

STEFANOVO ŠTEVILO

JANEZ STRNAD

Fakulteta za matematiko in fiziko

Univerza v Ljubljani

PACS: 44.05.+e, 44.35.+c

Ob stopetinsedemdesetletnici Stefanovega rojstva seznam fizikalnih pojmov s Stefanovim imenom dopolnimo s Stefanovim številom. Stefanovo število so vpeljali z različnimi dogovori.

THE STEFAN NUMBER

At the 175th anniversary of Stefan's birth the list of concepts of physics containing Stefan's name is supplemented with the Stefan number. The Stefan number was even introduced by different conventions.

Ime Jožefa Stefana, najbolj znanega slovenskega fizika 19. stoletja, danes večkrat srečamo v fizikalni literaturi. Po njem imenujejo zakon, količine in pojave: *Stefanov* ali *Stefan-Boltzmannov zakon*, *Stefanova konstanta*, *Stefanova sila*, *Stefanov tok*, *Stefanova naloga*. Tem stalnim zvezam, o katerih je Obzornik že poročal, lahko dodamo še *Stefanovo število*.

Najprej so Stefanovo število¹ vpeljali kot razmerje med gostoto izsevanega energijskega toka in gostoto toplotnega toka pri prevajanju: $Ste = \sigma l T^3 / \lambda$ [1]. V števec postavimo gostoto izsevanega energijskega toka po Stefanovem zakonu $j = \sigma T^4$, v imenovalc pa gostoto toplotnega toka v plasti $j = \lambda \Delta T / l$. Pri tem je σ Stefanova konstanta, T temperatura segretega telesa, l debelina plasti in λ njena toplotna prevodnost. Na drugi meji plasti vzamemo temperaturo enako 0, tako da je $\Delta T = T$. V tem primeru pri velikem Stefanovem številu prevlada izmenjavanje toplote s sevanjem, pri majhnem pa izmenjavanje toplote s prevajanjem. Vendar se ime za to razmerje ni prijelo.

Stefana je zanimalo, kako se v mrazu debeli plast ledu na morju in je izide svojega računa primerjal s podatki odprav v polarne predele [2]. Pri tem je rešil *nalogo s premično mejo* [3]. Na tej podlagi je G. S. H. Lock vpeljal Stefanovo število drugače: kot razmerje med toploto, ki jo odda led, ko se

¹Za ta *števila* je značilno, da imajo enoto 1. Takih števil poznamo precej, na primer Reynoldsovo število $Re = l \rho v / \eta$, Prandtlovo število $Pr = \rho c_p / \lambda$. Z njimi si pogosto pomagamo, ker sta pojava v dveh merilih podobna, če sta ustrezni števili enaki.

ohladi za temperaturno razliko ΔT , in toploto, ki se sprosti, ko voda zmrzne: $Ste = c_p \Delta T / q_t$ [4, 5]. Pri tem je c_p specifična toplota ledu pri konstantnem tlaku, q_t talilna toplota in ΔT temperaturna razlika med mejo ledu in vode ter mejo ledu in zraka. Stefanovo število je uporabil le za sistem ledu in vode. Danes pa ga uporabljajo na splošno pri pojavih, pri katerih se talina strjuje ali trdnina tali. Pri velikem Stefanovem številu prevlada toplota, povezana z ohlajanjem, pri majhnem pa latentna toplota. Na Stefanovo število naletijo na primer, ko raziskujejo stacionarno in oscilatorno konvekcijo v vrteči se mešanici trdnine in kapljevine ali nastanek dendritov pri ohlajanju taline, in v številnih drugih zapletenih primerih. O tem se bralci lahko prepričajo na spletu. Včasih, a redkeje, vpeljejo Stefanovo število kot obratno vrednost omenjenega. V tej zvezi, a nekoliko manj pogosto, omenjajo tudi *Stefanov pogoj*. Ta velja v najsplošnejšem primeru, ko pri prehodu toplote na meji kapljevine in trdnine upoštevamo, da se razlikujeta njuni gostoti – in druge snovne lastnosti.

O Stefanovi vlogi v raziskovanju prenosa toplote je J. Crepeau zapisal: „*Ta skromni, delavni raziskovalec je trajno vplival na področje prenosa toplote. Pozornost zbuja, da je posameznik, o katerem tako malo vemo, tako pomembno prispeval k znanju o prenosu toplote s prevajanjem, konvekcijo in sevanjem.*“ [6]

LITERATURA

- [1] J. P. Catchpole in G. Fulford, *Dimensionless groups*, Industrial and Engineering Chemistry **58** (1966) 46.
- [2] J. Stefan, *Über die Theorie der Eisbildung, insbesondere über die Eisbildung im Polarmeere*, Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften **2 98** (1889) 965; Annalen der Physik und Chemie **42** (1891) 269.
- [3] J. Strnad, *Stefanova naloga*, Obzornik mat. fiz. **34** (1987), 207.
- [4] G. S. H. Lock, *On the use of asymptotic solutions to plane ice-water problems*, Journal of Glaciology **8** (1969) 285.
- [5] B. Šarler, *Stefan's work on solid-liquid phase changes*, Engineering Analysis with Boundary Elements **16** (1995), 83–92.
- [6] J. Crepeau, *Josef Stefan: His life and legacy in the thermal sciences*, Experimental Thermal and Fluid Science **31** (2007), 795–803.