

Naredimo Galilejev termoskop

↓↓↓

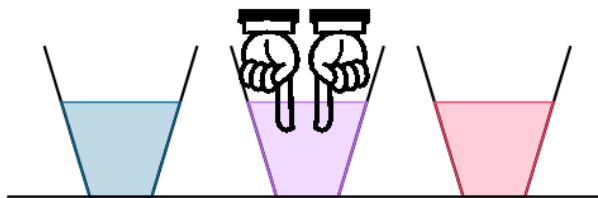
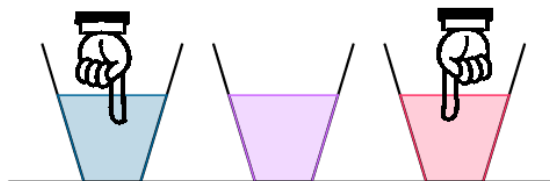
NADA RAZPET

→ Danes imamo na voljo digitalne, infra rdeče in alkoholne termometre. Z njimi si merimo telesno temperaturo, preverjamo temperaturo pri pečenju in serviranju hrane ali pa ugotavljamo, kolikšno temperaturo imamo v stanovanju ali zunaj njega. Včasih pa ni bilo tako (glej [1]), saj ljudje niso imeli na voljo ustreznih merilnikov temperature in so se morali zanašati na občutke.

Spomnimo se poskusa, ko v tri kozarce nalijemo hladno, mlačno in toplo vodo (slika 1). Temperature vode v kozarcih so po vrsti $T_1 < T_2 < T_3$. Temperatura tople vode ne sme presegati $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, saj bi občutljive osebe pri poskušanju lahko dobile opekline. Najprej kazalec ene roke pomočimo v hladno, kazalec druge roke pa v toplo vodo in počakamo kakšno minuto. Nato oba kazalca hkrati pomočimo v kozarec z mlačno vodo. S kazalcem, ki je bil prej v topli vodi, občutimo, da je voda hladna, s kazalcem, ki je bil v hladni vodi pa, da je topla. Ampak oba kazalca sta vendar v istem kozarcu in merita isto temperaturo. Zakaj ne občutimo enako?

Naši občutki so odvisni od temperature okolice, v kateri smo imeli kazalce pred zadnjim merjenjem. S prsti torej ne moremo objektivno meriti temperature tekočin, pa še v vsako tekočino ne smemo pomakati rok.

Med prvimi, ki so poskušali narediti pripomoček za merjenje temperature, je bil Galileo Galilei (1564–1642). Ta je okoli leta 1592 naredil termoskop. To je bila steklena okrogla posoda z dolgo cevko. Z roko je stekleno posodo segrel in cevko potopil v posodo z vodo. Ko se je zrak v okrogli stekleni posodi in cevki ohlajal, se je po cevki voda dvigala. Čim večja je bila razlika med prej segretim zrakom v stekleni krogli in seveda tudi v cevki, ter okolico, tem višje se



SLIKA 1.

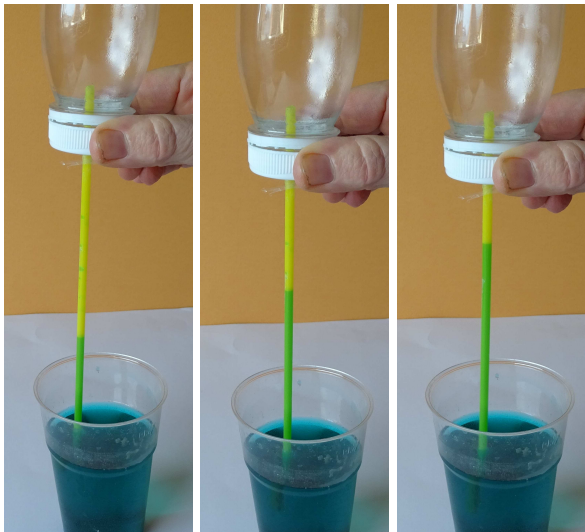
Temperature vode v kozarcih so po vrsti z leve na desno $T_1 < T_2 < T_3$. Najprej pomočimo kazalca v hladno in toplo vodo, nato pa oba v mlačno vodo.

je dvignila voda. Zdaj je lahko Galileo primerjal temperaturi dveh snovi in ni bil več odvisen od občutkov. Pripomnimo še, da se lahko voda v cevki dviga ali spušča tudi zaradi spreminjanja zračnega tlaka v prostoru, kjer merimo temperaturo.

Beseda termoskop (thermo-skop) izhaja iz dveh grških besed: θερμός, kar pomeni vroč, topel, in iz σκοπέω, kar pomeni gledam, opazujem.

Na začetku termoskop ni imel merilne skale, dodal mu jo je kasneje zdravnik Santorio Santorini (1561–1636). Nekateri celo menijo, da je Santorini izdelal prvi termoskop. Kako določimo skalo? Za določanje skale je potrebno določiti temperaturi dveh stanj. Včasih so za eno izmed njih vzeli normalno telesno





SLIKA 2.
Zrak v posodi in cevki se ohlaja, stolpec vode se dviga.

temperaturo, to je okoli 37 °C, za drugo pa ledišče ali vrelišče vode. Potem so vmesno razdaljo razdelili na enake dele. Vsak proizvajalec je stanji in število razdelitev določil po svoje, zato so bile skale različne.

Naredimo termoskop

Preprostega termoskopa ni težko narediti. Vzamemo manjšo plastenko, v pokrovčku naredimo luknjo in vanjo vtaknemo slamico. Morebitne reže zapremo s silikonom ali kakšnim tekočim lepilom. Mi smo uporabili kar lepilo UHU. Platenko segrejemo z roko in cevko potopimo v kozarec z vodo. Vodo smo zaradi boljše vidljivosti obarvali (glej sliko 2). Platenko nato držimo za pokrovček, da ne segrevamo ali ohlajamo zraka v plastenki in cevki, ter opazujemo, kako se voda dviga in na kateri višini se dviganje ustavi. Če imamo na voljo še infrardeči termometer, lahko spremljamo spreminjanje odvisnosti višine vode v slamici od temperature zraka v plastenki in cevki. Če plastenko ne segrevamo z roko, ampak nad radiatorjem, hitro opazimo, da je navadna slamica za pitje sokov prekratka; takrat je treba vzeti daljšo cevko. Tudi če je prostor zelo hladen, navadna slamica ni dovolj dolga. Ko plastenko in posodo z vodo prenesemo v drug prostor, se stol-

pec vode dvigne, če je prostor hladnejši, in spusti, če je prostor toplejši. Zakaj? Če je prostor toplejši, se zrak v plastenki segreva, tlak zraka narašča in poriva stolpec vode navzdol, če pa je hladnejši, tlak v plastenki pada in vodni stolpec se dviga. Pri alkoholnih termometrih je drugače. Tam je alkohol v zaprti cevki. Nad alkoholnim stolpcem se dviga ali spušča zaradi raztezanja ali krčenja pri segrevanju ali ohlajanju. Tudi steklena cevka, v kateri je alkohol, se krči ali razteza, vendar je ta raztezek/skrček majhen v primerjavi z raztezkom/skrčkom alkohola. Stolpec alkohola v cevki se torej dvigne, če je temperatura prostora višja, in spusti, če je temperatura prostora nižja. Za boljšo vidljivost je navadno alkohol obarvan rdeče. Pri alkoholnem termometru je dvig stolpca povezan z višjo temperaturo, pri termoskopu pa z nižjo temperaturo, lahko bi rekli, da ima termoskop negativno skalo.

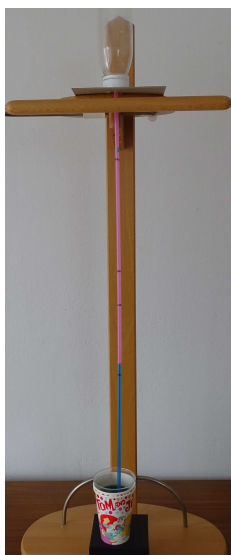
Določimo skalo termoskopa

Po nekaj začetnih meritvah smo hitro ugotovili, da mora biti temperatura vode v kozarcu ves čas meritev približno enaka. Zato smo kozarec izolirali z dvojnim papirnatim kozarcem in nanj postavili pokrovček. Prav tako mora biti tudi višina potopljenega dela cevke ves čas enaka, saj se z globino tlak večja, zato smo plastenko s cevjo in kozarcem pritrdili na stojalo, kot kaže slika 3.

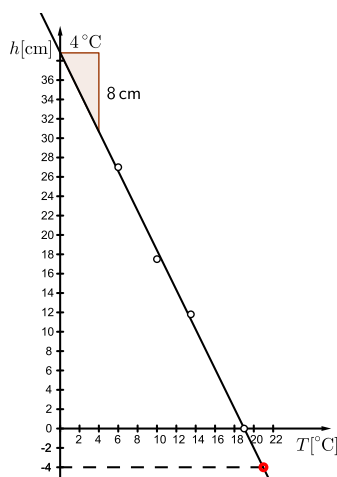
Določanje skale

Najprej smo plastenko segreli z roko, jo postavili v stojalo tako, da je bila cev skoraj do dna potopljena v kozarec z vodo. Ko se je vodni stolpec ustalil, smo označili nivo vode. Temperatura v prostoru je bila 19 °C. To je bila naša začetna točka. Nato smo termoskop s stojalom prenesli na stopnišče, v neogrevano sobo in na balkon. Temperature in višino stolpca smo zapisali v preglednico in narisali graf odvisnosti višine vodnega stolpca od temperature zraka v prostoru.

T[°C]	19	13,5	10	6
h[cm]	0	11,8	17,5	27

**SLIKA 3.**

Plastenko s cevjo smo obesili na stojalo in cev potopili v kozarec z obarvano vodo. Tudi kozarec smo pritrdili na podstavek stojala.

**SLIKA 4.**

Graf odvisnosti višine vodnega stolpca od temperature zraka. Rdeča točka je meritev po prenosu termoskopa v prostor s temperaturo 21 °C.

Ker smo graf risali z GeoGebro, je program sam narisal premico, ki se najbolj prilega meritvam. Iz grafa na sliki 4 razberemo, da se pri razliki tempera-

tur za 4 °C vodni stolpec dvigne ali spusti za 8 cm, odvisno, ali se temperatura zniža ali zviša. Višina stolpca se torej spremeni za 2 cm, če se temperatura spremeni za 1 °C. Za kontrolo smo po meritvi na balkonu termoskop prenesli v sobo, kjer je bila temperatura 21 °C. Zadnja meritev je prikazana na sliki 5. Stolpec vode se je ustalil 4 cm nižje kot pri začetnem merjenju pri 19 °C. Torej je skala dobro umerjena. Termoskop je po določitvi skale postal termometer.

**SLIKA 5.**

Višina vodnega stolpca pri 21 °C se je znižala za 4 cm glede na višino pri 19 °C, ki jo kaže rdeča črtica na cevki.

Termoskopa ne smemo dolgo zadrževati na mestih, kjer so nizke temperature, saj se lahko voda v kozarcu kljub izolaciji preveč ohladi, tlak v plastenki se močno zniža in plastenka se začne deformirati. Takrat se sliši pok in stolpec vode se hitro zniža.

V dobi digitalne tehnike je dobro vedeti, kako so osnovne merilne težave premagovali nekdaj. Pri ponovitvah starih poskusov pa si pridobimo tudi nekaj eksperimentalnih izkušenj. Uspešno merjenje vam želimo.

Literatura

- [1] J. Strnad, *O merjenju temperature in termometrih: Iz zgodovine fizike*, Presek 11 (1983/1984), 1, 34–39.

× × ×