

**АКТИВІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ
СТУДЕНТІВ ВИЩИХ НАВАЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ І-ІІ РІВНЯ
АКРЕДИТАЦІЇ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ РОЗДІЛУ „ОСНОВИ
МОЛЕКУЛЯРНОЇ ФІЗИКИ ТА ТЕРМОДИНАМІКИ”**

В статті розглядаються основні шляхи активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів з фізики у ВНЗ І-ІІ рівня акредитації, а також розглянуто особливості вивчення теми „Основи молекулярної фізики та термодинаміки” з точки зору активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів з фізики.

Ключові слова: активізація навчально-пізнавальної діяльності, вивчення фізики, молекулярна фізика, термодинаміка.

Basic methods of activation of students' educational cognitive activity in physics of high educational establishment with I-II grade of accreditation are considered. Some peculiarities in studying on the theme "Principles of Molecular Physics and Thermodynamics" are also considered.

Key words: activation of educational cognitive activity, studying physics, molecular physics, thermodynamics.

Вивчення курсу фізики в ВНЗ І-ІІ рівня акредитації економічного профілю починається з розділу „Основи молекулярної фізики та термодинаміки” в обсязі 38 – 42 години. Одним з головних завдань розділу є поглиблення знань студентів про будову та властивості речовини й теплових явищ, початкові відомості про які вони одержали в основній школі.

Порівняно з вивченням основ атомно-молекулярних уявлень в основній школі, цей етап вивчення молекулярної фізики й термодинаміки характеризується більш широким охопленням наукових понять і явищ, пов'язаних з рухом і взаємодією молекул, кількісним описом їхніх

властивостей, подальшим розвитком понять „внутрішня енергія”, „кількість теплоти” і „температура”, використанням закону збереження енергії стосовно до теплових процесів, поглибленням знань про перехід речовини з одного агрегатного стану в інший.

У цьому розділі студенти більш докладно знайомляться з основами молекулярно-кінетичної теорії, яка пояснює теплові явища, будову й властивості тіл на основі поняття про молекули, їхню взаємодію та рух (мікроскопічний рівень), а також з елементами термодинаміки, що пояснює теплові явища на макроскопічному рівні. Слід зазначити, що застосування молекулярно-кінетичного (статистичного) і термодинамічного методів до пояснення теплових явищ є досить ефективним і сприяє більш глибокому осмисленню навчального матеріалу. Одночасно це дає можливість переконати студентів в тому, що в науці існують різні методи дослідження фізичних явищ [7, С. 23].

Вивчення в курсі фізики теплових явищ як з макроскопічної, так і з мікроскопічної точок зору дозволяє познайомити студентів з новими для них статистичними закономірностями (частковими випадками яких є закони молекулярно-кінетичної теорії газів з поняттями про середні значення фізичних величин і поняттям імовірності) і їхніми особливостями порівняно з динамічними закономірностями, суть яких зумовлена причинно-наслідковими зв'язками фізичних явищ. Таким чином, ми маємо можливість сформулювати у свідомості студентів якісно новий, більш високий рівень пізнання явищ і законів природи [1, С. 40].

Завдання молекулярної фізики – вивчення на основі молекулярно-кінетичних уявлень властивостей газів, рідин, твердих тіл, а також фазових перетворень. На відміну від першого ступеня вивчення фізики, де більша частина питань вивчається на елементарному якісному рівні, у вищих навчальних закладах I-II рівня акредитації ці питання, і особливо молекулярно-кінетична теорія газів, приводять до виявлення кількісних закономірностей. Останнє знаходить своє відображення у вивченні та аналізі

основного рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу і його використання для пояснення газових законів.

Тут варто відмітити, що при вивченні газових законів можливі два методичних шляхи: дедуктивний і індуктивний. У першому випадку на основі положень молекулярно-кінетичної теорії й з урахуванням фізичної моделі ідеального газу одразу виводять основне рівняння кінетичної теорії газів для тиску (рівняння Клаузіуса). Із цього рівняння одержують рівняння стану ідеального газу (рівняння Менделєєва-Клапейрона), з якого вже як окремі випадки одержують всі закони для ідеальних газів. Правильність цих висновків у кожному випадку підтверджується дослідом.

У другому випадку послідовно вивчають закони Бойля - Маріотта, Гей-Люссака, Шарля, потім їх узагальнюють і одержують рівняння Менделєєва-Клапейрона. Цим законам дають якісне молекулярно-кінетичне тлумачення. Далі незалежно від вивчення цих питань виводять основне рівняння кінетичної теорії газів для тиску й з нього встановлюють зв'язок між термодинамічною температурою й середньою кінетичною енергією хаотичного поступального руху молекул. Всі газові закони при цьому вивчають на дослідній основі [2, С. 25].

Ці методичні підходи припустимі при вивченні газових законів. Але, на нашу думку, перший шлях ефективніший, тому що він дає деяку економію часу, що досить важливо при наявній кількості годин.

Перед вивченням характеристик газоподібного стану речовини доцільно повторити вихідні положення молекулярно-кінетичної теорії, згадати їх дослідні обґрунтування, уточнити поняття речовини (його структурні форми), молекули, кількості речовини, молярної маси, відносної молекулярної маси, сил молекулярної взаємодії й т.д. Ці основні поняття молекулярної фізики будуть часто використовуватися у процесі подальшого вивчення курсу.

В студентів поняття речовини часто асоціюється лише з поняттям молекули. Щоб уникнути подібної помилки, необхідно розглянути

структурні форми речовини, які досліджуються в курсі фізики (рис. 1), і на основі цього зробити висновок, що речовина як вид матерії є певною сукупністю частинок: молекул, атомів, іонів.

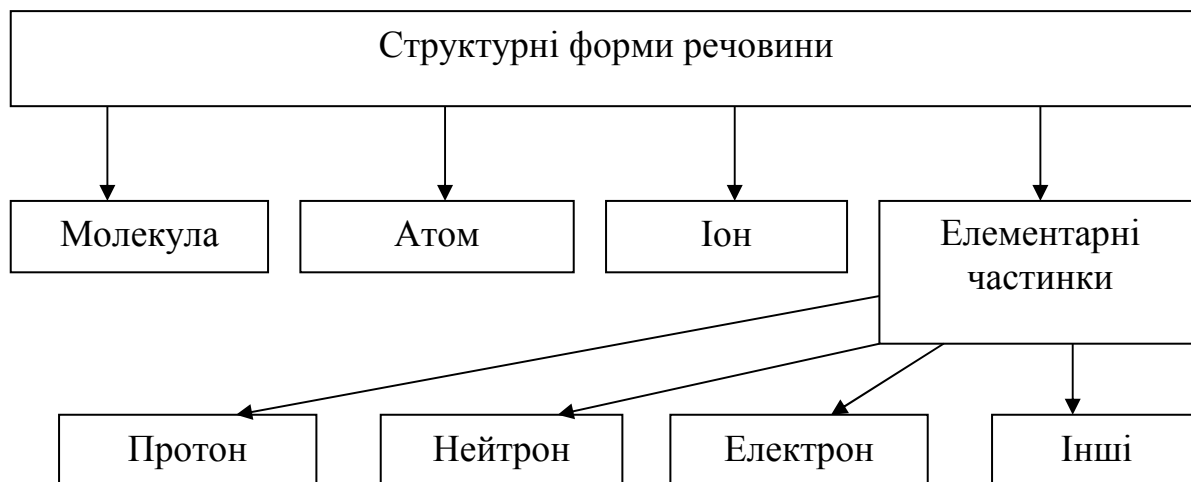


Рис 1. Структурні форми речовини, які вивчаються в курсі фізики

Тому необхідно пояснити, що речовина може мати різну структуру, не тільки молекулярну. Так, багато речовин, наприклад алмаз, графіт, германій, кремній складаються з атомів; інші речовини, наприклад скло, сіль, мідний купорос, сода складаються з іонів (наприклад, кухонна сіль – з позитивних іонів натрію й негативних іонів хлору, що чергуються в кристалічній ґратці). Всі метали мають ґратку, утворену позитивними іонами, і вільні електрони, що „блукають” всередині ґратки (електронний газ). Це не виключає того, що безліч речовин складається з молекул, наприклад вода (лід), бром, оксид вуглецю (вуглекислий газ і його кристалічний стан – „сухий лід”), а також всі органічні сполуки, наприклад нафталін, полімери й т.п. Крім того, що речовина може перебувати у твердих, рідких, газоподібному станах, вона може знаходитися у вигляді плазми – суміші позитивно заряджених іонів, ядер атомів і електронів.

Переходячи до визначення молекули, варто підкреслити, що молекула не має тих же фізичних властивостей, якими володіє макроскопічна система як сукупність молекул. Температура, тиск, в'язкість і багато інших властивостей тіл – це властивості сукупності, а не окремих молекул.

Говорячи про хімічні властивості речовини, також не слід їх повністю ототожнювати із властивостями окремих молекул. Тому прийняте наразі визначення молекули як найменшої частинки речовини, що володіє хімічними властивостями даної речовини, недостатньо коректне. Молекули – носії хімічних властивостей речовини, але навряд чи слід вважати, що їхні хімічні властивості тотожні з хімічними властивостями речовини.

При вивченні сил молекулярної взаємодії важливо відзначити, що одночасно діючі сили притягання й сили відштовхування по різному залежать від міжмолекулярних відстаней. Розрахунки показують, що сила притягання $F_{np} \propto \frac{1}{r^7}$, а сила відштовхування $F_{om} \propto \frac{1}{r^{13}}$, звідси можна зробити висновок, що на дуже малих відстанях (практично в мить зіткнень) переважає сила відштовхування, а на більших відстанях — сила притягання. Практично обидві сили дорівнюють нулю на відстані двох – трьох діаметрів молекул.

Розгляд залежності сил притягання й відштовхування між молекулами є необхідною умовою для підготовки студентів до вивчення будови рідких, газоподібних і твердих тіл. Саме на цій основі можливо якісно пояснити відмінність властивостей речовини в газоподібному, рідкому й твердому станах.

Тема „Основи кінетичної теорії газів” дозволяє показати студентам спосіб побудови фізичної теорії, заснованої на модельних уявленнях досліджуваної системи, познайомити їх із застосуванням статистичного методу для обчислення макроскопічних властивостей газу (тиску, температури, енергії), а також найважливіших характеристик молекул. Теорія повинна бути сприйнята учнями і як наукова система, і як метод дослідження.

Насамперед необхідно показати студентам, що основне завдання молекулярної фізики – встановлення зв'язку між макровеличинами, що характеризують властивості макросистеми, і середніми значеннями

мікроединиць, що характеризують властивості окремих частинок, - не може бути виконане методами класичної механіки. По-перше, тому, що ми не можемо написати рівняння руху молекул, оскільки нам невідомі початкові умови руху молекул і сили, що діють на них. По-друге, тому, що ми не можемо одночасно описати рух всіх молекул, які займають певний об'єм. Але найголовніше полягає в тому, що сукупність великої кількості молекул має властивості (тиск, температура), якими не володіють окремі молекули. Ці обставини переконують у тому, що для кількісного опису властивостей системи молекул потрібні методи, відмінні від методів класичної механіки. Такі методи були знайдені й названі статистичними. В основі їх лежить математична теорія ймовірностей, з елементами якої учні ВНЗ I-II рівнів акредитації знайомляться в курсі математики, але значно пізніше проходження даного розділу курсу фізики. Тому основні поняття теорії ймовірностей (випадкова подія, ймовірність події, статичний розподіл, середнє значення випадкової величини) тут можуть бути дані на якісній основі із використанням життєвого досвіду студентів і певних наочних приладах (наприклад, дошки Гальтона) [6, С. 68]. Все це відіграє і певну професійно спрямовуючу роль для майбутніх економістів.

При вивченні елементів термодинаміки в студентів розвиваються уявлення про термодинамічний стан теплової системи, про її параметри й рівняння стану. Важливо відзначити, що в термодинаміці зазвичай розглядаються тільки рівноважні стани, тобто стани системи, у всіх частинах якої її параметри (p , V , T) не змінюються в часі або змінюються дуже повільно. Рівняння стану ідеального газу Менделєєва-Клапейрона $pV = \frac{m}{M} RT$ й наслідки з нього виконуються тільки для рівноважних станів системи. Поняття теплової рівноваги дозволяє дати термодинамічне й молекулярно-кінетичне тлумачення температури й показати способи її вимірювання.

З рівняння Менделєєва-Клапейрона можна легко одержати всі газові закони (Бойля - Маріотта, Гей-Люссака, Шарля) при відповідній фіксації одного з параметрів.

При вивченні рівняння стану ідеального газу необхідно звернути увагу студентів на такі факти.

1. Оскільки рівняння Менделєєва – Клапейрона підтверджується дослідом і було виведено з основного рівняння кінетичної теорії газів, то вихідні передумови для виведення основного рівняння (модель ідеального газу, пружні зіткнення молекул зі стінками посудини) і сам висновок правильні.

2. Для реальних газів при більших розрідженнях, тобто коли можна знехтувати міжмолекулярними силами взаємодії й загальним об'ємом молекули, можна застосовувати рівняння Менделєєва – Клапейрона.

3. Рівняння Менделєєва – Клапейрона характеризує стан ідеального газу при тепловій рівновазі, а не процес, тому що перехід з одного стану в інший супроводжується зміною параметрів газу. При цьому в різних частинах об'єму газу той самий параметр буде різним.

4. Рівняння стану ідеального газу можна застосовувати не лише при вивченні газів, але й при вивченні ненасиченої пари.

При вивченні теплових явищ на макроскопічному рівні використовуються два емпіричних закони – закони термодинаміки.

Перший закон термодинаміки є законом збереження й перетворення енергії для теплових процесів. З нього можна зробити висновок, що дві форми передачі енергії (теплопередача й робота) еквівалентні. Це положення розкривається студентам при ознайомленні їх з поняттям внутрішньої енергії, яка є функцією стану системи. Перший закон термодинаміки для кінцевої зміни стану системи математично виражається так: $\Delta U = A + Q$.

Із цього рівняння слідує, що зміна внутрішньої енергії ΔU термодинамічної системи дорівнює сумі роботи зовнішніх сил A і наданої системі кількості теплоти Q . Якщо $A=0$ й $Q=0$, то $\Delta U=0$ й $U = const$, тобто

внутрішня енергія ізольованої термодинамічної системи залишається величиною сталою. Ці два положення є формулюваннями першого закону термодинаміки.

Перший закон термодинаміки можна записати у вигляді рівняння $Q = \Delta U + A$. У цьому випадку його формулюють так: надана системі кількість теплоти Q йде на збільшення внутрішньої енергії системи ΔU й на здійснення цією системою роботи A .

Другий закон термодинаміки має велике пізнавальне й світоглядне значення і є законом про спрямованість фізичних процесів при перетворенні різних видів енергії. Враховуючи важливість цього закону, слід ознайомити студентів з різними формулюваннями цього закону: теплота самочинно не може переходити від тіла з меншою температурою до тіла з більшою температурою (формулювання Клаузіуса); неможливо створити вічний двигун другого роду (формулювання Томсона), тобто такий термодинамічний процес, єдиним результатом якого було б перетворення теплоти в роботу внаслідок охолодження тіла. Далі на конкретних прикладах варто роз'яснити студентам ідею про спрямованість і тим самим – необоротність теплових процесів.

Наприклад, при роботі теплових двигунів енергія, отримана від нагрівача, лише частково йде на корисну роботу, а інша частина передається холодильнику. Ця частина енергії втрачена для даного двигуна, але без неї він не може працювати.

Розкриваючи перед студентами сутність законів термодинаміки, варто вказати й межі їхнього застосування.. Як відомо, закон збереження енергії виконується для всіх без винятку явищ у макросвіті й мікросвіті, чого не можна сказати про закони термодинаміки. Пояснюється це тим, що закони термодинаміки встановлюють відмінність між двома формами передачі енергії: роботою (макрофізична форма передачі енергії) і теплопередачею (мікрофізична форма передачі енергії, яка характеризується кількістю теплоти). Тому нижня межа визначається мікросистемами, які порівнюються

з розмірами молекул, коли для них відмінність двох форм передачі енергії зникає й поділ процесів на оборотні і необоротні втрачає фізичний зміст. При переході ж до явищ у Всесвіті перший закон термодинаміки зберігається, а другий закон – ні, тому що тут не можна застосувати поняття „замкненої системи”. Інакше кажучи, другий закон термодинаміки має верхню межу застосування.

Нижньою межею застосування другого закону термодинаміки є наявність флуктуації – мимовільних відхилень мікроскопічних областей від рівноважного стану. Типовим проявом флуктуації тиску є броунівський рух, вивчення якого передбачено програмою.

Таким чином, перший і другий закони термодинаміки можна застосувати лише до макроскопічних систем, що складаються з великої кількості часток (атомів, молекул, іонів).

При вивченні молекулярної фізики й термодинаміки широко використовуються уявні й речовинні моделі. До уявних моделей відносяться: ідеальний газ (молекули приймаються за матеріальні точки, між якими відсутня взаємодія), ідеальна рідина (абсолютно пружна, без внутрішнього тертя), абсолютно пружне тверде тіло. При розгляді реальних газів молекули уподібнюються кулькам, зв'язаним спадаючими з відстанню силами притягання. Для демонстрації внутрішньої структури кристалів використовується просторова ґратка, яка відображає впорядкованість у розташуванні частинок певного виду, а іноді і їхнє взаємне положення відносно один одного.

До речовинних моделей відносяться модельні досліди для демонстрації броунівського руху, тиску газу на стінки посудини, різних процесів у газах і т.д.

Використання різного роду моделей при вивченні основ молекулярної фізики й термодинаміки значно полегшує сприйняття студентами досить абстрактного матеріалу досліджуваного розділу [3, С. 284].

Вивчення молекулярної фізики й основ термодинаміки дозволяє познайомити студентів з застосуванням законів фізики в у сучасній техніці й виробництві. Молекулярна фізика є науковою основою матеріалознавства, а термодинаміка – теплотехніки. Тому наукові досягнення в галузі молекулярної фізики дозволяють створювати нові матеріали із задалегідь заданими фізико-хімічними й фізико-механічними властивостями. Використання законів термодинаміки дає можливість підвищення ККД теплових двигунів, економного розподілу енергії в технологічних процесах і термічній обробці металів і т.д.

На закінчення відзначимо, що розглянутий розділ курсу фізики є одним з найбільш складних у методичному відношенні. Немає єдиної думки про його структуру та послідовність вивчення тем. У методичній літературі обговорюється питання про те, із чого починати вивчення даного розділу: з молекулярно-кінетичної теорії будови речовини, що пояснює теплові явища на основі понять про рух і взаємодію молекул, або феноменологічної теорії – термодинаміки, що дає пояснення явищ на макроскопічному рівні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дембіцька С.В., Яблочников С.Л. Забезпечення якості навчального процесу в руслі концепції профільного навчання. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Проблеми дидактики фізики та шкільного підручника фізики в світлі сучасної освітньої парадигми. – 2006. – Вип. 12. – С. 39 - 41.

2. Заботин В.А. Развитие мышления учащихся при изучении физики // Физика в школе. – 2003. – № 6. – с. 24-29.

3. Корсун І.В., Сиротюк В.Д. Роль методів та організаційних форм навчання в активізації навчально-пізнавальної діяльності старшокласників. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету:

Серія педагогічна: Проблеми дидактики фізики та шкільного підручника фізики в світлі сучасної освітньої парадигми. – 2006. – Вип. 12. – С. 283 - 285.

4. Людмила Липова, Лідія Морозова, Ірина Філоненко. Особливості навчальної діяльності в профільному класі. // Шлях освіти. – 2006 - №1 – С.35-41.

5. Марина Піщалковська. Профільне навчання: основні етапи // Директор школи. Україна. – 2006 - №7 – С.50-53.

6. Михайло Сечняк. Профільне навчання в ліцеї. // Директор школи, ліцею, гімназії. – 2006 - №3 – С.67-69.

7. Україна. Міністерство освіти і науки. Інструктивно методичні рекомендації щодо вивчення шкільних дисциплін у новому 2007/2008 н.р. // Інформаційний збірник міністерства освіти і науки України. – 2007 – № 22-24.