МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ’Я УКРАЇНИ

Дніпродзержинське медичне училище

Реферат

На тему: «Живі організми, як відкриті термодинамічні системи»

Виконала: студентка 2 курсу 46 групи

Широка Наталія

Викладач: Чертова Л.А.

Дніпродзержинськ 2013р.

Основні визначення

Термодинаміка є розділом фізики, в якому вивчають енергію , її передачу з одного місця в інше і перетворення з однієї форми в іншу. Термодинаміка заснована на найбільш загальні принципи, які є універсальними і базуються на дослідних даних багатьох наук.

Одним з основних специфічних властивостей живих істот є їх здатність перетворювати і зберігати енергію в різних формах. Всі біологічні об'єкти для підтримки життя вимагають надходження енергії. Всі біологічні процеси пов'язані з передачею енергії. Рослини здатні отримувану ними енергію сонця накопичувати в процесі фотосинтезу у формі енергії хімічних зв'язків органічних речовин. Тварини використовують енергію хімічних зв'язків органічних речовин , одержуваних з їжею. Всі процеси перетворення енергії в рослинах і тварин відбуваються в межах обмежень термодинамічних принципів. Основні принципи термодинаміки універсальні для живої і неживої природи. Термодинаміка використовує поняття системи . Будь - яка сукупність досліджуваних об'єктів може бути названа термодинамічною системою. Прикладами систем можуть служити клітина, серце, організм, біосфера тощо.

Існує три види термодинамічних систем в залежності від їх взаємодії з навколишнім середовищем:

 Ізольовані системи не обмінюються із зовнішнім середовищем ні енергією , ні речовиною . Таких систем в реальних умовах не існує , але поняття ізольованої системи використовують для розуміння головних термодинамічних принципів.

 Закриті системи обмінюються з середовищем енергією , але не речовиною. Прикладом такої системи може служити закритий термос з налитим в нього чаєм.

 Відкриті системи обмінюються із зовнішнім середовищем як енергією , так і речовиною . Всі живі істоти відносяться до відкритих термодинамічних систем.

Класична термодинаміка не розглядає поведінку окремих атомів і молекул , а прагне описати стан термодинамічних систем за допомогою макроскопічних змінних величин , які називаються параметрами стану . Такими параметрами є температура, об'єм, тиск, хімічний склад, концентрація і т.п., тобто такі фізичні величини, за допомогою яких можна описати стан конкретної термодинамічної системи в даний час.

Термодинамічна рівновага

Термодинамічна рівновага є станом системи, в якому параметри стану не змінюються в часі. Це повністю стабільний стан, в якому система може перебувати протягом необмеженого періоду часу. Якщо ізольована система виведена з рівноваги, вона прагне повернутися до цього стану мимовільно.

Наприклад, якщо в термос, заповнений гарячою водою, температура якої в кожній точці однакова, кинути шматочок льоду, то температурна рівновага порушиться і з'явиться відмінність температур в об'ємі рідини. Відомо, що передача тепла відбуватиметься з області з більш високої температури в область з більш низькою температурою, поки поступово у всьому обсязі рідини не встановиться однакова температура. Таким чином, різниця температур зникне, і рівновага відновиться.

Іншим прикладом є концентраційна рівновага. Припустимо, що в ізольованій системі існує відмінність концентрації деякої речовини. Вона викликає переміщення речовини, яка продовжується до тих пір, поки не встановиться стан рівноваги, при якому концентрація речовини в межах всієї системи буде однаковою.

Внутрішня енергія, робота і тепло

Енергія в широкому значенні - здатність системи виконувати деяку роботу . Існує механічна , електрична , хімічна енергія тощо.

Внутрішня енергія системи - сума кінетичної і потенційної енергії всіх молекул, що складають систему. Величина внутрішньої енергії газу залежить від його температури і числа атомів в молекулі газу. У одноатомних газах ( наприклад , гелії ) внутрішня енергія є дійсно сумою кінетичної енергії молекул. У поліатомних газових молекулах атоми можуть обертатися і вібрувати. Така молекула буде мати додаткової кінетичної енергії.

Енергія може накопичуватися і віддаватися системою . Вона може передаватися від однієї системи до іншої. Є дві форми передачі енергії : робота і теплота . Ці величини не є параметрами стану системи, оскільки залежать від шляху процесу, в ході якого змінюється енергія системи.

Теплота є енергією , переданої від однієї системи іншою через різницю їх температур.

Є кілька шляхів теплопередачі:

 Теплопровідність;

 Конвекція;

 Випромінювання.

Теплопровідність - процес теплопередачі між об'єктами при їх безпосередньому контакті. Процес відбувається через зіткнення молекул, в результаті чого вони передають надлишкову енергію один одному.

Конвекція - це процес теплопередачі з одного об'єкта на інший, рухом рідини чи газу. Як електропровідність , так і конвекція вимагають присутності деякої речовини.

Однак теплота може передаватися і через вакуум. Прикладом цьому служить передача сонячної енергії через космічний простір до Землі . Цей процес називається випромінюванням , при якому теплота передається електромагнітними хвилями різної довжини хвилі.

Іншою формою передачі енергії від однієї термодинамічної системи іншою є робота, яка здійснюється над системою при дії певних сил або в самій системі. Шлях здійснення роботи може бути різним. Наприклад, газ в циліндрі може бути стиснутий поршнем або вчиняти розширення проти сил тиску поршня; рідина може бути приведена в рух, а по твердому тілу можна бити молотом.

У біологічних системах відбуваються різні форми роботи:

ь Механічна робота, виконувана проти механічних сил;

ь Осмотична робота, що складається в транспорті різних речовин завдяки різниці їх концентрацій;

ь Електрична робота, яка полягає в іонному транспорті у електричному полі.

Перший закон термодинаміки живих організмів

У 19 столітті було доведено експериментально, що перший закон термодинаміки застосуємо до процесів, які відбуваються в біологічних системах .

Надходження їжі забезпечує енергію, яка використовується для виконання різних функцій організму або зберігається для подальшого використання. Енергія вивільняється з харчових продуктів у процесі їх біологічного окислення, яке є багатоступеневим процесом .

Енергія харчових продуктів використовується в клітинах спочатку для синтезу макроергічних сполук - наприклад, аденозинтрифосфорної кислоти ( ATФ ). ATФ, в свою чергу, може використовуватися як джерело енергії майже для всіх процесів в клітині.

Харчові речовини окислюються аж до кінцевих продуктів, які виділяються з організму. Наприклад, вуглеводи окислюються в організмі до вуглекислого газу і води. Такі ж кінцеві продукти утворюються при спалюванні вуглеводів в калориметр :

C6H12O6 + 6O2 = 6CO2 + 6H2O

Величина енергії, що вивільняється з кожного грама глюкози в цій реакції, становить 4,1 кілокалорії ( ккал). Стільки ж енергії, утворюється при окисленні глюкози в живих клітинах, незважаючи на те, що процес окислення в них є багатоступеневим процесом і відбувається в кілька стадій. Цей висновок ґрунтується на принципі Гесса, який є наслідком першого закону термодинаміки: тепловий ефект багатоступінчастого хімічного процесу не залежить від його проміжних етапів, а визначається лише початковим і кінцевим станами системи .

Таким чином, дослідження за допомогою калориметра показали середню величину фізіологічно доступної енергії, яка міститься в 1грамм трьох харчових продуктів (у кілокалоріях ) : вуглеводи - 4,1 ; білки - 4,1 ; жири - 9,3 .

З іншого боку, в кінцевому підсумку вся енергія, що надійшла в організм , перетворюється в теплоту. Також при утворенні АТФ лише частина енергії запасається, велика - розсіюється у формі тепла. При використанні енергії ATФ функціональними системами організму більша частина цієї енергії також переходить в теплову.

Частина енергії в клітинах йде на виконанні ними функції, однак , в кінцевому рахунку, перетворюється в теплоту. Наприклад, енергія, використовувана м'язовими клітинами , витрачається на подолання в'язкості м'язу та інших тканин. В'язке переміщення викликає тертя, що призводить до утворення тепла.

Іншим прикладом є витрата енергії, переданої скорочуючим серцем крові. При перебігу крові по судинах вся енергія перетворюється в тепло внаслідок тертя між шарами крові і між кров'ю і стінками судин.

Отже , по суті вся енергія, витрачена організмом, в кінцевому рахунку, перетвориться в теплоту. З цього принципу існує лише єдиний виняток : у разі , коли м'язи виконують роботу над зовнішніми тілами.

Якщо людина не виконує зовнішньої роботи, то рівень вивільнення організмом енергії можна визначити за величиною загальної кількості теплоти, виділеної тілом. Для цього застосовують метод прямої калориметрії, для реалізації якого використовують великий, спеціально обладнаний калориметр. Організм поміщають в спеціальну камеру, яка добре ізольована від середовища, тобто не відбувається обміну енергією з навколишнім у камері середовищем. Кількість теплоти, виділеної досліджуваним організмом, можна точно виміряти. Експерименти, виконані цим методом, показали, що кількість енергії, що надходить в організм, так само енергії, що виділяється при проведенні калориметрії .

Пряма калориметрія у проведенні трудомістка, тому в даний час використовують метод непрямої калориметрії, який заснований на обчисленні енергетичного виходу організму з використання ним кисню.

Ентропія

Напрямок спонтанних процесів в ізольованих системах характеризується параметром стану, який називається ентропією ( з грец. "Перетворення " ) . Зміна ентропії системи dS визначається відношенням теплоти dQ, введеної в систему або виведеного із системи, до абсолютної температури T системи, при якій цей процес відбувається : dS = dQ / T

Ентропія ізольованої системи зростає, якщо система прагне в стан рівноваги , і досягає своєї максимальної величини в цьому стані. Ентропія зростає у всіх реальних термодинамічних процесах .

Ентропія системи має тісне відношення до показника впорядкованості або безладу складових системи. Згідно з принципом Больцмана, ентропія системи S в даному стані пропорційна термодинамічній ймовірності W цього стану :

S = k ln W

де k - константа Больцмана

Термодинамічна ймовірність є числом мікростанів системи , за допомогою яких реалізується даний макростан системи. Чим більше можливо мікростанів ( варіантів розташування частинок), тим більше невпорядкована система, тим більше - величини W і S.

Кожна система прагне до переходу з менш ймовірного високоупорядкованого стану в статистично більш ймовірні стани, що характеризуються безладним розташуванням молекул. Можна сказати, що кожна система характеризується тенденцією мимовільного переходу до стану максимального молекулярного безладу або хаосу.

Термодинаміка відкритих систем

Другий початок термодинаміки, безумовно, є абсолютним законом природи. Але в логічних побудовах фізиків від Карно до Шредінгера є пролом. Існує особливий клас термодинамічних систем - відкриті системи - в яких виникають локальні умови для появи впорядкованості. Відкриті системи ще називають потоковими - в них дійсно існує потік як деяка математична абстракція , але ніщо не заважає нам представити її у вигляді речового потоку деякої матерії або енергії.

Уявімо собі класичний резервуар, в який щось вливається і з якого щось виливається. Якщо ентропія того, що виливається більше, ніж ентропія на вході, то що діється з ентропією резервуара ? Вона може знижуватися, але так, щоб її дефіцит всередині покривався приростом зовні, на виході.

Другий початок термодинаміки призводить до вирівнювання температур і забороняє ситуацію, в якій два рівномірно нагрітих тіла поділили б тепло так, що одному дістався б жар, а іншому - холод. Однак, холодильник на кухні працює, нагріває решітку ззаду і охолоджує камеру всередині!

Потокові системи такого роду зазвичай називають дисипативними - у них відбувається розподіл енергетичних процесів . Для них характерні великі відмінності початкового і кінцевого станів потоку, це сильно не рівноважні системи .

Виробництво ентропії у відкритій системі

Зміна ентропії у відкритій системі dS складається з двох компонентів. Один з них - dSi - виробництво ентропії в системі в результаті незворотності процесів. Другий компонент dSe - відображає взаємодію між системою і навколишнім середовищем.

ds = dSi + dSe

Термодинаміка незворотних процесів розглядається також показник виробництва ентропії у відкритих системах :

ds / dt = dSi / dt + dSe / dt

Як видно, два компоненти грають роль в процесі виробництва ентропії у відкритій системі : показник виробництва ентропії в системі і показник зміни ентропії через енергообмін з навколишнім середовищем. Згідно з другим законом термодинаміки , перший компонент завжди позитивний. Другий компонент може бути як позитивним, так і негативним залежно від напрямку енергетичного обміну через кордон системи.

ентропія калориметрія організм енергія

Стаціонарний стан відкритої системи

Стан системи називається стаціонарним , якщо величина ентропії не змінюється в часі, тобто dS = 0.

Це можливо , коли виробництво ентропії в системі повністю компенсується ентропією, що виходить із системи ( dSi = - dSe ).

Стаціонарний стан відкритої системи має схожість з термодинамічною рівновагою, оскільки обидва стани характеризуються стійкістю характеризують їх параметри стану . Але стаціонарний стан істотно відрізняється від стану рівноваги, оскільки обмінюється енергією з навколишнім середовищем: кількість вільної енергії в системі необхідно підтримувати. Ентропія системи в стаціонарному стані - стабільна, але не максимальна . Градієнти та потоки зберігаються в системі.

Основна характеристика стаціонарного стану визначена теоремою Пригожина , згідно з якою виробництво ентропії в стаціонарному стані мінімальна ( dS = min ). Це означає, що система розсіює мінімальну енергію в середу і потребує мінімального надходженні вільної енергії для підтримки свого стану.

Теорема Пригожина пояснює стійкість стаціонарних станів у відкритих системах. Якщо система виходить з цього стану мимовільно, відбувається збільшення ентропії. У результаті в системі виникають процеси, які прагнуть повернути її в стаціонарний стан .

Багато фізіологічних параметрів є досить стабільними. Їх стаціонарний рівень регулюють спеціальні фізіологічні механізми. Як приклад підтримки стаціонарного стану можна привести терморегуляцію організму. Сталість температури забезпечується підтриманням балансу теплопродукції і тепловіддачі. У результаті температура тіла підтримується незмінною, незважаючи на коливання зовнішньої температури. Механізми, за допомогою яких живі організми підтримують гомеостаз , тобто статичні умови свого внутрішнього середовища, вивчає фізіологія.

Висновок

Термодинамічні відкриті системи активно взаємодіють із зовнішнім середовищем, причому спостерігач простежує цю взаємодію не повністю, вона характеризується високою невизначеністю. За певних умов така відкрита система може досягати стаціонарного стану, в якому її структура або найважливіші структурні характеристики залишаються постійними, тоді як система здійснює з середовищем обмін речовиною, інформацією або енергією - цей процес називається гомеостазом. Відкриті системи в процесі взаємодії з середовищем можуть досягати так званого еквіфінального стану, тобто стану, що визначається лише власною структурою системи і не залежного від початкового стану середовища. Такі відкриті системи можуть зберігати високий рівень організованості і розвиватися в бік збільшення порядку і складності, що є однією з найбільш важливих особливостей процесів самоорганізації.

Відкриті системи мають важливе значення не тільки у фізиці, але і в загальній теорії систем, біології, кібернетиці, інформатики, економіки. Біологічні, соціальні та економічні системи необхідно розглядати як відкриті, оскільки їх зв'язку з середовищем мають першорядне значення при їх моделюванні та описі.

Використана література

1. Квантовые случайные процессы и открытые системы <http://urss.ru/cgi-bin/db.pl?lang=Ru&blang=ru&page=Book&id=2710&list=193> / Сб. статей 1982-1984. Пер. с англ. - М.: Мир, 1988. - 223 с.

. Бройер Х.- П., Петруччионе Ф. Теория открытых квантовых систем. <http://www.rcd.ru/details/1238> М.: РХД, 2010. - 824 с.

. Базаров И. П. Термодинамика. - М.: Высшая школа, 1991. - 376 с. - ISBN 5-06-000626-3 <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BB%D1%83%D0%B6%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B0%D1%8F:%D0%98%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8\_%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3/5060006263>

. Кубо Р. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D0%B1%D0%BE,\_%D0%A0%D1%91%D0%B3%D0%BE> Термодинамика. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Kubo1970ru.djvu> М.: Мир, 1970