

некоторых шифров подстановки и перестановки с реализацией их алгоритмов на языке программирования Python. Приведены программные коды рассмотренных методов шифрования и дешифрования.

Ключевые слова: методика обучения, открытый текст, шифротекст, шифрование, дешифрование, секретный ключ, шифр подстановки, шифр перестановки, язык программирования Python.

TEACHING CHARACTER DATA ENCRPTION IN THE SYSTEM OF AN APPLIED LINGUIST TRAINING

Riezina Olga

The article highlights the peculiarities of teaching methods to encrypt character data in the process of training future specialists in Applied Linguistics. The topicality of the theme has been defined in consideration of the importance of the commercial and personal communication security question. The basic terminology has been outlined. A possible approach to studying some substitution and transposition ciphers and applying their algorithms to a computer program has been suggested. The Python programming language has been defined as an effective means of processing character data. Program codes of the discussed methods to encrypt and decrypt data have been revealed.

Keywords: teaching methods, plaintext, ciphertext, encrypt, decrypt, secret key, substitution cipher, transposition cipher, Python programming language.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Резіна Ольга Василівна – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри інформатики Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Коло наукових інтересів: дослідження можливостей використання ресурсів мережі Інтернет у науковій, дослідницькій та навчальній діяльності; технології опрацювання текстових даних; технології дистанційного навчання.

УДК 53(07) 535

ПРОБЛЕМИ НАВЧАННЯ НЕРІВНОВАЖНИХ ПРОЦЕСІВ

Садовий Микола

Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка

***Анотація.** Стаття присвячена важливій проблемі дослідження розвитку нерівноважних, відкритих, неізольованих систем. Проаналізовано рівноважні процеси, чотири начала термодинаміки. Визначені межі їх застосування. У статті встановлено, що упродовж кількох останніх десятиліть фізики, хіміки і біологи зуміли наблизитись до розуміння процесів формування структур у відкритих системах, тобто системах, які обмінюються речовиною й енергією з оточуючим середовищем. Відповідь на питання про причини та загальні закономірності самоорганізації міститься в термодинаміці незворотних процесів, або ж, як її прийнято називати, нерівноважній термодинаміці. Величезною заслугою нерівноважної термодинаміки є усвідомлення того факту, що нерівноважність може бути причиною порядку. У статті приведено порівняння рівноважних та нерівноважних систем, механізм утворення локальних лінійних нерівноважних систем та перспективи їх розвитку.*

***Ключові слова:** нерівноважний, рівноважний, термодинаміка, відкрита система, історія розвитку досліджень.*

Постановка проблеми. Із великих наукових досягнень двох минулих століть своєю особливою специфічною направленістю виділяється еволюційна теорія Ч. Дарвіна і феноменологічна термодинаміка. Перша обґрунтувала розвиток живої матерії від нижчих форм до вищих, тобто ускладнення організації в процесі еволюції. Це передбачає дезорганізацію або руйнування наперед заданої структури в ізольованій системі під час її еволюції до стану рівноваги. Тобто еволюційна ідея ХІХ ст. виникла у вигляді двох протилежних форм – у вигляді теорії «створення структури» Ч. Дарвіна і теорії «руйнування структур», якою є класична термодинаміка. Як наслідок виникла проблема: як доповнити класичну термодинаміку теорією «створення структури». Така проблема належить до числа фундаментальних у природничих науках, а пояснення виникнення структур є однією з найважливіших цілей наукового пізнання.

Упродовж кількох останніх десятиліть фізики, хіміки і біологи зуміли наблизитись до розуміння процесів формування структур у відкритих системах, тобто системах, які обмінюються речовиною й енергією з оточуючим середовищем. Відповідь на питання про причини та загальні закономірності самоорганізації міститься в термодинаміці незворотних процесів, або ж, як її прийнято називати, нерівноважній термодинаміці. Величезною заслугою нерівноважної термодинаміки є усвідомлення того факту, що нерівноважність може бути причиною порядку. Таким чином, уперше вдалось «перекинути» місток і встановити зв'язок між протилежними властивостями. Виявилось, що незворотні процеси у відкритих системах можуть приводити до виникнення нового типу динамічних станів матерії – дисипативних (нерівноважних) систем, які самоорганізуються. При цьому джерелом нововведень у системі, тобто джерелом структурної еволюції, є флуктуації, які «каталізують» механізм нестійкості, що у свою чергу, приводить до формування нової просторо-часової структури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Минуло більше 150 років як виникли два напрямки розвитку термодинамічних систем: напрямок С. Карно (замкнуті системи) та напрямок Ж. Фур'є (відкриті системи). Перший із них успішно розвивався і знайшов своє відображення у роботах І.П. Базарова, В.Ф. Леонової, О.М. Матвеева, В.Ф. Ноздрьова, О.Д. Шебаліна.

Другий напрямок набув розвитку починаючи з 40-х років минулого століття і дійшов апогею у 1979 р., коли І.Р. Пригожину було присуджено Нобелівську премію. Визначних успіхів у розробці теоретичних та практичних питань досягли А.К. Кікоїн, І.К. Кікоїн, М.О. Леонтович, Л.С. Келдиш, І.Є. Тамм та ін.

У методиці навчання фізики рівноважні процеси вивчаються у шкільному курсі фізики у розділі «Молекулярна фізика та термодинаміка». Вважається, що така методика розглянута досконало О.І. Бугайовим, С.У. Гончаренком, І.О. Морозом, Є.О. Несмашним, С.М. Стадніченко та ін.

Нерівноважні процеси практично у шкільному курсі фізики мало розкриті, а тому є потреба у розвитку методики навчання нерівноважних процесів у курсі фізики загальноосвітніх навчальних закладів, що і визначило мету даної статті.

Методи дослідження: аналіз літератури з проблеми дослідження, метод історичного дослідження, узагальнення та систематизація фактів.

Виклад основного матеріалу. Із усього розмаїття макроскопічних об'єктів, які використовуються у повсякденному житті поняття роботи у феноменологічній термодинаміці вивчає макроскопічні об'єкти, які знаходяться тільки в стані термодинамічної рівноваги. А для таких станів поняття часу не суттєве. Тому для опису стану термодинамічних систем поняття часу не використовується. Зокрема, такий стан описується рівнянням Клапейрона-Менделєєва, що об'єднує закони Бойля-Маріотта, Гей-Люссака і Шарля $p\Delta V = \frac{m}{\mu} R\Delta T$, де p – тиск газу, ΔV – зміна об'єму даного газу, R – універсальна газова стала, ΔT – зміна температури. У статистичній фізиці дане рівняння має вигляд $p\Delta V = Nk\Delta T$, де k – постійна Больцмана, N – кількість частинок. У нього також не входить поняття часу.

У цьому сенсі про звичайну термодинаміку говорять як про термостатику. Термін «термодинаміка» введений у класичну фізику в 1854 році В. Томсоном. Він замінив на термодинаміку початкову назву цієї дисципліни «Механічна теорія теплоти». В образній формі таке положення фізики формулюють у вигляді виразу «термодинаміка не знає часу» [8].

Отже, часовий напрям у рівноважній термодинаміці не претендує на роль фундаментального поняття. Головною проблемою нерівноважної термодинаміки є розробка методів термодинамічного аналізу таких процесів. У класичній механіці основними поняттями є «координати» й «імпульс». Із законів класичної фізики Ньютона випливає детермінізм, за якого з відомих початкових умов можливо передбачити закономірності руху та зворотності часу: між передбаченням майбутнього та відновленням минулого немає жодної відмінності. Тоді можна було б стверджувати, що напрям часу – це «всього лише феноменологія».

Термодинаміка аналізує стан системи рівнянням Менделєєва-Клапейрона чи молекулярно-кінетичної теорії газу. Основними її поняттями є «робота» і «теплота». У термодинаміці поняття роботи A має свій початок у механіці газів $\Delta A = F\Delta h = p\Delta V$, а тому її фізичний стан визначений. Вона не є функцією стану і відповідно повним диференціалом функції та чотирьох аксіомах (началах), подібно аксіомам Евклідової геометрії. Аксіоми визначені з узагальнення набутого досвіду [4].

Перше начало випливає з закону збереження енергії (лікарів за фахом) Ю. Майєра, Г. Гельмгольца і (пивовара) Д. Джоуля.

Друге начало випливає з робіт С. Карно, В. Томсона, Р. Клаузіса (ввів поняття ентропії). А. Зомерфельд детально розглянув поняття ентропії, а Гіббс об'єднав перше та друге начало $dU = Tds - dA$, де U – внутрішня енергія, S – ентропія. Дане співвідношення узагальнює рівноважну термодинаміку і властиве для оборотних процесів. Термодинамічна рівновага для класичної фізики поняття специфічне і вимагає введення нової фізичної величини – температури. Фізичний зміст цього поняття випливає з кінетичної теорії теплового руху частинок. За рівноваги – це середня енергія теплового руху. В узагальненій формі температура є мірою середньої енергії теплового руху молекул. Друге начало термодинаміки визначає напрям протікання процесів у природі.

Поняття «теплота» пов'язане зі способом передавання енергії, без зміни зовнішніх параметрів [1, с. 25].

Теплова теорема Нернста є третім началом термодинаміки, яке говорить, що незалежно від того в якому рівноважному стані знаходиться система за абсолютного нуля температури приріст ентропії (міри безпорядку у системі) прямує до граничного значення [6].

Четверте начало термодинаміки свідчить про те, що макроскопічна система за незмінних зовнішніх умов завжди самостійно приходить в стан рівноваги: параметри системи не змінюються, для порушення її рівноваги необхідний зовнішній вплив [11]. Це означає, що в ізольованій системі незалежно від початкових умов у ній встановиться термодинамічна рівновага, а відповідно – однакова температура.

Таким чином, у стані термодинамічної рівноваги система «не пам'ятає минулого», а описує те, що є. Термодинаміка незворотних процесів виникла як результат поступового розвитку й узагальнення класичної термодинаміки і феноменологічної кінетики. Чітке розділення рівноважних та нерівноважних процесів

здійснилося майже через 100 років їх паралельного існування та розвитку. Перші роботи, які заклали фундамент класичної термодинаміки і термодинаміки незворотних процесів, з'явилися майже одночасно.

У 1822 р. вийшла робота Ж.Б.Ж. Фур'є «Аналітична теорія тепла». У ній він встановив загальні закони теплопровідності і математично їх обґрунтував через похідні, хоч за основу брав теорію теплороду. Висловив ідею відкритої неізолюваної системи [3].

На два роки пізніше, у 1824 р., була надрукована робота С. Карно «Роздуми про рухому силу вогню». У ній вчений сформулював положення про еквівалентність роботи і теплоти (перше начало). Показав, що корисну роботу можна отримати тільки при переході тепла від нагрітого тіла до більш холодного (друге начало), ввів поняття кругового і оборотного процесів [2, с. 182].

Таким чином, час і похідні часу містились тільки в праці Ж. Фур'є; у дослідженні С. Карно час не фігурував. Минули роки, перш ніж стало зрозуміло, що термодинаміка фактично є термостатикою, а рівняння Фур'є-Ома-Фіка і Нав'є-Стокса – ембріон майбутньої нерівноважної термодинаміки. Тривалий час лише зрідка друкувалися праці, в яких робились спроби знайти рівняння, які містили б похідні часу, вирази, що відображали б незворотність [12].

Характеристика принципу Больцмана вдало дана А. Зоммерфельдом: «Висічена на пам'ятнику Больцману на Віденському кладовищі ця формула панує на фоні хмарин, що плывуть над могилою великого Больцмана. Неважливо, що сам Больцман ніколи не писав цієї формули. Це зробив Планк у першому виданні лекцій з теорії теплового випромінювання (1906 р.). Планку же належить введення сталої k . Сам Больцман говорив тільки про пропорційність між ентропією і логарифмом ймовірності станів. Термін «принцип Больцмана» був введений Ейнштейном» [5].

Розвиток термодинаміки реальних агрегатних станів: стиснених газів, рідин, кристалів, термодинаміка хімічних процесів у розплавах та концентрованих розчинах, термодинаміка оптичних явищ й сильно стиснутих газових фазах привів до створення термодинаміки нерівноважних, неізолюваних систем, фізики нерівноважних станів, самоорганізації та дисипативних структур. Таким чином, парадокс часу заставив звернутися до проблеми ролі «законів природи», адже саме незворотності часу вимагає існування таких утворень як вихори у газодинаміці, лазерне когерентне випромінювання та всі інші нелінійні явища.

Для вивчення нерівноважних процесів, як і у рівноважних системах, складаються рівняння балансу, але вже у відкритій системі для маси, енергії, імпульсу, ентропії складових елементів цієї системи. Такі рівняння розглядаються спільно з рівняннями, які описують функціонування системи. І.Р. Пригожин звернув увагу на порушення другого начала термодинаміки при розгляді таких систем. Звідси і пішла термодинаміка нерівноважних систем. Дослідження вченого привели до висновку, що до таких систем належать і жива природа. Друге начало термодинаміки нічого не говорить про те, що відбувається в неізолюваних системах, які є відкритими для обміну енергією та речовиною з зовнішнім середовищем. Тому для опису таких систем недостатньо традиційних параметрів функцій стану. Тут має місце швидкість зміни системи у часі та просторі, іншого статусу набуває поняття часу, його спрямованість. Крім цього виникають градієнти температури, концентрації потоків, а відповідно порушується симетрія та статистична рівновага. Термодинамічний опис рівняннями Менделєєва-Клапейрона чи рівняннями молекулярно-кінетичної теорії втрачає зміст. У системі, де здійснюється обмін, наприклад, енергією не можна оперувати поняттями температури. Одночасно у такій системі є намагання повернути її у стан рівноваги згідно четвертого начала термодинаміки. В одержаній відкритій нерівноважній системі постійно здійснюється протиборство між потоками переносу енергії та речовини, які порушують рівновагу та напрям протікання процесів, які намагаються повернути систему до стану рівноваги. Такі протиборства приводять до створення у системі, що розглядається, локальних (всередині системи) областей термодинамічної рівноваги. Таку ідею виникнення локальних ділянок рівноваги вперше висловив І.Р. Пригожин. На основі цього можна описувати широкий клас явищ із незворотними потоками, що мають невеликі градієнти лінійними функціями опису термодинамічних сил. Тоді говорять про лінійну термодинаміку незворотних процесів. Тут має місце поєднання лінійного співвідношення взаємних потоків енергії, речовини та сил із навколишнім середовищем із нелінійною нерівноважною термодинамікою. До початково нерівноважних систем відносяться дифузія масопереносу, теплопереніс, проходження струму.

Коли має місце невелике відхилення термодинамічної системи від рівноважного стану, то потоки теплоти, електричних зарядів, частинок через речовину пропорційні градієнтам відповідних термодинамічних змінних. Їх значення у певній точці простору та у часі можна обрахувати за рівняннями та термодинамічними потенціалами рівноважної термодинаміки. Розділ фізики, де розглядаються такі процеси, називається лінійною нерівноважною термодинамікою. Закони збереження відображаються рівняннями неперервності. Термоелектричні явища у твердих тілах створюються градієнтом не лише температури, а й градієнтом потоків заряджених частинок (електричним струмом). В цьому зв'язку принцип Онсагера відображає фундаментальну закономірність таких процесів, згідно якого матриця кінетичних коефіцієнтів є симетричною.

Розгляд ефекту Зеебека щодо виникнення електрорушійної сили в нерівномірно нагрітому провіднику з точки зору нерівноважних процесів є оберненим до ефекту Томсона, коли виділяється тепло за проходження струму. Зв'язок між реакцією термодинамічної системи на зовнішнє збурення та затуханням

флуктуацій системи виражається теоремою про флуктуативно-дисипативну взаємодію.

Отже, друге начало термодинаміки, яке ще називається законом не спадання ентропії говорить, що еволюція термодинамічних систем забезпечує збільшення порядку в них, що привело деяких учених до ідеї теплової смерті, коли всі процеси завершилися. Проте у природних явищах перемога порядку над хаосом є продовженням життя. Закон не спадання ентропії не працює для відкритих термодинамічних систем, які далекі від рівноваги. Тоді можливий притік негативної ентропії, і стають дозволеними процеси самоорганізації. В цьому випадку виникають складні впорядковані структури, які вивчаються у теорії самоорганізації.

Таким чином, термодинаміка нерівноважних процесів є загальновизнаною фізичною теорією макроскопічного опису нерівноважних процесів. Вона здатна описати динаміку теплоти, гідродинамічні швидкості та концентрації компонентів суміші. У таких процесах термостатика є безсилою. Термодинаміка нерівноважних процесів здатна досить точно дослідити процеси зростання ентропії, обчислити її кількість у кожній визначеній для цього одиниці об'єму простору та в одиниці часу, врахувавши кінетичні властивості через введення коефіцієнтів.

І.Р. Пригожин довів реальність існування нерівноважних термодинамічних систем, які за визначених умов, поглинаючи масу й енергію з навколишнього простору, можуть здійснювати якісний стрибок до ускладнення. Такі структури названі дисипативними. Особливістю є те, що такий стрибок є передбачуваним, виходячи з класичних законів статистики. Такі системи названі ім'ям Пригожина. Вчений у 1947 р. довів теорему про мінімум виробництва ентропії у відкритій системі: за зовнішніх умов, що перешкоджають досягненню системою рівноважного стану, стаціонарний стан системи відповідає мінімальному виробництва ентропії.

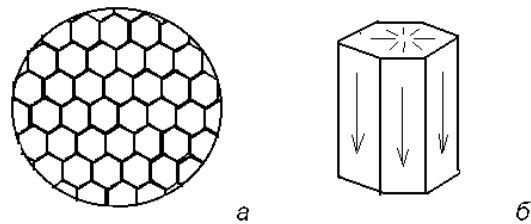


Рис. 1. Осередки Бенара: а) загальний вид структури; б) окремий осередок

Нерівноважність може слугувати джерелом організації й порядку на основі математичної моделі з незалежними від часу нелінійними функціями, які описують обмін із зовнішнім середовищем енергією та речовиною і спонтанно себе вивести зі стану рівноваги. Цей висновок знайшов своє використання в органічній хімії, і відомий як нестабільність Бенара, коли шари легкокорухомого рідкого середовища підігрівають знизу. За високих температурних градієнтів через рідину передається тепло і велике число молекул рідини утворюють фігури, які нагадують бджолині соти, рис. 1 [15].

Така структура одержана у ртуті, яку налили на широку плоску посудину. Коли градієнт температури перевищує критичне значення, стовпик ртуті розпадається на вертикальні шестигранні призми, де встановлюється певне співвідношення між стороною та висотою призми. По центру призми рідина піднімається, а біля вертикальних граней вона опускається. Між нижньою та верхньою поверхнями рідини виникає різниця температур $\Delta T = T_2 - T_1 > 0$. Для докритичних різниць температур рідина залишається у спокої. З нижніх шарів тепло передається верхнім за рахунок теплопровідності. Коли температура підігріву досягає критичного значення $T_2 = T_{кр}$, виникає конвекція. Утворюється дисипативна структура.

За рівноваги температур $T_2 = T_1$, $\Delta T = 0$. Якщо підводити тепло до нижнього шару короткочасно, температура стає однорідною. Збурення затухає і стан зберігається стійким.

Коли підігрів здійснюється тривалий час аж до критичного стану, відбувається перенесення тепла знизу доверху, а потім випромінювання у зовнішнє середовище. Тоді температура, густина, тиск у рідині будуть неоднорідними і лінійно змінюватися від нагрітої області, рис. 2.

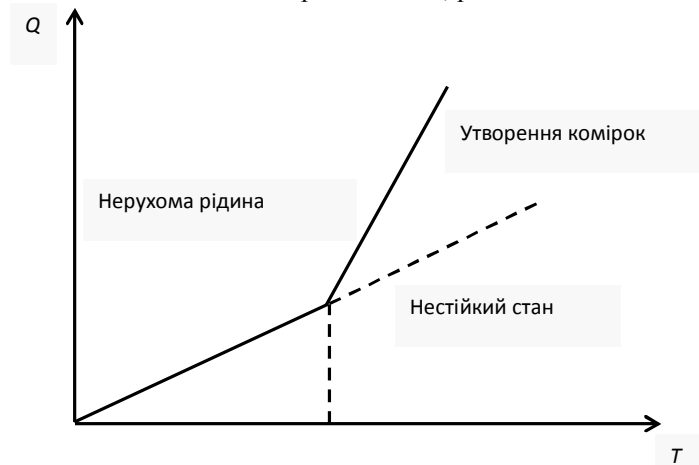


Рис. 2. Діаграма станів у тонкому шарі рідини

Подальше збільшення різниці температур приводить до наступного відхилення системи від положення рівноваги. Стан рухомої рідини, яка проводить тепло, стає нестійким. Він змінюється стійким станом і утворенням осередків, рис. 2. При великих різницях температур рідина, яка знаходиться у стані спокою, не забезпечує велике перенесення тепла, вона змушена рухатися узгодженим способом.

У багатьох місцях земної кулі спостерігається немало порід шестигранної чи іншої форми, рис. 3.

Учені передбачають, що подібні колони є результатом поступового охолодження викинутої вгору магми по максимальному температурному градієнту. При кристалізації вона кристалізується і приймає своєрідну форму. Порооди, з яких виникають стовпчасті колони, як правило, шестигранної форми частіше всього є базальтами і долеритами.

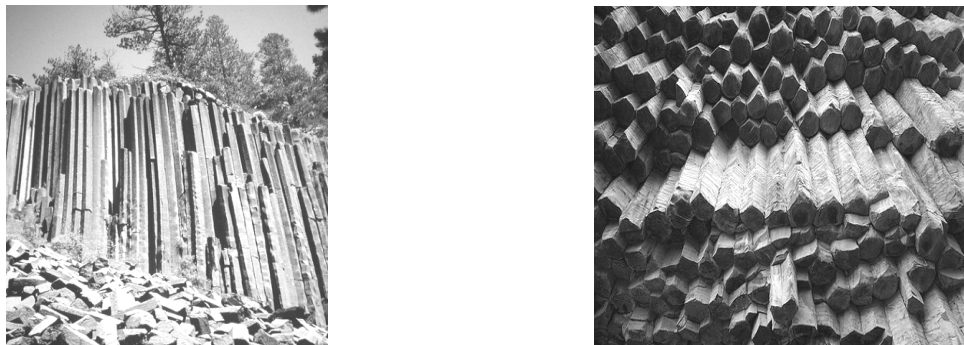


Рис. 3. Природні колони з багатогранними комірками [14]

Дослідники Горинг та Моррис (США) перевірили гіпотезу створення таких колон на прикладі дослідів із водного розчину крохмалю з кукурудзи, який поступово нагрівається, а потім поступово охолодження з різною швидкістю. В результаті одержали колони, які схожі на природні. Досліди показали, що чим повільніше охолоджується суміш (реально лава), тим крупніші будуть плити та стовпи. Мало місце виникнення й восьмигранників та інших структур. Автори дослідів знайшли коефіцієнт зв'язку швидкості охолодження (чи висихання) та кількості граней комірок [14].

Комірки одержуються й у випадку поступового висихання корки бруду, розтріскуванні льоду навесні. Аналогічні досліди можна поставити з лейкоподієм.

Для одержання комірок Бенара можна взяти дрібний порошок тальки чи муки і розмішати їх у сіліконовому маслі. Після цього розчин поміщається на пательню і повільно рівномірно підігривається знизу, рис. 4.



Рис. 4. Комірки Бенара на пательні та модель комірок

За плоского дна пательні температури у нижній та верхній частині розчину будуть однаковими T_1 у нижній частині та T_2 у верхній частині. Коли різниця температур невелика, то частинки будуть нерухомі. Із її збільшенням настає момент, коли вся поверхня середовища розбивається на шестигранні комірки правильної форми. У центрі кожної комірки рідина рухається вгору, а по краях вниз. Якщо взяти декілька пательень, то утворені комірки практично будуть однакові. Якщо змінити форму пательні, то можна одержати дещо змінені форми. Такі комірки називаються комірками Бенара.

Самовільні прояви всередині магми, що застигла у вигляді шестигранників є явищем утворення порядку з хаосу. Такі прояви є рідкісними, але цікавими для дослідників. Як правило, самовільні процеси проходять із руйнацією структур – розпадом атомного ядра, розщеплення складних молекул на прості. Такі процеси є самовільні і необоротні.

З фізичної точки зору явище виникнення конвекції у рідині, коли величезна маса молекул знеацька створює впорядкований рух і утворює конвективні шестигранні комірки можливе за однакових (майже однакових) швидкостей молекул. Безумовно така поведінка молекул суперечить принципу порядку Больцмана, коли хаотичний рух молекул різко змінив свою природу. Якраз тут І.Р. Пригожин розглянув нестійкість Бенара як спонтанну самоорганізацію структур і утворення порядку з хаосу. Такий висновок він пояснював як флуктуацію, що стабілізується шляхом обміну з навколишнім середовищем енергією та речовиною. Тоді у

класичній термодинаміці тепловий потік є джерелом втрат енергії, а у комірках Бенара він є джерелом порядку. Нерівноважний стан підтримується за рахунок притоку до системи енергії (тепла), формуючи умови, де мільйони молекул узгоджено рухаються і створюють шестигранні конвекційні шестигранники.

І.Р. Пригожин дослідив хімічні реакції, в яких спостерігаються виразні автоколивання. Таку реакцію окислення лимонної кислоти броматом калія у кислотному середовищі в присутності іонів церію вперше спостерігав Б. Білоусов у 1951 р. Сутність автоколивання полягала у тому, що колір розчину змінювався від безкольорового до жовтого і навпаки. Інший дослідник О. Жаботинський пояснив механізм явища і побудував математичну модель коливальної поведінки. Звідси пішла назва – хімічного годинника [7].

В іншому досліді розглядалася реакційна суміш із фероїном, де брали участь червоні та сині молекули. З класичної фізичної точки зору рух молекул є хаотичним, і концентрація синіх та червоних молекул буде коливатися від середини. Тоді колір буде фіолетовим з нескінченими переходами в сторону синього і червоного. Проте спостерігалось інше. Колір чисто синій різко змінюється на чисто червоний, потім на синій і т.д. Має місце погоджені хімічні перетворення, які створюють так званий хімічний годинник.

У 1969 р. О. Жаботинський виявив виникнення хвиль зміни концентрації у тонких плоских шарах реагуючої суміші, рис. 5.



Рис. 5. Хвилі зміни концентрації в реагуючій суміші

І.Р. Пригожин вказував на високу впорядкованість поведінки мільярдів молекул, що видається неправдоподібним, але прояв хімічного годинника є підтвердженням істинності процесу. Безумовно, важко було уявити такі автоколивання, і вчений світ визнав їх лише через 8 років після відкриття [7].

Коли приготувати гарячий чай чи каву, то можна помітити візерунки на їх поверхні, подібні коміркам Бенара. Поверхні озер, солончаків, які висохли, є результатом турбулентних конвекційних процесів.

Фігури Хладні І.Р. Пригожин не розглядав, але частина дослідників віднесли їх до автоколивань, які породжені коливальними процесами.

Вчені стверджують, що шестикутна форма є оптимальною для максимально корисного використання одиниці площі і мінімальної кількості будівельного матеріалу.

Проте вивчення природних багатогранників не дали відповіді на питання: чому колони є вертикальними? Чому мають форму правильного многогранника? Чому магма, що охолоджується лише інколи створює правильну форму колон, коли у більшості цього не проявляється?

Висновки. Таким чином, термодинаміка Пригожина виникла на основі дослідження відкритих систем, де матерія або енергія, чи одночасно матерія й енергія обмінюються з зовнішнім середовищем. Це була висхідна ідея дослідження. Вивчалось явище, коли кількість матерії та енергії з часом збільшується чи зменшується.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Базаров І.П. Термодинаміка / Базаров І.П. – М.: Высшая школа, 1991. – 376 с.
2. Дмитрієва В.Ф. Фізика: [навч. посіб.] / Дмитрієва В.Ф. – К.: Техніка, 2008. – 648 с.
3. Жан-Батист-Жозеф Фурье. Аналитическая теория тепла, цитируется по: Жизнь науки. Антология вступлений к классике естествознания / Жан-Батист-Жозеф Фурье; Сост.: С.П. Капица. – М.: Наука, 1973. – С. 151.
4. Зоммерфельд А. Термодинаміка и статистическая фізика / Зоммерфельд А. – М.: Изд-во иностр. лит., 1955. – 480 с.
5. Лучицький Р. Особливості формування сучасного наукового світогляду в процесі викладання фізики у вищому навчальному закладі: синергетичний підхід. – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/old_jrn/Soc_Gum/obrii/2010_1/Luchizckiy.doc.pdf
6. Матвеев А.Н. Молекулярная физика / Матвеев А.Н. – М.: Высшая школа, 1987. – 360 с.
7. Мучник Г.Ф. Упорядоченный беспорядок, управляемые неустойчивости / Мучник Г.Ф. // Химия и жизнь. – 1985. – № 5. – С. 26-28.
8. Осипов А.И. Самоорганизация и хаос / Осипов А.И. – М.: Знание, 1986. – 64 с.
9. Садовий М.І. Вибрані питання загальної методики навчання фізики: [навч. посібн. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл.] / Садовий М.І., Вовкотруб В.П., Трифонова О.М. – Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. – 252 с.
10. Садовий М.І. Перспективи застосування ІКТ при навчанні фізики для підвищення якості освіти / М.І. Садовий, О.М. Трифонова // Вища освіта України: теоретичний та науково-методичний часопис. –

Луцьк, 2013. – № 2 (додаток 2) – Тематичний випуск: «Науково-методичні засади управління якістю освіти у вищих навчальних закладах». – С. 428-434.

11. Самойлович А.Г. Термодинамика и статистическая физика / Самойлович А.Г. – М.: Гостехиздат, 1955. – 368 с.
12. Седов Л.И. Механика сплошной среды / Седов Л.И. – М.: Наука, 1983. – Т. 1. – 528 с.
13. Трифонова О.М. Взаємозв'язки принципів науковості та наочності в умовах кредитно-модульної системи навчання квантової фізики студентів вищих навчальних закладів: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Трифонова Олена Михайлівна. – Кіровоград, 2009. – Т. 1. – 216 с.; Т. 2: Додатки. – 301 с.
14. http://merkab.narod.ru/hologram_universe/hologram_universe01.html.
15. http://mirslovarei.com/content_fil/PRIGOZHIN-ILJA-ROMANOVICH-R-1917-15828.html

ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ НЕРАВНОВЕСНЫХ ПРОЦЕССОВ

Садовой Николай

Статья посвящена важной проблеме исследования развития неравновесных, открытых, неизолированных систем. Проанализированы равновесные процессы, четыре начала термодинамики. Определены границы их применения. В статье установлено, что на протяжении нескольких последних десятилетий физики, химики и биологи сумели приблизиться к пониманию процессов формирования структур в открытых системах, то есть системах, которые обмениваются веществом и энергией с окружающей средой. Ответ на вопрос о причинах и общие закономерности самоорганизации содержится в термодинамике необратимых процессов, или же, как ее принято называть, неравновесной термодинамике. Огромной заслугой неравновесной термодинамики является осознание того факта, что неравновесность может быть причиной порядка. В статье приведены сравнения равновесных и неравновесных систем, механизм образования локальных линейных неравновесных систем и перспективы их развития.

Ключевые слова: неравновесный, равновесное, термодинамика, открытая система, история развития исследований.

LEARNING PROBLEMS NONEQUILIBRIUM PROCESSES

Sadovi Mykola

The article is devoted to the important problem of equilibrium study, open, non-isolated systems. Equilibrium processes analyzed, the four principles of thermodynamics. Defined limits their use. The article revealed that over the last few decades, physicists, chemists and biologists were able to approach the understanding of the formation of structures in open systems, that systems that exchange matter and energy with the environment. The answer to the question about the causes and general laws of self-contained thermodynamics of irreversible processes, or as it is called, nonequilibrium thermodynamics. The great merit of nonequilibrium thermodynamics is the awareness of the fact that nonequilibrium can cause order. The article shows the comparison of equilibrium and nonequilibrium systems, the mechanism of local linear nonequilibrium systems and their development prospects.

Keywords: nonequilibrium, equilibrium, thermodynamics, open system, the history of research.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Садовий Микола Ілліч – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри фізики та методики її викладання, завідувач кафедри теорії та методики технологічної освіти, охорони праці та безпеки життєдіяльності Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Коло наукових інтересів: дидактика фізики та технологічної освіти.

УДК 378.147:577

ПРОЕКТУВАННЯ СУЧАСНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ЗАСАДАХ ОСОБИСТІСНО ОРІЄНТОВАНОГО ТА КОМПЕТЕНТІСНОГО ПІДХОДІВ

Стучинська Наталія¹, Новікова Ірина²

¹Національний медичний університет імені О.О.Богомольця

²Донецький національний медичний університет ім. Максима Горького МОЗ України

Анотація. У статті проаналізовані сучасні підходи до проектування безпечного освітнього середовища на засадах компетентнісного підходу. Проведений ґрунтовний аналіз умов, які забезпечують формування фахово орієнтованих компетентностей. Запропоновано до використання методичне забезпечення курсу медичної та біологічної фізики та розроблена модель освітнього середовища, яка сприятиме розвитку особистості студентів під час практичних занять та в поза аудиторній самостійній роботі.

Ключові слова: медична та біологічна фізика, освітнє середовище, інформаційно-навчальне середовище, безпечне освітнє середовище, педагогічна технологія, середовищний підхід, особистісно орієнтований підхід, компетентнісний підхід, фахово орієнтовні компетентності, модель освітнього середовища.