

TERMIKA

Termika alebo náuka o teple je v prirodzenom usporiadaní fyziky jej časťou, ktorá nasleduje po mechanike a v ktorej ústrednými pojmami sú: pojem *teploty*, t. j. výšky tepelného stavu telies a pojem *tepla* — energie prechádzajúcej z telesa na teleso pri samovoľnom vyrovnávaní ich teplôt. Možno tiež povedať, že termika je časť mechaniky, ktorá sa zaoberá *atómovým a molekulovým pohybom hmoty*, lebo — ako dnes bezpečne vieme — zväčšovanie teploty telies je vždy spojené so zväčšovaním intenzity pohybu ich atómov a molekúl. V náuke o teple predmetom štúdia nie je však nikdy ojedinelý atóm alebo molekula, ale vždy len súbory ich veľmi veľkého počtu. Táto okolnosť je príčinou, že na rozdiel od mechaniky viditeľných telies zákony tepelné majú svoj osobitný *štatistický* charakter, pre ktorý náuka o teple bude vždy samostatnou a veľmi významnou časťou fyziky.

Obvykle sa v náuke o teple postupne preberajú tieto jej tri hlavné časti: a) *termometria*, b) *kalorimetria* a c) *termodynamika*. V *termometrii* sa podávajú definície používaných stupnic teploty a opisujú rôzne metódy jej merania. V *kalorimetrii* sa zavádzajú jednotky tepla a hľadajú sa najvhodnejšie metódy merania tepelných množstiev prechádzajúcich z telesa na teleso. Konečne *termodynamika*, posledná, avšak najdôležitejšia časť termiky, zaoberá sa zákonmi premien foriem energie a ich rozličnými dôsledkami.

Zo stránky metodologickej možno náuku o teple vykladať dvojako: *fenomenologicky* a *atomisticky (štatisticky)*. V prvom prípade sa v svojich vývodoch opierame len o bezprostredne merateľné makroskopické veličiny, akými sú teplo, teplota, tlak a pod., bez toho, aby sme sa starali o atómový mechanizmus študovaných dejov. V druhom prípade tepelné javy vysvetľujeme ako dôsledok ustavičného tzv. *tepelného pohybu* atómov a molekúl. Postupne sa oboznámime s obidvoma týmito metódami.

10. TERMOMETRIA

10.1. Stupnice teploty. Práve tak ako pojem zvuku alebo svetla, aj fyzikálny pojem *teploty* odvodzujeme od svojich zmyslových pocitov. Pri dotyku telies máme pocity, ktoré charakterizujeme slovami: studený, vlažný, teplý a pod.

O telesách, ktoré v nás vzbudzujú rovnaké tepelné pocity, hovoríme, že majú rovnakú teplotu. O telese studenšom hovoríme, že má nižšiu teplotu, o telese teplejšom, že má teplotu vyššiu. Preberajúc slovo teplota z bežnej reči do fyzikálnej terminológie, nazývame vo fyzike teplotou (*temperatúrou*) každú objektívnu, t. j. od našich zmyslových pocitov nezávislú mieru tej (spojite meniteľnej a nie špecifickej) vlastnosti telies, ktorá rozhoduje o našich subjektívnych tepelných pocitoch pri dotyku s nimi.

Na určovanie teploty telies, ktorá hoci je základnou fyzikálnou veličinou, nie je pritom zrejme množstvom, ale stavom, používajú sa rôzne *stupnice teploty*. Jednotlivé stupnice teploty používané vo fyzike sa líšia: a) voľbou základných teplôt, b) ich očíslovaním, c) metódami interpolácie a extrapolácie medzi základnými teplotami.

V Celziovej stupnici základnými teplotami sú:

1. *bod mrazu* vody, označovaný v tejto stupnici $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, teplota, pri ktorej je v rovnováhe ľad a voda za tlaku 760 torrov.
2. *bod varu* vody, $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, teplota rovnováhy vody a jej nasýtených pár tiež za tlaku 760 torr.

Zo skúsenosti vieme, že telesá okrem počtu atómov, z ktorých sa skladajú, viac alebo menej menia s teplotou všetky svoje ostatné vlastnosti. Na interpoláciu a extrapoláciu medzi základnými teplotami mohli by sme preto zvoliť ktorúkoľvek vlastnosť akejkoľvek látky alebo telesa, ktorá sa pri ohrievaní aspoň v ohraničenej oblasti jednosmerne mení, teda pri nijakých dvoch teplotách nevykazuje rovnaké hodnoty. Praktická potreba kladie však tieto dve požiadavky:

1. skutočné meranie teploty pomocou zvolenej vlastnosti má byť dostatočne pohodlné a presné;
2. vyjadrenie fyzikálnych zákonov pri používaní takto stanovenej stupnice teploty má byť čo najjednoduchšie.

Prvej požiadavke veľmi dobre vyhovuje meranie teploty pomocou teplotnej rozťažnosti kvapalín a plynov. Keď objem látky zvolenej na meranie teploty, ktorý sa s teplotou vždy len zväčšuje (voda sa teda na meranie teploty vo všeobecnosti nehodí), za zvoleného tlaku a pri teplote mrazu vody je V_0 , pri teplote varu vody a tohože tlaku je V_{100} a pri meranej teplote V , je objemovou teplotnou rozťažnosťou tejto látky stanovená Celziova teplota

$$t = \frac{V - V_0}{V_{100} - V_0} \cdot 100\text{ }^{\circ}\text{C} \quad (1)$$

Ale pretože sa rôzne látky nerozťahujú s teplotou rovnako, pre ten istý tepelný stav dostávame takto číselné hodnoty závislé ešte od voľby teploty-

mernej látky. Pre ten istý tepelný stav, napr. pre bod varu éteru za tlaku 1 at, dva bezchybne a rovnako zhotovené teplomery, avšak naplnené rôznymi tekutinami, udávajú rôzne hodnoty. Vo všeobecnosti každá interpolačná metóda definuje teda vždy jednu Celziovu stupnicu teploty. Na meranie nie príliš nízkych a nie príliš vysokých teplôt sa najčastejšie používajú sklenené, ortuťou naplnené teplomery, ktoré svojou konštrukciou definujú tzv. *ortuťovú Celziovu teplotu* (závislú aj od teplotnej rozťažnosti skla).

Úpravou vzorca (1) pre závislosť objemu V pre meranie teploty zvolenej látky od teploty (za zvoleného stáleho tlaku) vychádza:

$$V = V_0 \left(1 + \frac{V_{100} - V_0}{100 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot V_0} t \right) = V_0(1 + \gamma t) \quad (2)$$

kde

$$\gamma = \frac{V_{100} - V_0}{100 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot V_0}$$

je tzv. priemerný koeficient objemovej teplotnej rozťažnosti pre meranie teploty použitej látky medzi bodom mrazu a varu vody, vzťahujúci sa na zvolený konštantný tlak p_0 .

Keby sme teplotu merali pomocou zmien tlaku zvolenej látky (za konštantného objemu), Celziova teplota by bola určená vzorcom

$$t' = \frac{p - p_0}{p_{100} - p_0} 100 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3)$$

a závislosť tlaku p pre meranie teploty zvolenej látky od teploty (za konštantného objemu) by bola :

$$p = p_0 \left(1 + \frac{p_{100} - p_0}{100 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot p_0} t' \right) = p_0(1 + \gamma' t') \quad (4)$$

kde $\gamma' = \frac{p_{100} - p_0}{100 \text{ } ^\circ\text{C} p_0}$ je tzv. priemerný koeficient teplotnej rozpínavosti príslušnej látky medzi bodom mrazu a varu vody, závislý tiež od zvoleného tlaku p_0 .

10.2. Gay-Lussacov zákon. Už v čl. 7.13 sme sa oboznámili so zákonom Boylovým, podľa ktorého pri nemeniacej sa teplote súčin tlaku p a objemu V zvoleného množstva plynu je prakticky konštantný, teda

$$pV = p_0 V_0 = f(t) \quad (1)$$

V tom istom článku sme sa poučili aj o tom, že závislosť tlaku plynu od jeho objemu za stálej teploty sa tým lepšie zhoduje s Boylovým zákonom, čím je teplota plynu vyššia a jeho tlak nižší.