

Usporedba termodinamičkih i mehaničkih pojmova

Franjo Sokolić

Prirodno-matematički fakultet, Split, Republika Hrvatska

Apstrakt. Obično se kaže da se pomoću statističke fizike termodinamičke veličine mogu izraziti preko mehaničkih veličina. To sugerira i sam naslov knjige Rudolfa Clausiusa Mehanička teorija topline iz 1879. Clausius je jedan od začetnika termodinamike i statističke fizike. Postavit ćemo pitanje: U kom su odnosu pojmovi mehanike, statističke fizike i termodinamike. Krenimo od pojma energije. U mehanici govorimo o kinetičkoj i potencijalnoj energiji, dok u termodinamici imamo unutarju energiju, entalpiju, te Helmholtzovu i Gibbsovu slobodnu energiju. Osim toga imamo još dvije veličine koje imaju dimenziju energije: rad i toplina. Rad koji vrši neka sila je mehanički pojam. S druge strane, toplina i s njom povezane veličine, kao što su temperatura i entropija su termodinamički pojmovi. Te se veličine mogu izraziti preko mehaničkih koristeći statistiku, jer je potrebno uvesti stohastičnost, odnosno nasumičnost. Međutim, da li je statistički pojam entropije identičan termodinamičkom? U statističkoj fizici entropija je mjera nereda, što je izraženo Boltzmannovom relacijom $S=k \ln W$ gdje je k Boltzmannova konstanta, a W termodinamička vjerojatnost. Da bi razumjeli što to točno znači moramo se osvrnuti na još jedan važan rezultat statističke fizike, a to je Liouvilleov teorem. On kaže da se gustoća reprezentativnih točaka mehaničkog sustava (opisanog Hamiltonovim jednadžbama) u faznom prostoru ne mijenja s vremenom. Budući da je termodinamička vjerojatnost W proporcionalna faznom volumenu, proizlazi da se entropija ne mijenja u vremenu. To je u suprotnosti sa drugim zakonom termodinamike koji kaže da entropija stalno raste. Termodinamička entropija je funkcija stanja i jednaka je kvocijentu količine topline izmijenjene sa okolinom pri reverzibilnom procesu i temperature pri kojoj se taj proces odvija. Tu je bitan pojam reverzibilnosti odnosno njezine suprotnosti, ireverzibilnosti, a ne nereda, jer termodinamika ne barata sa pojmom nereda ili nasumičnosti. Tako je, npr. besmisleno govoriti o velikoj entropiji neuredne sobe, jer nered u sobi nema veze sa entropijom. Entropija je, uz energiju, ključni pojam fizike. Nažalost, brkanjem različitih aspekata tog pojma, stvara se zabuna oko njegovog stvarnog značenja.