

Этап 1

Научная проблема проекта “Неравномерная агрегация, фракталы”

Беличева Д. М., Демидова Е. А., Смирнов-Мальцев Е. Д., Сунгурова М. М.

29 февраля 2024

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

Студенты группы НКНбд-01-21:

- Беличева Дарья Михайловна
- Демидова Екатерина Алексеевна
- Сунгурова Мариян Мухсиновна
- Смирнов-Мальцев Егор Дмитриевич

Вводная часть

“Перенос чужих выводов в терминологически более изящную форму редко расценивается как научное достижение.”

Бенуа Б. Мандельброт



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

$N(\epsilon)$ - 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

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.

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.

Заключение

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. 101 с.
2. Sander L.M. Diffusion-limited aggregation: A kinetic critical phenomenon? Contemporary Physics, 2000.
3. Тыртышников А.Ю. и др. Сравнение алгоритмов DLA и RLA при моделировании пористых структур. НИИ «Центрпрограммсистем», 2017. 244 с.