



МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА

– розділ *фізики*, що вивчає фізичні явища на молекулярному структурному рівні, розглядаючи атом як безструктурну частинку — точковий силовий центр. М. ф. має давню історію. У сучас. вигляді сформульована понад століття тому.

У *квантовій механіці* існує т. зв. адіабатичне наближення. Це нульове наближення за малим параметром, яким є відношенням мас електрона та ядра. У цьому наближенні сили взаємодії між атомами виражаються через потенціал, що відповідає енергії електрон. конфігурації атомів у найнижчому енергетич. стані. Ця особливість адіабатич. наближення дозволяє розглядати атом як точк. силовий центр. Саме така спрощена модель атома і покладена в основу М. ф., де фіз. систему розглядають як сукупність точк. силових центрів, що взаємодіють. Часто роль силового центра виконує група атомів або невеликих молекул. Очевидно, що макроскопічну поведінку фіз. системи диктує електронно-ядерна структура атомів. М. ф. при вивченні тієї чи ін. фіз. системи не зважає на електрони та ядра. Але це зовсім не означає, що М. ф. ігнорує вплив структури атомів (вплив на поведінку системи відбувається опосередковано — через потенціал між атом. взаємодії, вигляд якого визначається згаданою структурою). У зв'язку із використаною моделлю атома, очевидно, що квант. ефекти залишаються поза увагою М. ф., і її теор. основою є класична статистична фізика.

У фізиці визначають природу явищ, що відбуваються в навколиш. світі. Подібне завдання стоїть і перед М. ф., тільки в цьому розділі мету формулюють як визначення молекуляр. механізму явищ. Розв'язувати поставлене завдання М. ф. здатна лише в рамках тієї спрощеної моделі матерії, що покладена в її основу. Такою моделлю є раніше згадана модель силових центрів. Тому вислів «встановити молекуляр. механізм явища» означає вияснити, як в процесі протікання того чи ін. явища змінюється в просторі й часі розташування силових центрів, що складають досліджувану систему.

Кількість макроскопіч. явищ незліченна, отже, існує необхідність класифікувати ту величезну кількість конкрет. проблем, з якими стикається М. ф., тобто об'єднати в окремі підрозділи ті задачі, що мають певні спільні ознаки. Нині існує 3 способи класифікації.

Перший спосіб полягає в об'єднанні тих проблем, що розв'язують подіб. методами або певним окремим методом. При застосуванні цього способу класифікації один із підрозділів складають задачі, пов'язані з дослідж. мех. властивостей міцності, пружності, в'язкості, в'язкопружності, а точніше, із дослідж. молекуляр. механізмів, що обумовлюють ці властивості.

Необхідним елементом експерименту з вивчення мех. властивостей є дія зовн. мех. сили. Залежно від характеру дії останньої в даному підрозділі можна виділити окремі класи задач, а саме: залежність сили від часу є неперіодич. функцією — такі задачі об'єднують під назвою «молекулярна реологія»; на систему діє періодична сила з інфразвук. частотою, це– сфера діяльності методу внутр. тертя; якщо ж йдеться про звук. та ультразвук. частоти, то тут мають справу із *молекулярною акустикою*. В ін. підрозділі (його називають молекуляр. теплофізикою) об'єднано задачі з вивчення тепл. властивостей: теплоємності, тепл. розширення, теплопровідності. Як відомо, перераховані тепл. властивості є наслідком тепл. руху. Зрозуміло, що у зв'язку з прийнятою в М. ф. моделлю, йдеться про властивості, зумовлені тепл. рухом атомів чи молекул. Ще один підрозділ складають задачі, де досліджують електричні властивості: електропровідність та діелектрична релаксація. І знову згадана модель накладає на тип таких задач певні обмеження: це задачі, де фігурують точк. силові центри. Особливість останніх для даного підрозділу в тому, що серед них можуть бути заряджені центри — іони. До М. ф. належать також деякі задачі, що стосуються магніт. властивостей. Це дослідж. молекуляр. рухомості методом ядер. магніт. резонансу. В окремий розділ виділяють задачі, в яких вивчають розсіяння речовиною різних типів випромінювання: світла (в цьому випадку вживають термін «*молекулярна оптика*»), рентгенів. та нейтрон. випромінювання. Об'єднує ці задачі одна спільна риса: розсіяння розглядають як результат взаємодії випромінювання з точк. силовими центрами, що в цьому випадку називають центрами розсіяння. Саме це й дозволяє віднести згадані задачі до сфери М. ф.

Другий спосіб класифікації задач М. ф. — за фазовими станами речовини. При застосуванні цього способу одним із підрозділів є *фізика газів*. Ще один підрозділ — *фізика твердого тіла*. Йдеться про кристалічні та аморфні тверді тіла. Тут варто знову підкреслити, що мова йде лише про задачі, в яких атом виступає як безструктурна частинка. Тому доцільним було б говорити в такому випадку про М. ф. твердого тіла. Сюди відносять вивчення тепл. властивостей. Характерно, що для кристалів вживають спец. терміни: «ґратчаста теплоємність», «ґратчаста теплопровідність» — для зазначення того факту, що такі властивості обумовлені тепл. рухом атомів як цілого. Дослідж. мех. властивостей твердого тіла має свою специфіку. Вони знач. мірою визначаються поведінкою дефектів структури — вакансій, дислокацій та ін. Відповідно теорія утворення цих дефектів посідає одне з чільних місць в М. ф. твердого тіла. По-

рівняно із фізикою газів та М. ф. твердого тіла нині найактуальнішими є проблеми *фізики рідкого стану*. У цьому підрозділі вивчають два класи речовин: рідини та рідинні системи. До першого класу зараховують атомарні, молекулярні, іонно-електронні та іонні рідини; до другого класу – розчини: ізотопні, атомарні, молекулярні та іонні; рідинні суміші (серед них особливого значення у зв'язку із застосуванням у медицині мають суміші, що містять фулерени та нанотрубки); колоїдні системи (піни, емульсії, суспензії, колоїдні системи з саморганізацією), рідкі кристали. Досліджують нерівноваж. і рівноваж. стани згаданих систем. Для рівноваж. стану рідин осн. зусилля зосереджено на вивченні його найважливішої характеристики — рівнянні стану — залежності між об'ємом системи, тиском і т-рою. Для рідин. систем до цих величин додаються концентрації речовин, що входять до складу системи. При перевищенні певної т-ри, яку називають критичною, виникає критич. стан речовини, в якому зникає різниця між газом і рідиною. Особливістю критич. стану є той факт, що в околі критич. точки сильно флюктуують макроскопічні параметри, що описують поведінку системи. Умови існування тієї чи ін. фази, виникнення критич. стану вивчає *фізика фазових переходів*. При контакті областей, що знаходяться в різних фазових станах, побл. поверхні контакту виникають примеж. шари з особливою структурою. Дослідж. поведінки цих структур складає зміст *фізики поверхневих явищ*.

При застосуванні третього способу класифікації об'єднують проблеми, спільні для певного класу об'єктів дослідж., або навіть виділяють в окремий підрозділ все, що стосується певного окремого об'єкта. Це спосіб класифікації за типом речовини (об'єкта). Прикладом підрозділу М. ф., що відповідає певному класу речовин, є *фізика рідких кристалів*. Спільна риса цього класу речовин – стержнеподібна форма їхніх молекул. Саме ця обставина диктує специфіку поведінки згаданих речовин: анізотропію властивостей і, як наслідок,

здатність до орієнтації під дією електрич. та магніт. полів, що спричиняє широке застосування рідких кристалів у техніці. Ще одним прикладом підрозділу такого типу може бути *фізика полімерів* та біполімерія. Тут спільною є ланцюг. будова молекул. Такий ланцюг може мати різні конфігурації. Завдяки знач. довжині ланцюга число конфігурацій величезне. Цей факт і визначає спільні риси в поведінці таких, здавалося б, різних молекул, як, напр., молекула поліетилену, синтезована в лабораторії, і молекули, що їх створила природа: білки та ДНК. М. ф. націлена на визначення молекуляр. природи явищ навколиш. світу. Таким явищем є людина, що як і всі інші об'єкти навколиш. світу, має певну атомно-молекулярну будову. То ж пізнання цієї будови, за логікою речей, також мусить входити в сферу діяльності М. ф. Відповід. підрозділ — *фізика людини*, або молекулярна мед. фізика. Прикладом «вторгнення» М. ф. в межі медицини може слугувати встановлення молекуляр. механізму електрозварювання живих тканин. Деякий час незрозумілим залишалося питання, що утримує тканини після закінчення процесу електрозварювання. Це питання вирішили на молекуляр. рівні. Виявилось, що в процесі електрозварювання в зоні контакту зварюваних тканин встигає утворитися полімерна колагенова сітка, спільна для обох тканин. Саме ця сітка і не дає можливості тканинам роз'єднатися, забезпечуючи їх подальшу регенерацію в зоні зварювання.

Зазвичай, у випадку, коли система в цілому знаходиться в нерівноваж. стані, її розглядають як певну сукупність, де встигає встановитися локал. рівновага, і називають фіз. нескінченно малим об'ємом. У *фізиці суцільних середовищ* розмір цієї області вважають нескінченно малою величиною. Відповідно фіз. нескінченно малий об'єм перетворюється в матем. нескінченно малий об'єм. Нині це частинка суціль. середовища, матеріал. точка континуума. Систему нерівностей $L \ll \lambda$

Бібліографічний опис:

Молекулярна фізика / Л. А. Булавін, Ю. Ф. Забашта // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.]; НАН України, НТШ. — К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2025. — Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-891254>

2001-2025 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України (докладніше).