

Неравноизвестная агрегация, фракталы

Первый этап проекта

Ищенко И. О. Мишина А. А. Дикач А. О. Барсегян В. Л. Галацан Н. И. Дудырев Г. А.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Студенты группы НПИбд-02-22:

- Ищенко Ирина Олеговна
- Мишина Анастасия Алексеевна

И студенты группы НПИбд-01-22:

- Дикач Анна Олеговна
- Барсегян Вардан Левонович
- Галацан Николай Ильич
- Дудырев Глеб Андреевич

Существуют разнообразные физические процессы, основная черта которых — неравновесная агрегация:

- образование частиц сажи
- выращивание кристаллов соли
- распространение воды в нефти

- Модели неравновесной агрегации
- Фрактальная размерность
- График зависимости числа частиц в кластере от радиуса гирации

Цель работы

Построить модели неравновесной агрегации и выявить их особенности.

Задачи

- Построить модель агрегации, ограниченной диффузией
- Построить модель баллистической агрегации
- Найти размерность, получившихся кластеров
- Построить график зависимости числа частиц в кластере от радиуса гирации

Теоретическое описание задачи

Агрегация, ограниченная диффузией (diffusion-limited aggregation, DLA) — первая модель агрегации, представляющая собой шумный рост, ограниченный диффузией.

У получающегося кластера может быть много различных форм, преимущественно зависящих от трёх факторов:

- положение центра агрегации;
- начальное положение движущейся частицы;
- алгоритм моделирования движения.

$N(\epsilon)$ - количество квадратов, необходимое для покрытия фрактала, ϵ - сторона квадрата, d - переменная.

$$N(\epsilon) \sim \frac{1}{\epsilon^d}$$

$$\ln N(\epsilon) \sim \ln \frac{1}{\epsilon^d} = \ln \frac{1}{\epsilon}^d = d \ln \frac{1}{\epsilon}$$

$$d = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \left(\frac{\ln(N(\epsilon))}{\ln(\frac{1}{\epsilon})} \right)$$

$$\ln(N(\epsilon)) = D \ln(R) + b,$$

где D – фрактальная размерность, $N(\epsilon)$ – число частиц на расстоянии меньшем чем R , R – радиус

В этой модели частицы свободно падают по прямолинейным траекториям и прилипают к кластеру, когда оказываются рядом с занятым узлом. В результате образуется более плотный, но все еще фрактальный агрегат с изрезанной границей.

Агрегация, ограниченная химической реакцией (reaction limited aggregation, RLA) — модель агрегации, рассматривающая процессы, кинетика которых определяется химическим взаимодействием.

Баллистическая модель (Ballistic particle-cluster aggregation, ВРСА) — модель агрегации, в которой зародившаяся частица, движется по прямой в случайно выбранном направлении до столкновения с частицей и последующей агрегацией.

Кластер-кластерная агрегации, ограниченной диффузией (diffusion-limited cluster aggregation, DLCA) — модель агрегации, при которой располагается несколько начальных частиц.

Во время выполнения первого этапа группового проекта мы сделали теоретическое описание моделей неравновесной агрегации и определили задачи дальнейшего исследования.

1. Медведев Д.А. и др. Моделирование физических процессов и явлений на ПК: Учеб. пособие. Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2010. С. 101.
2. Mandelbrot B.B. The Fractal Geometry of Nature. New York: W. H. Freeman, 1982.
3. Feder J. Fractals. New York: Plenum Press, 1988.