

# Uwagi wstępne, podstawowe pojęcia i koncepcja wykładów

## Podstawowe pojęcia

- Fizyka układów wielu ciał, czy też fizyka układów makroskopowych zajmuje się obiektami o liczbie stopni swobody dużo większej od jedności. Zwykle zakłada się, że owa liczba stopni swobody jest porównywalna z liczbą Avogadro  $N_A \approx 6 \cdot 10^{23}$ , lecz wypracowane metody działają zwykle i dla dużo mniejszych liczb.
- Opis mikroskopowy układu wielociałowego wymaga znajomości jego budowy wewnętrznej i dokonywany jest w terminach pojęć mechanicznych, odnoszących się do prostych struktur tworzących układ. Tak na przykład mikroskopowy opis gazu korzysta z praw mechaniki - klasycznej bądź kwantowej - rządzących zachowaniem atomów i cząsteczek gazu.
- Opis makroskopowy układu nie odwołuje się jego budowy mikroskopowej, lecz operuje pojęciami odnoszącymi się do całego układu - jego energii, gęstości, temperatury, itd., starając się uchwycić występujące między nimi relacje.
- Fizykę układów wielu ciał dzieli się zwykle na termodynamikę fenomenologiczną operującą wyłącznie pojęciami makroskopowymi i mechanikę statystyczną, której ambicją jest przedstawienie mikroskopowego opisu takich układów.
- Fundamentalną cechą układów wielociałowych jest ich dążenie do stanu równowagi termodynamicznej. Gdy stan ten jest osiągnięty, układ nie podlega dalszej ewolucji, jeśli tylko warunki zewnętrzne nie ulegają zmianie. Mówimy przeto o fizyce równowagowej, zajmującej się układami w stanie równowagi termodynamicznej, i o nierównowagowej, której głównym zadaniem jest zrozumienie owej dążności do równowagi.

## Zalecane podręczniki

1. Kerson Huang, *Mechanika statystyczna*, PWN, Warszawa 1978.
2. Kerson Huang, *Podstawy fizyki statystycznej*, PWN, Warszawa 2006.
3. Lew D. Landau, Jewgienij M. Lifszyc, *Fizyka statystyczna*, Część 1, PWN, Warszawa 2012.

## Koncepcja i układ wykładów

Fizyka układów wielu ciał rozwijała się początkowo jako nauka o cieple, która przybrała ostatecznie kształt termodynamiki fenomenologicznej. Nieznajomość struktury materii, a także rozpowszechnione przekonanie o zupełnie specyficznym charakterze praw rządzących zjawiskami cieplnymi utrudniał rozwój mechaniki statystycznej, której fundamenty powstały jednak nim jeszcze ugruntowała się atomistyczna teoria struktury materii. Filarami współczesnej fizyki statystycznej są mechanika statystyczna Gibbsa<sup>1</sup>, opisująca układy w równowadze, oraz teoria kinetyczna, stawiająca sobie za cel zrozumienie zjawisk nierównowagowych i szczególnie procesu osiągnięcia stanu równowagi termodynamicznej.

<sup>1</sup>Josiah Willard Gibbs (1839 - 1903) - amerykański fizyk teoretyk.

Z fizycznego punktu widzenia byłoby pewnie najlogiczniej zacząć wykład od teorii kinetycznej, traktując układy równowagowe jako przypadek szczególny. Prezentację termodynamiki fenomenologicznej, jako autonomicznej teorii zjawisk cieplnych, można by pominąć, wprowadzając wielkości termodynamiczne od razu na gruncie mechaniki statystycznej. Wydaje mi się jednak, że takie lub podobne podejście, które można znaleźć w licznych podręcznikach, utrudnia objaśnienie pewnych pojęć i koncepcji fizyki statystycznej oraz degradowuje termodynamikę, która, choć pomija strukturę wewnętrzną układów fizycznych, przedstawia zaskakująco bogaty opis zjawisk cieplnych.

W niniejszych wykładach zamierzam podążać najbardziej tradycyjną, mocno wydeptaną drogą. Zacznę więc od termodynamiki, omawiając jej trzy prawa i ich konsekwencje. Następnie zajmę się mechaniką statystyczną Gibbsa klasyczną i kwantową, wprowadzając zespoły mikrokanoniczny, kanoniczny i wielki kanoniczny. Przedstawię kilka zastosowań, aby pokazać mechanikę Gibbsa w działaniu. Najwięcej uwagi zamierzam poświęcić teorii kinetycznej, prezentując, w szczególności, słynne *twierdzenie H* i wyprowadzenie hydrodynamiki z teorii kinetycznej. Na zakończenie wykładów zajmę się ruchami Browna jako przykładem procesu stochastycznego. Tematyka kolejnych wykładów wygląda następująco:

1. termodynamika,
2. mechanika statystyczna Gibbsa,
3. teoria kinetyczna,
4. procesy stochastyczne.