

# Základy molekulové fyziky a termiky

## úloha 1

Vyjádřete v Kelvinech:

- nejnižší naměřenou teplotu na Zemi ve vesnici Vostok  $-89,2^{\circ}\text{C}$ ,
- teplotu varu dusíku (za normálního tlaku)  $-195,8^{\circ}\text{C}$ ,
- teplotu varu helia (za normálního tlaku)  $-268,9^{\circ}\text{C}$ ,
- teplotu tání hliníku (za normálního tlaku)  $660^{\circ}\text{C}$ .

Vyjádřete ve stupních Celsia

- teplotu varu kyslíku (za normálního tlaku)  $90,2\text{K}$ ,
- teplotu reliktního záření ve Vesmíru  $2,14\text{K}$ ,

## úloha 2

Sestavte vzorce pro převod teploty ze  $^{\circ}\text{C}$  na Kelviny a obráceně.

## úloha 3

Jak se ohřeje voda při pádu z Niagarských vodopádu, je-li výškový rozdíl  $60\text{m}$ ? Ohřívání okolního vzduchu zanedbáváme.

[ohřeje se asi o  $0,14^{\circ}\text{C}$ ]

## úloha 4

Jakou rychlostí by se pohyboval kus železa, pokud bychom veškerý chaotický pohyb jeho atomů namířili do jednoho směru? Uvažujte pro jednoduchost, že měrná tepelná kapacita nezávisí na teplotě ani pro velmi nízké teploty. Železo je na začátku v klidu a má pokojovou teplotu.

[cca  $500\text{ m/s}$ ]

## úloha 5

Vypočtete, jak dlouho bude trvat uvedení  $1\text{ litru}$  vody do varu z teploty  $25^{\circ}\text{C}$  pomocí rychlovárné konve o výkonu  $2\text{ kW}$ . Tepelné ztráty zanedbejte.

[ $2,6\text{ min}$ ]

## úloha 6

Tomáš si chce koupit průtokový ohříváč vody. Jaká je souvislost výkonu a průtoku vody ohříváčem? Voda se ohřívá přibližně z  $10^{\circ}\text{C}$  na  $50^{\circ}\text{C}$ .

## úloha 7

(a) Kolik litrů Coca-Coly obsahuje využitelnou energii  $1\text{ kWh}$ ?

Ve  $100\text{ ml}$  Coca-Coly je obsaženo  $43\text{ kcal}$  využitelné energie.

(b) Kolik vody bychom dokázali ohřát o  $40^{\circ}\text{C}$  pomocí  $50\text{ l}$  benzínu?

Předpokládáme  $100\%$  účinnost. Výhřevnost benzínu je  $44000\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ , hustota benzínu je  $720\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

[ $2\text{ litry}$ ,  $9500\text{ litrů}$ ]

## úloha 8

Určete minimální kalorickou hodnotu jídla, kterou musí sníst horolezec o hmotnosti  $80\text{ kg}$ , který chce vystoupit na Mt. Everest z nadmořské výšky  $4200\text{ metrů}$ , aby se jeho vnitřní energie nezměnila. Kolik rohlíků by musel sníst, je-li využitelná energie v jednom rohlíku asi  $400\text{ kJ}$ ? Uvažujte, že účinnost práce svalů je  $25\%$ .

## úloha 9

Svrázný dietolog doporučuje svým pacientům na hubnutí pít ledovou vodu. Vypočtete, kolik ledové vody by musel pacient vypít, aby "spálil" energii jedné tabulky čokolády -  $2300\text{ kJ}$ ? Předpokládáme, že vodu musí tělo ohřát z  $0^{\circ}\text{C}$  na  $37^{\circ}\text{C}$ .

[ $15\text{ litrů}$ ]

## úloha 10

Kolik vody o teplotě  $15^{\circ}\text{C}$  musíme přilít do litru vody o teplotě  $95^{\circ}\text{C}$ , aby výsledná teplota byla  $70^{\circ}\text{C}$ ?

[ $0,45\text{ litru}$ ]

## úloha 11

Abychom určili měrnou tepelnou kapacitu lihu, smícháme  $200\text{ g}$  lihu o teplotě  $29,9^{\circ}\text{C}$  se  $120\text{ g}$  vody o teplotě  $15^{\circ}\text{C}$ . Určete měrnou tepelnou kapacitu lihu, ustálí-li se teplota směsi na  $22,4^{\circ}\text{C}$ .

[ $2470\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]

## úloha 12

(a) Do kalorimetru obsahujícího  $0,30\text{ kg}$  vody o teplotě  $18^{\circ}\text{C}$  jsme nalili  $0,20\text{ kg}$  vody o teplotě  $60^{\circ}\text{C}$ . V kalorimetru se ustálila výsledná teplota  $34^{\circ}\text{C}$ . Vypočtete tepelnou kapacitu kalorimetru.

(b) Do stejného kalorimetru nyní nalijeme  $0,47\text{ kg}$  vody o teplotě  $14^{\circ}\text{C}$  a poté vložíme kovový váleček o hmotnosti  $0,40\text{ kg}$  a teplotě  $100^{\circ}\text{C}$ . Výsledná teplota bude  $20^{\circ}\text{C}$ . Určete měrnou tepelnou kapacitu kovu.

[ $100\text{ JK}^{-1}$ ,  $380\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ , mosaz]

## úloha 13

Teploměr o hmotnosti  $55\text{ g}$  s měrnou tepelnou kapacitou  $837\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$  ukazoval  $15^{\circ}\text{C}$ . Byl celý ponořen do  $300\text{ g}$  vody za účelem změření její teploty. Po ustálení teploměr ukazoval  $44,4^{\circ}\text{C}$ . Jaká byla teplota vody před měřením?

[ $45,5^{\circ}\text{C}$ ]

## \*úloha 14

Určete teplo, které projde za jednu hodinu plochou  $1\text{ m}^2$  cihlové zdi o tloušťce  $0,5\text{ m}$ , jestliže vnitřní povrch má teplotu  $18^{\circ}\text{C}$  a vnější povrch teplotu  $-2^{\circ}\text{C}$ . Součinitel tepelné vodivosti pro cihlovou zeď je  $0,84\text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ .

[ $120\text{ kJ}$ ]

## \*úloha 15

Vypočítejte průměrnou teplotu Země na základě rovnosti mezi přijatým teplem od Slunce a vyzářeným teplem do vesmíru. Intenzita záření Slunce je  $1360\text{ W/m}^2$ . Uvažujte pro jednoduchost, že teplota Zemského povrchu je všude stejná, není zde vliv atmosféry a veškeré záření je pohlceno.

## úloha 16

(a) Napadlo vás někdy ochladit si v horkém dni vzduch v místnosti tak, že necháte otevřenou lednici? Předpovězte výsledek pokusu pomocí prvního zákona termodynamiky.

(b) Směs benzínu a vzduchu je uzavřena ve válci spalovacího motoru. Po vzplanutí směsi se její teplota prudce zvedne a následně se zvětší objem, směs koná práci. Popište změny vnitřní energie soustavy ohraničené vnitřním objemem válce 1) při zapálení benzínu a 2) při zvětšování objemu.

## úloha 17

(a) V místnosti máme  $N$  molekul. Určete pravděpodobnost, že se všechen vzduch ocitne v jedné polovině místnosti a ve druhé polovině bude vakuum. Počítejte pro  $N=1, 2, 3, 10, 10^{23}$ .

(b) V krabici je  $5$  molekul. Vypočítejte pravděpodobnosti všech konfigurací molekul v krabici. Na základě výsledků vysvětlíte pojmy: rovnovážný stav, mikrostav, makrostav.

## úloha 18

(a) Jaký je rozdíl mezi teplotou a teplem?

(b) Proč nás péřová bunda "hřeje"?

(c) Jaký je vliv tepelné kapacity velkých vodních ploch na podnebí?

(d) Proč se nám kovové předměty při dotyku zdají chladnější?

(e) Různé materiály ve stavebnictví se mohou lišit jednak tepelnou vodivostí a jednak měrnou tepelnou kapacitou. Uveďte příklady. Jak se použití různých materiálů projevuje při bydlení?

(f) Jaká je teplota v meziplanetárním prostoru?

(g) Proč je nesmyslné určovat teplotu vzduchu "na sluníčku"?

## úloha 19

Molární hmotnost zlata je  $197\text{ gmol}^{-1}$ . Kolik (a) atomů zlata, (b) molů zlata, je ve vzorku o hmotnosti  $2,5\text{ g}$ ?

[ $7,65\cdot 10^{21}$  atomů,  $0,0127\text{ molů}$ ]

## úloha 20

Homeopat připravuje lék ředěním CH12. To znamená, že léčivou látku zředí s vodou v poměru  $1:100$  a tento postup zopakuje  $12\text{ x}$ . Kolik molekul účinné látky obsahuje  $10\text{ g}$  léku? Na začátku máme  $10\text{ g}$  účinné látky s molární hmotností  $20\text{ g/mol}$ .

## úloha 21

Kolik molekul vody by připadalo na  $1\text{ cm}^2$ , kdyby byl  $1\text{ g}$  vody rozprostřen rovnoměrně po Zemském povrchu?

[ $6600$ ]

## úloha 22

Chemikálií, na kterou je lidský nos nejcitlivější, je vanilin (4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyd). Lze jej zaznamenat už při koncentraci  $2\cdot 10^{-11}\text{ g}$  v jednom litru vzduchu. Určete řádově, kolik molekul vanilinu musíme mít v nosní dírce, abychom ucítili jeho přítomnost? Molární hmotnost vanilinu je  $152,2\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Objem nosní dírky odhadněte.

[řádově desítky milionů]

## úloha 23

V zemské atmosféře je  $2\cdot 10^{15}\text{ kg}$  oxidu uhličitého. Lidé ročně spálí  $6\cdot 10^{12}\text{ kg}$  uhlíku z fosilních paliv. Jaký je roční přírůstek oxidu uhličitého za předpokladu, že veškerý oxid uhličitý je zachován v atmosféře?

[ $2,2\cdot 10^{13}\text{ kg}$ , což je asi  $1,1\%$ ]