* 1. Кінетика хімічних реакцій може бути змодельована за допомогою системи диференціальних рівнянь першого порядку.

Напишіть програму, яка чисельно розв'язує дану систему рівнянь. Програма повинна приймати на вхід початкові значення X та Y і константи основних концентрацій А та В, і виводити графік залежності X від Y, як перебіг протікання реакції.

Нехай початкове значення (X, Y) рівне (A + 0.001, B / A) для різних значень А і В, тобто вибрати початкові значення, близькі до стаціонарного стану. Класифікувати, які початкові значення призведуть до стаціонарної поведінки (стабільний розв’язок), а які покажуть періодичний характер (нестабільний розв’язок).

* 1. Модель Ходжкіна-Хакслі – математична модель, яка описує генерацію та розповсюдження потенціалів дії в нейронах та інших електрично збуджуваних клітинах. Модель являє собою систему звичайних диференційних рівнянь, котра описує характеристики електричного сигналу.

Рівняння потенціалу:

де

* - мембранний потенціал в мілівольтах (мВ)
* - залежні від часу функції, що описують ворота, які пропускають іони в клітину або з клітини
* - мембранна ємність на одиницю площі
* - це провідності на одиницю площі для калію, натрію і струму витоку
* - рівноважні потенціали для кожної з течій
* - нелінійні функції
* Функції - емпіричні спроби описати як мембрана контролює потік іонів в нервові клітини і з нервових клітин.

Ходжкін і Хакслі виявили наступні емпіричні форми для :

, ,

, ,

,

, ,

, ,

Напишіть програму, для імітації мембранного потенціалу нервових клітин і нарисуйте графік . Опишіть поведінку потенціалу, коли зовнішній струм рівний 0.

* 1. Модель Ходжкіна-Хакслі – математична модель, яка описує генерацію та розповсюдження потенціалів дії в нейронах та інших електрично збуджуваних клітинах. Модель являє собою систему звичайних диференційних рівнянь, котра описує характеристики електричного сигналу.

Рівняння потенціалу:

де

* - мембранний потенціал в мілівольтах (мВ)
* - залежні від часу функції, що описують ворота, які пропускають іони в клітину або з клітини
* - мембранна ємність на одиницю площі
* - це провідності на одиницю площі для калію, натрію і струму витоку
* - рівноважні потенціали для кожної з течій
* - нелінійні функції
* Функції - емпіричні спроби описати як мембрана контролює потік іонів в нервові клітини і з нервових клітин.

Ходжкін і Хакслі виявили наступні емпіричні форми для :

, ,

, ,

,

, ,

, ,

Розглянемо ситуацію, коли є стійкий зовнішній струм протягом 20 мс, а потім струм збільшується до . Є три типи поведінки в залежності від та . Опишіть поведінку для наступних чотирьох ситуацій:

(1) ;

(2) ;

(3) ;

(4) .

В яких випадках ви отримаєти стійку послідовність шипів? У яких випадках виникне єдиний шип?

* 1. Якщо ми будемо ігнорувати невеликий рух важкого ядра, рівняння руху для двох електронів можна записати у вигляді:

де r1 і r2 вимірюються від нерухомого ядра в початку координат, і r12 це відстань між двома електронами.

Класичний атом гелію може мати дуже складні орбіти. Дослідити рух при початкових умовах r1 = (3, 0), r2 = (1, 0), v1 = (0, 0.4), а v2 = (0, -1). Чи зберігається при цьому загальний кутовий момент? Також розглянути випадок r1 = (2.5, 0), r2 = (1, 0), v1 = (0, 0.4), і v2 = (0, -1).

* 1. Якщо ми будемо ігнорувати невеликий рух важкого ядра, рівняння руху для двох електронів можна записати у вигляді:

де r1 і r2 вимірюються від нерухомого ядра в початку координат, і r12 це відстань між двома електронами.

Більшість початкових умов призводять до нестабільної орбіти, в якій один електрон в підсумку залишає атом (цей процес називають автоіонізацією). Початкова умова r1 = (1.4, 0), r2 = (-1, 0), v1 = (0, 0.86), і v2 = (0, -1) дає "плетіння" орбіти. Зробити невеликі зміни в цій початковій умові для спостереження автоіонізації.

Взяти початкові умови r1 = (2, 0), r2 = (-1, 0) і v2 = (0, -1). Тоді змінювати початкове значення v1, з (0.6, 0) (1.3, 0) з кроком Δv = 0,02. Для кожного набору початкових умов розрахувати час, необхідний для автоіонізації.

* 1. Проста модель росту популяції , що показує відношення популяції n+1 покоління до n покоління подана нижче:

де – популяція в n-ому поколінні, 𝑎 – константа. Для запису в стандартній формі ми визначаємо параметр і отримуємо:

Побудувати біфуркаційну діаграма логістичної карти. Якщо ми почнемо з 𝑟=1.0 і зменшуватимемо 𝑟, побачимо, що скупчення на графіку звузиться і врешті-решт розпадеться на 2 частини в r ≈ 0.9196. Якщо придивитись уважніше, можна побачити, що скупчення розбивається на 4 частини в r ≈ 0.899. Показати це на графіку.

* 1. Розглянемо частинку в розчині, маса якої може рости через поглинання інших частинок або зменшуватися шляхом втрати дрібних частинок, у тому числі фрагментації. Ми можемо моделювати цей процес як випадкове блукання шляхом заміни положення частки на її масу. Модель Феркінгофа-Берга (Ferkinghoff-Berg) та ін. можна резюмувати наступним чином:
     1. На початку маємо N об'єктів з деяким розподілом довжин. Нехай ціле L - це довжина i-го об'єкта.
     2. Всі об'єкти змінюють свою довжину на ± 1. Цей крок є аналогом випадкового блукання. Якщо довжина об'єкта стає рівним 0, то він видаляється з системи. Найпростіший спосіб виключити i-тий об'єкт - це встановити його довжину, рівну довжині останнього об'єкта і зменшити N на одиницю.
     3. Вибрати один об'єкт навмання з імовірністю, пропорційною довжині об'єкта. Розділити цей об'єкт на два об'єкти, де частки маси, що йдуть в ці об'єкти є випадковою.
     4. Повторювати кроки (2) і (3).

Написати програму для моделювання цього алгоритму в одному вимірі. Основний інтерес викликає розподіл довжин P (L). Дослідити модель при різних початкових розподілах довжини із загальною масою 5000, для яких розподіл досягає максимуму приблизно в 20 масових одиниць. Обчислити загальну масу (сума довжин) і виводити це значення періодично.

* 1. Моделі формування громадської думки стали популярними в останні роки. Основна ідея полягає в тому, що думки інших будуть впливати на думку окремих людей. У voter model вся громада представляється у вигляді решітки, кожному з елементів якої присвоюється значення . Тобто **За** чи **Проти**. Потім:
     1. Випадковим чином обирається елемент решітки
     2. Вибрати випадкового сусіда попереднього елемента і присвоїти йому таке ж значення.

Ці два кроки будуть повторюватись до тих пір, доки всі елементи решітки не матимуть однакове значення.

Потрібно знайти ймовірність досягнення консенсусу всіх осіб За (+1) при початковій густині позитивних думок , та в залежності від розмірів решітки.

* 1. Моделі формування громадської думки стали популярними в останні роки. Основна ідея полягає в тому, що думки інших будуть впливати на думку окремих людей. У relative agreement interaction model кожній з N осіб випадковим чином присвоюється значення від 0 до 1. Обираються дві випадкові особи та і порівнюються їх значення, якщо значення першого більше за значення другого на менше ніж на задане наперед число 𝑒, то перше значення зменшується на , а друге збільшується на таке саме число. Тобто особи впливатимуть один на одного лише тоді коли їхні думки достатньо схожі або сила впливу більша за силу супротиву.

𝒆 – сила впливу особи (його думка, ширина впливу, локальна - глобальна)

m – коефіцієнт супротиву особи (його невизначеність)

Перевірити чи завжди буде досягнуто консенсус.

* 1. Моделі формування громадської думки стали популярними в останні роки. Основна ідея полягає в тому, що думки інших будуть впливати на думку окремих людей. У Sznajd model Особи розміщуються на квадраті. Кожна з осіб має одну з двох думок. На кожному кроці обираються дві сусідні особи. Якщо їхні думки співпадають, то шістьом їх сусідам задаються такі самі значення. Головна ідея в тому, що особи переважно впливають на більш ніж одну сусідню особу. Потрібно змоделювати процес формування думки і перевірити, чи буде досягнутий консенсус при досить тривалому часі симуляції.
  2. Реалізувати програму яка у двовимірному просторі демонструє процес падіння коробки яка обертається в повітрі, та при зіткненні із землею повинна відскочити від неї.
  3. Змоделювати рух м'яча, кинутого в повітря з платформи, що обертається. Розв’язати рівняння руху в інерційній системі відліку і перетворити отримані траекторії на траекторії в неінерційній системі відліку.
  4. Модель Ізінга з алгоритмом Метрополіса та лінійним конґруентим генератором випадкових чисел.
  5. Модель Ізінга з алгоритмом Вольфа та лінійним конґруентим генератором випадкових чисел.
  6. Моделювання взаємодії астероїда з Юпітером та Сонцем.
  7. Гістограмний аналіз прогалин Кірквуда
  8. (Підлісний, Берлін)