními tělesy soustavě.

Přenos vnitřní energie se může uskutečnit **vedením, zářením a prouděním**.

Základní vztahy a veličiny

Klidová hmotnost atomu m_a [g]

Klidová hmotnost molekuly m_m [g]

Atomová hmotnostní konstanta $m_u = 1,66605 \cdot 10^{-27} kg = \frac{1}{12} m_c$ - je rovna $\frac{1}{12}$ klidové hmotnosti nuklidu uhlíku $^{12}_6C$



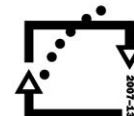
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Relativní atomová hmotnost $A_r = \frac{m_a}{m_u}$

Relativní molekulová hmotnost $M_r = \frac{m_m}{m_u}$, M_r je součet A_r atomů dané molekuly

Látkové množství $n = \frac{N}{N_A}$ [mol], N – celkový počet částic, N_A – Avogadrova konstanta;

$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ - hodnota udává počet atomů nuklidu uhlíku $^{12}_6\text{C}$ o hmotnosti 12g.

Molární hmotnost $M_m = \frac{m}{n} = M_r \cdot 10^{-3}$ [g · mol⁻¹]

Molární objem $V_m = \frac{V}{n}$ [m³ · mol⁻¹], V – objem tělesa



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Příklady:

1. Určení měrné tepelné kapacity pevné látky užitím směšovacího kalorimetru

Probíhá-li mezi teplejším tělesem a studenější kapalinou v kalorimetru tepelná výměna, platí kalorimetrická rovnice ve tvaru : $m_1 c_1 (t_1 - t) = m_2 c_2 (t - t_2) + m_k c_k (t - t_2)$, kde c_1 je **měrná tepelná kapacita tělesa**

$Q_1 = m_1 c_1 (t_1 - t)$ teplo odebrané tělesu, aby se ochladilo z t_1 na t

$Q_k = m_k c_k (t - t_2)$ teplo dodané kalorimetru, aby se ohřál z t_2 na t

$Q_2 = m_2 c_2 (t - t_2)$ teplo dodané vodě, aby se ohřála z t_2 na t

$$Q_1 = Q_2 + Q_k$$

$$m_1 c_1 (t_1 - t) = m_2 c_2 (t - t_2) + m_k c_k (t - t_2) \text{ .. z toho vypočítáme } c_1$$

$$c_1 = \frac{m_2 c_2 (t - t_2) + m_k c_k (t - t_2)}{m_1 (t_1 - t)} \quad \text{[kg}^{-1} \text{K}^{-1}\text{]}$$

2. V kalorimetru o tepelné kapacitě 63 JK^{-1} je olej o hmotnosti 350 g a teplotě 15°C . Do oleje ponoříme měděnou kuličku o hmotnosti 450 g a teplotě 100°C . Výsledná teplota soustavy po dosažení rovnovážného stavu je 30°C . Určete měrnou tepelnou kapacitu použitého oleje.

$$\left(c_o = \frac{m_{Cu} \cdot c_{Cu} (t_{Cu} - t) + C_K (t - t_o)}{m_o (t - t_o)} = 2 \text{ kJkg}^{-1} \text{K}^{-1} \right)$$

3. V nádobě je 7 kg vody o teplotě 20°C . Kolik vody o teplotě 90°C musíme přilít, aby výsledná teplota v nádobě byla 40°C ? Tepelnou kapacitu nádoby zanedbejte.

$$\left(m_1 (t_1 - t) = m_2 (t_2 - t) \Rightarrow m_2 = \frac{m_1 (t_1 - t)}{t_2 - t} = 2,8 \text{ kg} \right)$$

4. V uzavřené nádobě je plynný oxid uhličitý CO_2 o hmotnosti 550 g . Vadným uzávěrem uniká z nádoby za dobu 1 s průměrně $1,5 \cdot 10^{20}$ molekul CO_2 . Za jakou dobu uniknou z nádoby všechny molekuly CO_2 ?

$$\left(N = \frac{m}{M_m} \cdot N_A = \frac{m}{M_r \cdot 10^{-3}} \cdot N_A = 7,5274 \cdot 10^{24} \text{ částic} \Rightarrow t = \frac{N}{1,5 \cdot 10^{20}} = 13,94 \text{ h} \right)$$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

5. Jaké látkové množství má měděný váleček o hmotnosti 640g ?

$$\left(n = \frac{m}{M_m} = \frac{m}{M_r \cdot 10^{-3}} = 10 \text{ molů} \right)$$

6. Jaký počet atomů obsahuje 100g železné závaží ?

$$\left(N = n \cdot N_A = \frac{m}{M_m} \cdot N_A = \frac{m}{M_r \cdot 10^{-3}} \cdot N_A = 10^{24} \right)$$

7. Jakou hmotnost má kyslík O₂, je-li jeho látkové množství 0,2kmol ?

$$\left(m = M_m \cdot n = 2 \cdot A_r \cdot 10^{-3} \cdot n = 6,4 \text{ kg} \right)$$

8. Těleso o hmotnosti 5kg se pohybuje po vodorovné rovině rychlostí 2ms⁻¹ a narazí na druhé těleso o hmotnosti 3kg, které je v klidu. Po srážce se obě tělesa pohybují společně. Určete přírůstek vnitřní energie těles.

$$\left(\Delta U = E_{k_1} - E_{k_2} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) \bar{v}^2 = 3,75 \text{ J}; \bar{v} = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} \right)$$

9. Kámen o hmotnosti 1kg vržený svisle dolů z výšky 10m rychlostí 10ms⁻¹ dopadl na zem rychlostí 15ms⁻¹. Vypočítejte práci, vykonanou při překonávání odporu vzduchu a přírůstek vnitřní energie kamene a okolního vzduchu.

$$\left(W = \Delta U = mgh + \frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{1}{2} m v_d^2 = 35,5 \text{ J} \right)$$

10. V elektrické pračce se ohřívá voda o hmotnosti 20kg. Jaké teplo přijme, zvýší-li se její teplota z 10°C na 95°C ? Jak dlouho trvá ohřívání, je-li příkon topného tělesa pračky 2kW ? Účinnost pračky při ohřívání vody je 90%.

$$\left(Q = mc\Delta t = 7,11 \text{ MJ}; t = \frac{Q}{P} = \frac{Q}{\eta \cdot P_0} = 66 \text{ min} \right)$$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Seznam použité literatury a pramenů:

- Bartuška, K.-Svoboda, E.: Molekulová fyzika a termika. Galaxie, Praha 1993. 255s. ISBN 80-85204-22-3.
- Lepil, O.- Bednařík, M.- Šíroká, M.: Fyzika. Sbíрка úloh pro střední školy. Prometheus, Olomouc 1995. 269s. ISBN 80-7196-048-9.
- Kružík, M.: Sbíрка úloh z fyziky. Státní pedagogické nakladatelství, n. p., Praha 1984. 335s. ISBN 14-117-84.

Materiál je určen pro bezplatné užívání pro potřebu výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.

Dílo smí být šířeno pod licencí CC BY – SA.