

Tristo let Fahrenheitovih termometrov



JANEZ STRNAD

→ **Obletnic, povezanih z razvojem merilnih naprav, se spomnimo redkeje kot obletnic imenitnih odkritij in posrečenih poskusov. Naredimo izjemo in se tokrat posvetimo Fahrenheitu in njegovim termometrom.**

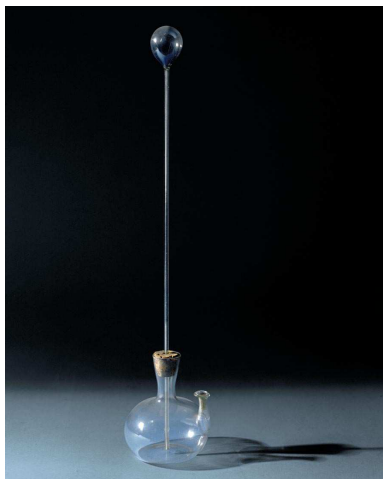
Daniel Gabriel Fahrenheit je bil rojen leta 1686 v Danzigu (današnji poljski Gdansk je bil tedaj nemško mesto). Leta 1701 sta mu umrla oče in mati, poročajo, da zaradi zastrupitve z gobami oz., ker sta zaužila strup v prepričanju, da gre za zdravilo. Mestni svet je mladoletnim otrokom – trem sinovom in dvema hčerkama – določil skrbnike. Najsterejši Daniel naj bi nadaljeval družinsko dejavnost kot trgovec. Po enoletnem uku knjigovodstva so ga leta 1702 poslali v Amsterdam na štiriletno vajeništvo. Bolj kot trgovina pa ga je zanimalo naravoslovje, in še posebej izdelovanje termometrov in barometrov. Da je lahko raziskoval, si je izposodil denar. Skrbniki so morali nastale dolgove poplačati iz dediščine mladoletnika. Zato bi ga pripravili in izgnali v Vzhodno Indijo, današnjo Indonezijo, če ne bi Daniel leta 1707 izginil. Odpravil se je na potovanje in obiskal Nemčijo, Švedsko in Dansko. Ves čas se je izpopolnjeval v izdelovanju termometrov in barometrov. Leta 1710 je s štiriindvajsetimi leti – po tedanjih zakonih – postal polnoleten in se je lahko vrnil v Gdansk. Še vedno je veliko potoval, dokler se ni leta 1717 ustalil v Amsterdamu. Leta 1724 je obiskal London, kjer so ga sprejeli v Kraljevo družbo, angleško akademijo znanosti. Leta 1736 se je mudil v Haagu, nenadno zbolel in umrl. Do današnjih dni se žal ni ohranila nobena upodobitev Fahrenheita.

Prizadevanja, da bi ljudje podrobno izrazili, kako toplo je kaj, so stara. Iz nekdanje jakosti (intenzitete) toplote se je razvila *temperatura* in iz mno-

žine toplote *toplota*. Galileo Galilei je ocenjeval temperaturo s *termoskopom* (slika 1). Po njegovi smrti so njegovi nekdanji učenci s sodelavci v Firencah v drugi polovici 18. stoletja razvili *alkoholne termometre* (slika 2). Kot *florentinski termometri* so se precej razširili. Nekaj časa je minilo, preden so izdelovalci termometrov spoznali, da se je treba dogovoriti o dveh osnovnih temperaturah in o številu enot med njima. Enote so imenovali *stopinje*. Sprva je vsak izdelovalec termometrov uporabljal drugačen dogovor; tudi firenški izdelovalci termometrov niso sprejeli trdnega dogovora – pomagali so si z najhladnejšim in najtoplejšim dnevom v Firencah. Tako niti dva njihova termometra nista kazala enako. Tudi Fahrenheit je najprej izdeloval alkoholne termometre, prve že leta 1706 ali 1707. Zastopal je stališče, da morata biti osnovni temperaturi natančno določeni in lahko določljivi.

Leta 1713 ali 1714 je Fahrenheit izdelal prve živosrebrne termometre za lastno rabo. V letih 1717 in 1718 jih je začel izdelovati za prodajo. Potrebe po termometrih so bile namreč tedaj velike. Že prej so poskušali uporabiti živo srebro, a se je lepilo na stene cevki. Fahrenheit je z destilacijo prečistil živo srebro in tako dosegel, da se ni lepilo na stene cevki. To je bil pomemben napredek. Živo srebro se z naraščajočo temperaturo bolj enakomerno razteza kot alkohol. Z alkoholnimi termometri ni bilo mogoče meriti temperatur nad vreliščem alkohola pri 78,4 °C. Fahrenheit je tudi ugotovil, da ni vseeno, iz katere vrste stekla so termometrijske cevke, in da je vrelišče odvisno od zračnega tlaka.

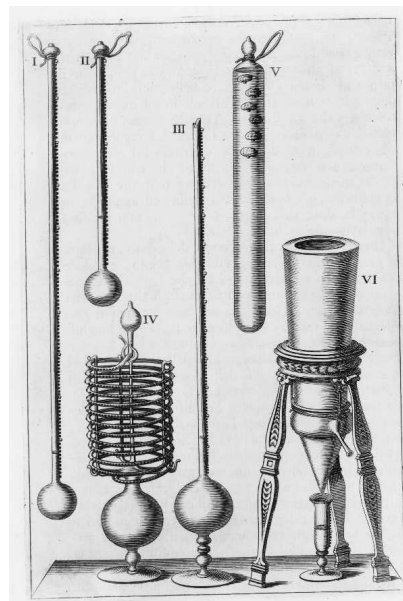
Leta 1708 je Fahrenheit v Amsterdamu obiskal astronoma Oleja Rømerja, ki je prvi ugotovil, da svetloba potuje s končno hitrostjo. Rømer je izdeloval termometre, ker jih je potreboval pri meteoroloških opazovanjih, a o termometrih tedaj ni ničesar objavil. Za osnovo mu je bila lestvica s 60-imi stopinjami,



SLIKA 1.

Galileo Galilei je leta 1592 ali 1593 izdelal *termoskop*. Benedetto Castelli je opisal, kaj je videl pri Galileiju okoli leta 1603: »Vzel je stekleno posodico, približno tako veliko kot manjše kokošje jajce, z vratom, dolgim dve pedi (okoli 40 centimetrov), tankim kot pšenična slamica. Z tokami je dobro segrel posodico. Potem jo je zasukal in ustje postavil v posodo, v kateri je bilo nekaj vode. Ko je umaknil roke s posodice, se je gladina vode v vratu takoj začela dvigovati in se je dvignila za več kot ped nad gladino vode v posodi. Gospod Galilei je potem uporabil ta pojav, da bi izdelal napravo za ugotavljanje stopnje toplote in mraza.«

ki jo je razdelil na osem delov s po $7\frac{1}{2}$ stopinjami. Za osnovni temperaturi je vzel temperaturo talečega se ledu in telesno temperaturo, merjeno pod pazduho ali v ustih, ki so jo tedaj imenovali »temperatura krvi«. V preglednicah ni želel navajati negativnih temperatur, zato je 0 stopinj priredil temperaturi hladilne zmesi vode, ledu in kamene soli v upanju, da bo nižja temperatura le poredko dosežena. Ničla tako ali tako ni bila pomembna, saj se je za določitev lestvice treba dogovoriti le o dveh osnovnih temperaturah. Kaže, da je Rømer 60 stopinj povezoval s temperaturo vrele vode, čeprav njegovi termometri niso segli tako visoko. V pismu je Fahrenheit opisal, kako je ravnal Rømer: »Videl sem, da je več termometrov postavil v vodo in led ter jih pozneje potopil v toplo vodo, ki je imela temperaturo krvi. Ti dve legi je zaznamoval na termometru. Polovico razdalje je dodal pod točko v posodi z ledom in vso razdaljo razdelil na $22\frac{1}{2}$ delov, začeniši z 0 na dnu, $7\frac{1}{2}$ za



SLIKA 2.

V florentinskem termometru so na posodico pritalili cevko s konstantnim presekom. Obarvani alkohol v bučki so segreli, da je segal do vrha cevke, in cevko zatalili. Ko se je naprava ohladila, se je gladina tekočine v cevki znižala, ker se je prostornina alkohola bolj zmanjšala kot prostornina stekla. Višina gladine je bila mera za temperaturo. Stara risba kaže, da so izdelovali tudi precej zapletene termometre.

točko posode z ledom in $22\frac{1}{2}$ za temperaturo krvi.«

Fahrenheit se je zgledoval po Rømerju, le da je vsako njegovo stopinjo razdelil še na štiri dele in se je tako znebil »neprijetnih ulomkov«. Mešanici vode in ledu je priredil 30 stopinj in telesni temperaturi $96 = 2^5 \cdot 3$ stopinj. Danes je Fahrenheitova lestvica določena z dogovorom, da tališču ledu ustreza 32°F in vrelišču vode 212°F . V uradni rabi je še v Združenih državah Amerike in nekaterih manjših državah. V Kanadi jo uporabljajo poleg Celzijeve lestvice. Celzijeva lestvica ne sodi v mednarodni sistem enot SI, a jo ta dovoljuje za rabo v vsakdanjem življenju.

Fahrenheitovi termometri so se odlikovali po natančnosti. Leta 1714 je Fahrenheit v Halleju obiskal Christiana von Wolffa, ki je poklicno pot začel kot matematik, a je bil bolj znan kot filozof. Izročil mu je dva alkoholna termometra, ki ju je Wolff podrobno preizkusil. Ugotovil je, da sta oba kazala enako, čeprav sta se po zgradbi razlikovala. To ga je močno





SLIKA 3.

Ni znano, koliko živosrebrnih termometrov je Fahrenheit izdelal na začetku. Dva hrani muzej na Nizozemskem, tretji se je leta 2012 pojavil na dražbi družbe Christie's in so ga prodali za 67 tisoč funtov (81 tisoč evrov).

presenetilo, saj si dotlej kaj takega ni bilo mogoče zamisliti. Svoje ugotovitve je objavil v Acta Eruditorum (Zapiskih modrih), eni od prvih znanstvenih revij. S tem je Fahrenheitov dosežek razširil med tadanjimi raziskovalci. To je razlog, da so številni spletni naslovi leto 2014 razglasili za tristoletnico Fahrenheitovega termometra in Fahrenheitove lestvice. Lestvico je bilo mogoče vnaprej narisati na deščico, na katero so pozneje pritrčili termometrsko cevko. Odtlej so termometre množično izdelovali. Fahrenheitovi termometri so bili natančnejši od drugih in so se močno raširili. Leta 1714 je Fahrenheit nekaj živosrebrnih termometrov razdelil znancem (slika 3).

Po letu 1718 je Fahrenheit v Amsterdamu predaval o optiki, hidrodinamiki in kemiji; zapisi teh predavanj so se ohranili. Delal je tudi poskuse, ki niso

bili neposredno povezani s termometri in barometri. Raziskal je vrelišče različnih tekočin v odvisnosti od tlaka. Izdelal je termometer, s katerim so po vrelišču vode ugotavljali zračni tlak. Opazoval je raztezanje stekla različnih izdelovalcev. Načrtoval je uro z živim srebrom, ki naj bi jo bilo mogoče uporabiti za ugotavljanje zemljepisne dolžine, in napravo za dviganje vode. Ob sprejemu v Kraljevo družbo je leta 1724 v Londonu imel več predavanj in je v poročilih družbe objavil pet kratkih člankov. To je bila edina njegova objava. Dopisoval si je s številnimi tadanjimi znanstveniki, med njimi z Gottfriedom Wilhelmom Leibnizem. V objavah in v pismih je mogoče spoznati podrobnosti o Fahrenheitovem življenju in delu.

Wolff je o Fahrenheitu zapisal: »Zasluži priznanje za prizadevanje pri izdelavi termometrov in barometrov, je pa premalo izkušen v znanosti matematike in v njegovih iznajdbah naključje igra večjo vlogo kot razmišljanje.«

× × ×

Križne vsote



→ Naloga reševalca je, da izpolni bele kvadratke s števkami od 1 do 9 tako, da bo vsota števk v zaporednih belih kvadratih po vrsticah in po stolpcih enaka številu, ki je zapisano v sivem kvadratu na začetku vrstice (stolpca) nad (pod) diagonalo. Pri tem morajo biti vse številke v posamezni vrstici (stolpcu) različne.

	5	19					
13						3	14
9			11		19	8	
	7			14			
		15		10			
			15				

× × ×