

Bírálat

Ván Péter

### Nemegyensúlyi termomechanika

c. akadémiai doktori értekezéséről

A termodinamika, ahogyan a 19-20. században kialakult, fontos keretét adta a makroszkopikus testeken lejátszódó jelenségek leírásának, a „főtételek” bevilágító módon korlátozzák a lehetséges folyamatokat; az irreverzibilis termodinamika törvényei a folyamatok időbeli lejátszódásának is fontos szabályszerűségeit tárták fel. Azonban nem adnak teljes matematikai keretet a megvalósuló jelenségek kvantitatív előrejelzésére: ehhez az adott anyagok konkrét tulajdonságainak részletes ismeretére is szükség van.

A konkrét tulajdonságok egyszerűbb esetekben az egyensúlyi állapotegyenletet és az állapotfüggésük ellenére lineáris-lokális transzport-együtthatókat jelentik, ezekkel bánni a fizikusok nagyjából száz évvel ezelőtt már megtanultak. Azonban a körülöttünk levő anyagok sokasága nem tartozik az egyszerű esetek közé; ilyenkor a termodinamika használata bonyolulttá válik; ennek kezelésére szerteágazó, egymásnak sokszor ellentmondó kutatási irányzatok jöttek létre. Ezen a területen végzett kiterjedt, sikeres kutatómunkát Ván Péter, ezt mutatja be az MTA doktori fokozat elnyeréséért benyújtott értekezése.

Az értekezés igényes alaposággal mutatja be ezt a fizikusok számára nagyrészt idegen, mérnökök számára sokszor nehezen kezelhető, mégis fontos jelenségek megismerését és tervezését lehetővé tevő kutatási területet. Mivel láthatóan még sok tekintetben nem zárult le a konkurens megközelítések közötti vita, teljesen elfogadhatónak tartom az előadásmód sok helyen személyes, mégis objektivitásra törekvő jellegét. Ezt megengedve, azt kell mondanom, hogy szokatlanul magas színvonalú disszertációból ismerhettem meg ezt az érdekes területet. Néhány tekintetben talán még lehetne javítani az előadásmódon: bár a szerző komoly erőfeszítéseket tett a matematikai részletek függelékbe való tömörítésére, még mindig jócskán maradtak a főszövegben olyan részletek, amelyeket szívesebben hagytam volna második-harmadik olvasásra. A Liu tétel – Farkas lemma gondolatkörének bemutatása lehetne pedagógikusabb, egy minimális példából az általánosság felé haladó. Egy szóhasználatot is tisztázni kellene: emlékeim szerint a „fázismező” kifejezést egy magyar kutatók (Gránássy, Pusztai, Börzsönyi) által is intenzíven művelt kutatási területen

nagyon más értelemben használják, mint ebben az értekezésben. Ezekről eltekintve akár az értekezés könyv alakjában való publikálása is szóba jöhetne.

Az értekezés alapján röviden a következőkben foglalom össze Ván Péter hozzájárulását ehhez a kevesek által művelt területhez.

- A lehetséges megközelítések egyikét, a Liu-módszert részletes elméleti megalapozással, példák sorozatát kidolgozva hozzákapcsolta az irreverzibilis termodinamika klasszikus területeihez: a gyengén inhomogén, lokális egyensúlyhoz közeli rendszerek fizikájához.
- Rutinszerűen használható sémát dolgozott ki a belső változók kezelésére.
- Részletesen vizsgálta a klasszikusan feltártnál bonyolultabb rendszerek hővezetési tulajdonságait, meghatározó szerepe volt az eredmények kísérleti vizsgálatában.
- Meggyőző, ellentmondástól mentes leírását dolgozta ki a speciális relativitás elméletének megfelelő, disszipációt is tartalmazó termodinamikának.

A téziseket a benyújtott formában elfogadom. Az alábbi kérdéseket leginkább személyes érdeklődésem motiválja.

1. Tervezik-e a hővezetési kísérletek továbbfejlesztését, pl. izzólámpás melegítés helyett lézer használatát?
2. A mechanikai reológia eléggé bennsőséges viszonyt ápol a diszlokációk és szemcsehatárok mozgásáról felhalmozott ismeretekkel. Mennyire terjed ki ez a kapcsolat a termodinamikával gazdagított reológiára?
3. Kérem, magyarázza el, hogy a reológia bemutatott tárgyalásában milyen formában jelenik meg a maradandó képlékeny deformáció.
4. Tud mikroszkopikus mechanizmussal is alátámasztott példát mondani a duális változók használatára?
5. Kiterjeszthető-e az értekezésben bemutatott kutatási irányzat hosszútávú erőik hatására, amelyek pl. az erősen ionizált gázok és a fémekben szabadon mozgó elektrongáz viselkedésében sokszor meghatározó szerepet töltenek be?
6. Az Onsager-féle szimmetria-relációk mikroszkopikus magyarázata nem állt meg Onsager egyszerű változatánál, hanem hamarosan tovább ment az egyensúlyhoz közeli kontinuumok tárgyalására. A kulcs mindenütt az egyensúly körüli fluktuációk időtükrözési szimmetriája, és az időfüggő

korrelációs függvények termodinamikát követő lecsengése, ezt leginkább M. S. Green (1954) és R. Kubo (1957) munkájához szokták kötni. A korrelációs függvényekre óriási elméleti és kísérleti technikák épültek rá, amelyek rengeteg tudást halmoztak fel az alapkutatási célokra, kontrolláltan elkészített tiszta anyagok fizikájáról. Kérdésem: az értekezésben vizsgált terület érintkezik-e valahol ezzel a megközelítéssel?

A kérdésekre adott válaszoktól függetlenül, az értekezés és a tézisek alapján javaslom a munka nyilvános vitára bocsátását, és sikeres védelem esetén az MTA Doktora cím megadását.

Budapest, 2019 május 2.



Geszti Tamás

a fizika tudomány doktora