

Bírálat

Ván Péter

„Nemegyensúlyi termomechanika”

című akadémiai doktori értekezéséről

A termodinamika a fizika legátfogóbb elmélete, amely napjaink kutatóit, mérnökeit egyaránt segíti mindennapi munkájukban. Az alkalmazások mellett továbbra is állandó feladatokat ad alapkutatásokkal foglalkozó kutatók számára is. A termodinamika univerzalitása miatt napjainkban alapvető szerepet játszik az anyagszerkezeti kutatásokban is. A nemegyensúlyi termodinamika a múlt század 30-as 40-es éveiben született, s fogalomrendszerének tisztázása, alkalmazásainak kidolgozása a mai napig feladatokat ad a tématerület kutatóinak. A hatvanas évektől Magyarországon is nemzetközileg jegyzett kutatócsoportok kapcsolódtak ezekhez a kutatásokhoz, a teljesség igénye nélkül itt említtem meg Fényes Imre, Gyarmati István, Verhás József és Matolcsi Tamás nevét. Az említett kutatócsoportok, kutatók munkája, munkássága nagy hatással lehetett Ván Péter Jelöltre, aki elődei munkájának részbeni folytatásaként a nemegyensúlyi termomechanikát választotta kutatási területének. Disszertációjában összefoglalt munkássága eredeti eredményekkel járul hozzá a szakterület fejlődéséhez.

A disszertáció 173 számozott oldalt tartalmaz, amelyből 22 oldal előszó a témakör megértéséhez szükséges termodinamikai ismereteket taglalja, a dolgozat szerves részét képező függelék az irodalomjegyzékkel együtt 60 oldal terjedelmű. Mindez azt jelenti, hogy a Jelölt saját eredményeit közel 100 oldalon ismerteti. Ez a volumen megfelel az ilyen munkáknál elvárt terjedelemnek.

Az Előszó (első fejezet) tömören és közérthetően tekinti át a disszertáció megértéséhez szükséges elméleti alapokat. Bár disszertációjában a Jelölt egykomponensű rendszerekkel foglalkozik, a bevezetőben nem ártott volna néhány összefüggést (pl. Gibbs-Duhem reláció) többkomponensű rendszerekre is megfogalmazni. Néhány, a későbbiekben használt termodinamikai függvény (pl. entalpia, szabadenergia) definíciója is elfért volna ebben a fejezetben, megelőzendő a sorozatos definíciókat.

A második fejezetben a megfelelő történeti áttekintés után a Jelölt a Liu-eljárás alapján kidolgozott módszerét mutatja be a kontinuumfizika térben gyengén nemlokális elméleteiben az anyagi tulajdonságokat meghatározó konstitutív relációk meghatározására. A módszert alkalmazza a Ginzburg-Landau egyenlet és az extenzív belső változók fejlődési egyenlete az általános Cahn-

Hilliard-egyenlet levezetésére. Sajátos származtatást ad a két skalár belső változóval bíró termodinamikai rendszerek csatolt Ginzburg-Landau-egyenleteinek származtatására. A vezetési együtthatók közti relációk függvényében értelmezi az egyenlet tulajdonságait. Itt hívom fel a jelölt figyelmét arra, hogy a (2.58) egyenlet helytelen, annak a „b” változóra kell vonatkoznia. A továbbiakban egy általános folyadékmechanikai leírás után a nyomástenzorra vonatkozó termodinamikai kényszerek származtatásával jellemezte a Koteweg-folyadékok egy termodinamikailag megengedett családját. Fontos eredménynek tartom a Jelölt hővezetéssel kapcsolatos elméleti munkásságát, amelynek keretében az irreverzibilis termodinamika segítségével olyan hővezetési egyenletet származtatott (a dolgozatban a (2.170) egyenletet), amely magába foglalja a Fourier-egyenlet általánosításának konstitutív egyenleteit. (Ehhez csak két általános feltevésre volt szüksége.) Dolgozatában részletesen elemzi a különböző hővezetési formulák speciális esetként való visszanyerését. Egy alapjában véve elméleti munka keretében különösen értékesnek találom a Guyer-Krumhansl hővezetési egyenlet és a Fourier egyenlet hőimpulzus kísérleti eredményekkel történő összehasonlítását. Ezzel kapcsolatos kérdésemet a továbbiakban fogalmazom meg.

A harmadik fejezetben a Jelölt a relativisztikus disszipatív folyadékok elméleteit vizsgálja és megállapítja, hogy azok generikus instabilitása a termodinamikai alapok újragondolásával kiküszöbölhető. Értékes eredménynek tartom az Eckart-féle relativisztikus Gibbs-reláció általánosított változatának különböző származtatási módjait. Fontos eredmény továbbá az egykomponensű relativisztikus folyadékok generikus stabilitásának bizonyítása. Megállapította, hogy a stabilitás általános áramlás esetén is érvényes.

A disszertáció alapjában vége gondos munkának tekinthető, azonban néhány, általam vélt hiányosságra fel kell hívnom a figyelmet. Sokat könnyíthetett volna a dolgozatot olvasó (nem közvetlenül a szakterülettel foglalkozó) kollégák munkájában egy jelölésjegyzék. Ennek hiányában bizony nem könnyű követni a mintegy 450 számozott egyenletben megjelenő szimbólumok jelentését. A gépelési hibák száma viszonylag kevés, azonban van néhány olyan hiba, amely megnehezíti az opponens és az olvasók munkáját. Az irodalomjegyzék szerkesztésében keletkezett hiba/hibák miatt jó néhány oldalon (pl. 43, 53, 69, 77, 81) kérdőjelek jelennek meg a korrekt irodalmi hivatkozás helyett. A dolgozat nyelvezete megfelelő, de számomra határozottan zavaró a fajlagos térfogat „fajtérfogat”-ként való szisztematikus megnevezése. A magyar nyelvű szövegbe helyenként angol kifejezések is megjelennek pl. a 75. oldal 4. pontjában: Here  $C = a/\tau\alpha$ . Az ábrák száma a dolgozat témakörével összhangban viszonylag kevés, minőségük megfelelő, de pl. nem értem a 2.3 és 2.4 ábrák (80, 81 oldalak) hőmérséklet tengelyének jelölését, s megjegyzem, hogy az említett ábrák görbéinek jelölése nincs összhangban a 82. oldal 2.2 táblázatának feliratával.

A Jelölt doktori értékezésében ismertetett eredményeit 39 (=26+13) tudományos publikációban közölte, amelyek döntő többségében első szerzőként szerepel. Publikációit befogadó folyóiratok

többsége a szakterület rangos nemzetközi folyóiratai közé tartozik (pl. Journal of Non-Equilibrium Thermodynamics, Annalen der Physik, Europhysics Letters, Journal of Statistical Mechanics). Egy – a disszertáció témaköréhez kapcsolódó – társszerzővel írt könyvét „Internal Variables in Thermoelasticity” címmel a Springer is kiadta 2017-ben. A publikációira kapott hivatkozások a Jelölt eredményeinek elismertségét bizonyítják.

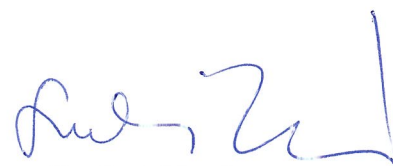
Ván Péter főbb eredményeit négy tézispontban és számos alpontban foglalta össze. Ezek mindegyikét elfogadom a Jelölt saját, új tudományos eredményeinek. Meg kell jegyeznem, hogy a tézisfüzetben a tézispontokhoz rendelt hivatkozások idézése teljesen különbözik a disszertációban megadott hivatkozási számoktól, így ezek kezelése komoly feladatokat adott az opponensnek.

A következő kérdésekre kérem a jelölt válaszait:

- 1) Milyen pontosan adja meg a dolgozat 78. oldalán adott peremfeltétel a hőimpulzus kísérletben alkalmazott villanófénylámpa impulzust? Hogyan határozta meg a fényimpulzus energiáját?
- 2) Az elektorreológiai folyadékok olyan fluidumok, amelyek külső elektromos tér hatására megváltoztatják (látszólagos) viszkozitásukat. Munkássága alapján milyen fejlődési egyenletet és konstitutív relációt javasolna az ilyen folyadékok áramlási viszonyainak tanulmányozására?
- 3) Mi az oka annak, hogy elméleti vizsgálatait csak egykomponensű rendszerekre végezte, s nem terjesztette ki azokat többkomponensű rendszerekre?
- 4) A maradék entrópiaáram nulla voltát több egyenlet származtatásakor is felhasználja (lásd (2.24), (2.34), (2.56) egyenletek), ami izotrop anyagok esetén teljesül is, meddig mehetünk el a megfelelő levezetésekben anizotrop anyagokat tanulmányozva?

Megállapítom, hogy Ván Péter eddigi munkássága során nemzetközileg elismert eredményekkel gazdagította a nemegyensúlyi termodinamika, termomechanika témakörét. Ezek alapján a védés kitűzését, és az MTA doktora cím odaítélését javaslom.

Veszprém, 2019. május 24.



Dr. Szalai István

az MTA doktora