

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія економіки, соціально-гуманітарних та
фундаментальних дисциплін**

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

**з навчальної дисципліни «Фізика»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**

**272Авіаційний транспорт
Оператор безпілотних літальних апаратів**

за темою - Основи кінетичної теорії газів

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 22.02.2024 №2

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного
коледжу Харківського
національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 17.01.2024 №6

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з гуманітарних та соціально-
економічних дисциплін
Протокол від 22.02.2024 №2

Розглянуто на засіданні циклової комісії економіки, соціально-гуманітарних та фундаментальних дисциплін, протокол від 05.01.2024 №14

Розробник:

Викладач циклової комісії економіки, соціально-гуманітарних та фундаментальних дисциплін, Пузир М.С.

Рецензенти:

- 1.Доцент кафедри автомобілів та тракторів Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, кандидат технічних наук, доцент Черниш А.А.*
- 2.Начальник відділу організації наукової роботи та гендерних питань КЛК ХНУВС, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Владов С.І.*

План лекції

1. Основи молекулярно-кінетичної теорії речовини. Фізична модель ідеального газу.
2. Теловий рух. Броунівський рух
3. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеальних газів.

Рекомендована література:

Основна

1. Дмитрієва В. Ф. Фізика: навчальний посібник / В. Ф. Дмитрієва. – К.: Техніка, 2008. – 608 с.

Додаткова

2. Курс фізики : навчальний посібник / [Зачек І. Р., Кравчук І. М., Романишин Б. М., Габа В. М., Гончар Ф. М.]. – Львів : Видавництво «Бескид Біт», 2002. – 376 с.
3. Волков О. Ф. Курс фізики ; у 2-х т. – Т.1: Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. Електростатика. Постійний струм. Електромагнетизм : навчальний посібник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів / О. Ф. Волков, Т. П. Лумпієва. – Донецьк : ДонНТУ, 2009. – 224 с.
4. Волков О. Ф. Курс фізики ; у 2-х т. – Т.2: Коливання і хвилі. Хвильова і квантова оптика. Елементи квантової механіки. Основи фізики твердого тіла. Елементи фізики атомного ядра : навчальний посібник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів / О. Ф. Волков, Т. П. Лумпієва. – Донецьк: ДонНТУ, 2009. – 208 с.
5. Збірник задач з фізики : навчальний посібник / [Лопатинський І. Є., Зачек І. Р., Серeda В. М., Крушельницька Т. Д., Українець Н. А.]. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2003. – 124с.

Текст лекції

1. Основи молекулярно-кінетичної теорії речовини. Фізична модель ідеального газу

Основні положення молекулярно-кінетичної теорії

Розділ фізики, що вивчає залежності будови і фізичних властивостей тіл від характеру руху і взаємодії між частинками, з яких складаються тіла, називають молекулярною фізикою.

Вчення про те, що всі тіла складаються з окремих частинок - атомів.

виникло у Стародавній Греції в IV ст. до н. е. Основоположником атомістичної теорії був філософ Демокріт. Погляди Демокріта` природно, дуже далекі від сучасних уявлень, але вони мали велике значення у розвитку фізики. Серед видатних філософів-фізиків, які вивчали молекулярну будову речовини, особливу роль відіграли праці великого російського вченого М. В. Ломоносова. Він розглянув питання обертального руху молекул і пояснив теплові` явища в цьому виді руху. Ломоносов заперечував учення про теплець, що панувало тоді, - деяку невагому рідину, яка нібито визначала теплові властивості тіл, а твердив, що "теплота полягає у внутрішньому русі матерії.

Основні уявлення, висловлені М. В. Ломоносовим, були потім розвинуті Л. Больцманом, Р. Клаузіусом` Дж. Максвеллом, Ж. Гей-Люссаком, А. Авогадро та ін. Численні дослідження, виконані цими вченими, дали можливість сформулювати основні положення молекулярно-кінетичної теорії. В основі теорії лежать три важливі положення, підтверджені експериментально і теоретично.

1. Усі тіла складаються з найдрібніших частинок – атомів молекул, до складу яких входять ще дрібніші елементарні частинки (електрони, протони, нейтрони). Будова будь-якої речовини дискретна (переривчаста).

2. Атоми і молекули речовини завжди перебувають у безперервному хаотичному русі.

3. Між частинками будь-якої речовини існують сили взаємодії – притягання і відштовхування. Природа цих сил слетромагнітна.

Ці положення підтверджуються явищами дифузії, броунівського руху, особливостями будови і властивостями газів, рідин, твердих тіл та іншими явищами.

2. Теловий рух. Броунівський рух

Тепловий рух

Дослідні дані, які лежать в основі молекулярно-кінетичної теорії, є наочним доказом молекулярного руху і залежності цього руху від температури. На відміну від механічного руху нагрівання чи охолодження тіл може призвести до зміни їхніх фізичних властивостей. Так, від значного охолодження вода перетворюється в лід, а нагрівання металу до високих температур перетворює його не тільки в рідину, а й у газ.

Перебіг теплових процесів безпосередньо пов'язаний із структурою речовини, тому теплові явища можна використати для пояснення будови речовини, а будова речовини, у свою чергу, дає нам уявлення про фізичний зміст теплових явищ.

Щоб пояснити ці процеси і навчитись керувати ними, треба встановити закони, яким підпорядковані зміни, що відбуваються з тілами під дією теплоти. Ці закони описують теплову форму матерії.

Броунівський рух

У 1827 Р. Англійський ботанік р. Броун, вивчаючи внутрішню будову рослин за допомогою мікроскопа, встановив, що частинки твердої речовини у рідкому середовищі здійснюють безперервний хаотичний рух. Аналогічний рух можна спостерігати через мікроскоп, якщо розглядати дим, крапельки жиру у воді або частинки твердого тіла, що зависли в рідині чи газі. Тепловий рух завислих у рідині (або газі) частинок назвали броунівським рухом. Було встановлено, що швидкість броунівських частинок залежить від їх розмірів і температури. Чим вища температура і менші розміри, тим швидше рухаються частинки. Причиною броунівського руху є безперервний хаотичний рух молекул рідини або газу, які. Безладно вдаряючись з усіх боків об завислі в рідині (газі) частинки, надають їм руху.

3. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеальних газів

Тиск виникає` внаслідок ударів молекул об стінки посудин.

Розглянемо поведінку однієї довільно взятої молекули і ідеального газу, що є' в посудині` яка має форму куба. Нехай v_i - її швидкість, напрямлена перпендикулярно до стінки посудини, а m_i - маса. Під час пружного удару молекула надасть стінці імпульс $m_i v_i$, після удару її імпульс дорівнюватиме - $m_i v_i$. Отже, імпульс молекули зміниться на

$m_i v_i - (-m_i v_i) = 2 m_i v_i$ другим законом Ньютона,

$$F_i T_i = 2 m_i v_i.$$

Якщо в кубі, довжина ребра якого дорівнює l , є n молекул, то внаслідок безладного руху молекул і рівноймовірності всіх напрямів можна вважати, що $n/3$ молекул рухається вздовж осі x , $n/3$ - уздовж осі y , $n/3$ молекул - уздовж осі z .

Щоб знайти середню силу тиску газу, треба обчислити суму імпульсів усіх молекул об стінку за певний час. Від удару до наступного удару об ту саму грань молекула проходить шлях,` який в середньому дорівнює $t_i = 2l/v_i$. Визначаємо тепер середню силу, з якою на одну із стінок посудини діє одна молекула. У рів підставимо час t_i між двома ударами $F_i = (2l/v_i)$, звідки

$$F_i = \frac{m_i v_i^2}{2l} \quad \text{або} \quad F_i = \frac{m_i v_i^2}{l}.$$

Молекули газу рухаються з різними швидкостями ($v_1, \dots, v_2, \dots, v_3, \dots$), отже, вони надають стінці посудини й різних імпульсів. Візьмемо який-небудь один напрям руху молекул (наприклад, уздовж осі x). Між двома протилежними гранями куба в цьому напрямі рухається $n/3$ усіх молекул, і сумарна сила ударів об одну грань

$$F = \frac{1}{3} \left(\frac{m_1 v_1^2}{l} + \frac{m_2 v_2^2}{l} + \dots + \frac{m_n v_n^2}{l} \right).$$

В ідеальному газі $m_1 = m_2 = \dots = m_n = m$, тому

$$F = \frac{1}{3} \frac{m}{l} (v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2).$$

Помноживши і поділивши праву частину рівності на n , дістанемо

$$F = \frac{1}{3} \frac{mn}{l} \left(\frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2}{n} \right).$$