

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik **20** (1992/1993)

Številka 4

Strani 194–196

Janez Strnad:

STEFANOVA STOLETNICA

Ključne besede: novice, Stefan, Jožef, biografije.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/20/1141-Strnad-Stefan.pdf>

© 1992 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2010 DMFA – založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.

STEFANOVA STOLETNICA

7. januarja je minilo sto let od smrti slovenskega fizika Jožefa Stefana, ki je odkril *zakon o sevanju*. To je edini fizikalni zakon, ki nosi ime po kakem Slovencu. Pot do njega je bila zavita in malo je Stefanu pomagala tudi sreča. Poskusimo na kratko opisati glavne korake na tej poti.

Stefana je zelo zanimala termodinamika, ki se je začela razvijati z odkritjem energijskega zakona sredi prejšnjega stoletja. Pozneje se je razvila *kinetična teorija plinov*, ki je lastnosti plinov pojasnila z zamisljivo, da jih sestavlja množica drobnih molekul. Te se hitro gibljejo in trkajo med seboj in s steno posode. Med drugimi pojavi so raziskali v njenem okviru tudi prevajanje toplote v plinu. Napovedi o tem pa ni bilo mogoče preskusiti. Dotlej še nikomur ni uspelo, da bi prevajanje toplote v plinu zajel z merjenjem.

Toplota prehaja s telesa na telo z nižjo temperaturo pri *prevajanju*, *konvekciji* in *sevanju*. Pri prevajanju prehaja skozi mirujočo snov, na primer skozi stene hladilnika. Pri konvekciji jo prenaša tok plina ali kapljevine, na primer pri sušenju las s sušilnikom. Sevanje lahko potuje tudi skozi prazen prostor, na primer s Sonca na Zemljo. Prevajanje toplote v plinu je mogoče raziskati, če izločimo konvekcijo in sevanje. Stefan je izmeril prevajanje toplote v tanki plasti zraka ali drugega plina med valjastima bakrenima posodicama (slika 1). Plast je bila tako tanka, da se v njej ni mogla razviti konvekcija, temperaturi obeh posodic pa sta se tako malo razlikovali, da je bilo sevanje zanemarljivo. Svoje ugotovitve je Stefan objavil v letih 1872 in 1875. Z njimi je podprl napovedi kinetične teorije plinov, med njimi tudi napoved, da prevajanje v plinu ni odvisno od tlaka.

Sevanje so tedaj opisovali z zakonom, ki sta ga leta 1817 postavila Francoza Pierre Louis Dulong in Alexis Thérèse Petit. Segreto dokaj veliko bučko živosrebrnega termometra sta zaprla v večjo hlajeno kroglasto posodo in opazovala, kako hitro se je ohlajala. Merjenje sta ponavljala pri vse nižjem tlaku in se nadejala, da sta izločila prevajanje in konvekcijo, ko je tlak padel na nekaj tisočin navadnega zračnega tlaka. Stefan je na osnovi svojih merjenj vedel, da sta se sicer izognila konvekciji, ne pa prevajanju.

Na pomanjkljivost Dulong-Petitovega zakona je Stefana opozorila ne navadno nizka temperatura sončnega površja, ki jo je napovedal zakon. Poskušal je najti boljši zakon. Postavil je domnevo, da je gostota energijskega toka, to je energija, ki jo izseva kvadratni meter površja segretega telesa v sekundi, sorazmerna s potenco absolutne temperature. To temperaturo z ničlo pri $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ so začeli uporabljati v kinetični teoriji plinov in je

Dulong in Petit še nista poznala. Zakaj je Stefan tako domneval, ni povedal.

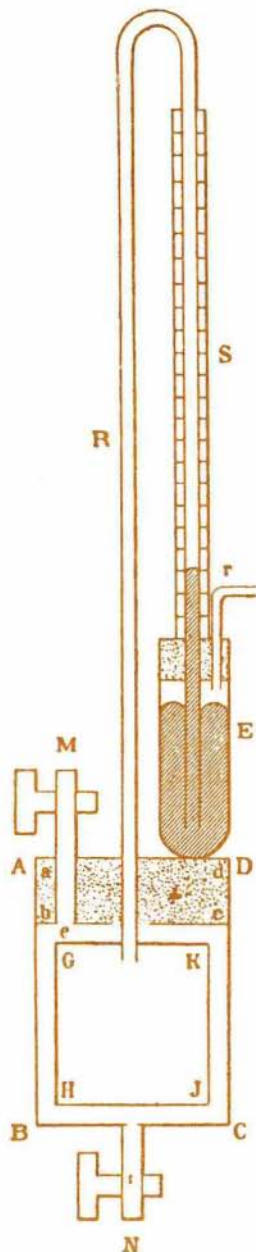
Irskega fizika in kemika Johna Tyndalla je zanimala infrardeča svetloba, to je nevidna svetloba z večjo valovno dolžino, kot jo ima rdeča svetloba. S termobaterijo je meril gostoto energijskega toka te svetlobe, ki ga je oddajala platinska žička, ko jo je segrel z električnim tokom. Toda niso ga zanimale podrobnosti in ni meril temperature, navedel je samo barvo, v kateri je žarela žička. Med drugim je ugotovil, da je gostota energijskega toka pri belem žaru žičke 11,7-krat večja kot pri temnem rdečem žaru.

Pisec uspešnega učbenika termodinamike Adolph Wüllner je navedbi barve dodal podatek o temperaturi: temno rdečemu žaru 525 °C in belemu žaru 1200 °C. Jožef Stefan je poznal podatka v učbeniku in je izračunal absolutni temperaturi: $(525 + 273)$ stopinj = 798 stopinj in $(1200 + 273)$ stopinj = 1473 stopinj. (Dandanes v tej zvezi ne govorimo o stopinjah, ampak o kelvinih.) Ugotovil je, da je moral razmerje temperatur potencirati s 4, da je dobil približno 11,7. Tako je prišel leta 1879 do zakona, ki ga imenujemo po njem:

$$j = \sigma T^4.$$

V njem je j gostota energijskega toka, T absolutna temperatura in σ *Stefanova konstanta*. Stefan je izračunal površinsko temperaturo Sonca in kot prvi dobil smiselni podatek okoli 6000 kelvinov.

Naprava, s katero je Jožef Stefan prvi izmeril toplotno prevodnost plinov. Med valjastima bakrenima posodica ma je bila tanka plast zraka ali kakega drugega plina. Notranja posodica je bila priključena na živossrebrni manometer. Stefan je napravo potopil v vodo s kosi ledu in opazoval, kako je pojernal tlak in z njim temperatura v notranji posodici.



Stefan je mislil, da njegov zakon samo nekoliko bolje opiše sevanje teles kot Dulong-Petitov. Toda pokazalo se je, da je zakon pomembnejši in velja popolnoma splošno, a le za telo, ki vse vpadlo sevanje absorbira. Tako telo, imenovali so ga *črno*, pri dani temperaturi od vseh teles najmočnejše seva. Stefanov učenec Ludwig Boltzmann je leta 1884 zakon izpeljal s termodinamičnimi prijemi. Podrobno raziskovanje sevanja črnega telesa je Maxa Plancka in druge fizike pripeljalo na prag *kvantne fizike*.

Jožef Stefan je bil kot fizik vsestranski: delal je poskuse, meril (pri toplotni prevodnosti plinov), računal (pri zakonu o sevanju) in segel na vsa območja tedanje fizike. Poleg tega je v mladosti pisal slovenske pesmi in poljudnoznanstvene sestavke in jih objavljajal v tedanjih revijah. Prvi je tudi opozoril na pomen Prešerna za Slovence.

Janez Strnad

Stefanova življenjska pot

24.3.1835 je bil rojen pri Sv.Petru, ki je zdaj del Celovca.

1845 začne obiskovati gimnazijo v Celovcu.

1857 opravi profesorski izpit in napiše prvo znanstveno razpravo.

1858 opravi strogi izpit in dobi naslov doktor.

1860 postane dopisni član akademije znanosti.

1863 postane najmlajši redni profesor na Avstro-Ogrskem.

1865 prejme Liebenovo nagrado ter postane redni član akademije znanosti in direktor fizikalnega inštituta na univerzi.