

5) розраховується значення ймовірності приєднання частинки до кластера за формулою

$$p = \exp(-\beta(U_{ij} + U_{min})), \quad (9)$$

де $U_{min} = -4$, що приблизно відповідає мінімальному значенню енергії взаємодії між одиничним диполем і його найближчими сусідами на квадратній ґратці в процесі росту;

б) пробна частинка в точці стає частиною кластера з ймовірністю p .

В залежності від параметру β , в моделі агрегації частинок з постійним дипольним моментом спостерігається утворення кластерів різної просторової структури (ізотропних та анізотропних) та з різним рівнем упорядкованості диполів, що має тенденцію до суперантиферромагнітного (САФ) типу упорядкування при низьких температурах згідно з поведінкою системи диполів на простій квадратній ґратці в рівновазі. Ріст кластерів характеризується утворенням доменів з різними напрямками осей САФ упорядкування. В моделі агрегації частинок з індукованими дипольними моментами в зовнішньому полі спостерігається утворення ізотропних компактних кластерів при високій температурі й анізотропних компактних кластерів, витягнутих у напрямку зовнішнього поля при низькій температурі, причому, чим нижче температура, тим сильніше проявляється анізотропія кластера в напрямку поля.

Література:

1. *P. Mors, R. Botet, R. Julien.* "Cluster-cluster aggregation with dipolar interactions" // *J. Phys. A: Math. Gen.*, 20 (1987), L975-L980;
2. *S. Fraden, A. J. Hurd, R. B. Meyer.* "Electric-field-induced association of colloidal particles" // *Phys. Rev. Lett.*, 63, 21, 1989, 2373—2376.

МОРФОЛОГІЯ І ФРАКТАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ КЛАСТЕРІВ ПРИ ВРАХУВАННІ РІЗНИХ ТИПІВ МІЖЧАСТИНКОВИХ ВЗАЄМОДІЙ

М. Лебовка (кафедра фіз.-мат. наук НаУКМА),
М. Вигорницький, Я. Іваненко, Н. Санченко
(Інститут біологічної хімії НАНУ)

В процесах росту бактеріальних колоній, дендритоутворення, електропробою, розтріскування, протікання рідин через пористі середовища часто виникають складні нерівноважні структури, які можуть проявляти фрактальні властивості. Найбільш важливою тут

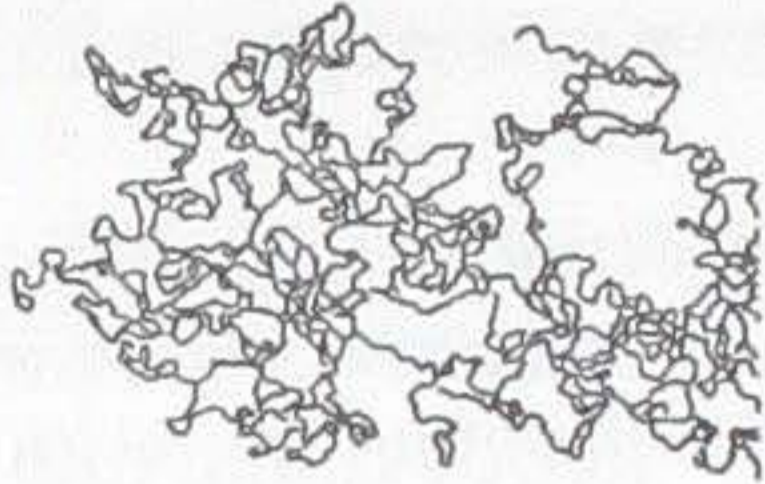
є проблема знаходження взаємозв'язку між механізмами росту, параметрами, що контролюють протікання даних процесів та типом структур росту, їх морфологією і фрактальними властивостями. Дана робота присвячена вивченню морфологій та фрактальних властивостей нерівноважних структур, що виникають в процесах росту кластерів з врахуванням наявності міжчастинкових взаємодій. Дослідження проведено на квадратній та трикутних ґратках. Розмір ґраток складав 1000×1000 , число частинок в кластерах досягало $5 \cdot 10^5$.

Модель Едена для агрегації уніполярних частинок. В даній моделі ріст кластерів контролюється двома параметрами: λ -довжиною екранування електростатичних взаємодій і E — короткодіючою енергією прилипання однієї частинки до кластеру. Розглянуто два типи моделей — детерміністична і стохастична. Вибір детерміністичної моделі дозволяв посилити ефекти анізотропії, що індукуються ґраткою та подавити шумові ефекти. Отримана фазова діаграма зростання кластерів в координатах λ — E . Виділені області зростання структур різних морфологій: лінійних, лінійно-вигнутих, закручених, щільно-розгалужених і компактних. Приклади структур такого типу для стохастичної моделі росту наведено на рисунку. Обговорюються умови зростання скінчених і нескінчених структур. Показано, що компактність структур зростає при збільшенні енергії притягання E , а підсилення впливу електростатичних взаємодій при збільшенні λ призводить до домінації лінійних морфологій. Досліджені профілі просторової густини кластерів і величин U/E , обговорюється неоднорідність і скейлінгові властивості структури кластерів. Аналізуються залежності фрактальної вимірності кластерів D_f від параметрів E і λ . Виявлено кроссовер від лінійних скінчених ($D_f=1$) до компактних ($D_f=2$) нескінчених структур для детерміністичного варіанту моделі.

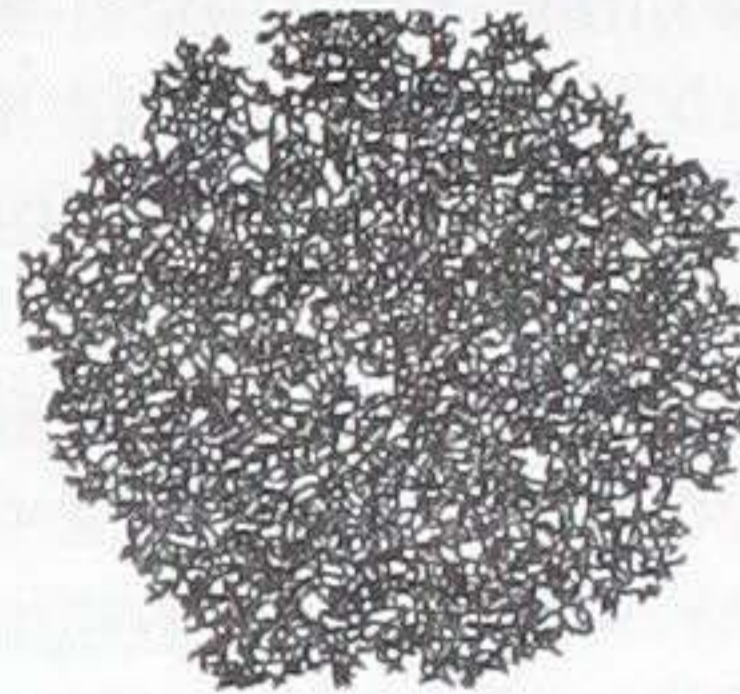
Лапласівська модель для агрегації уніполярних частинок. Модель базується на детерміністичному варіанті моделі дифузійно-обмеженої агрегації з параметром росту p , і зростання кластерів тут контролюється трьома параметрами $\{p, E, \lambda\}$. В координатах $\{E, \lambda\}$ при різних p побудовані фазові діаграми росту кластерів і виділені області, що відповідають різним морфологіям картин росту: область кінцевих х-подібних структур (I), область нескінчених розгалужених структур, що контролюються електростатичними взаємодіями (II), і область нескінчених структур з ефективно вимкнутими електростатичними взаємодіями (III). Наведені прості електростатичні оцінки локалізації областей. Показано, що в загальному ви-

падку в межах області II спостерігається неперервна зміна фрактальної вимірності D_f , контрольована параметрами $\{p, E, \lambda\}$.

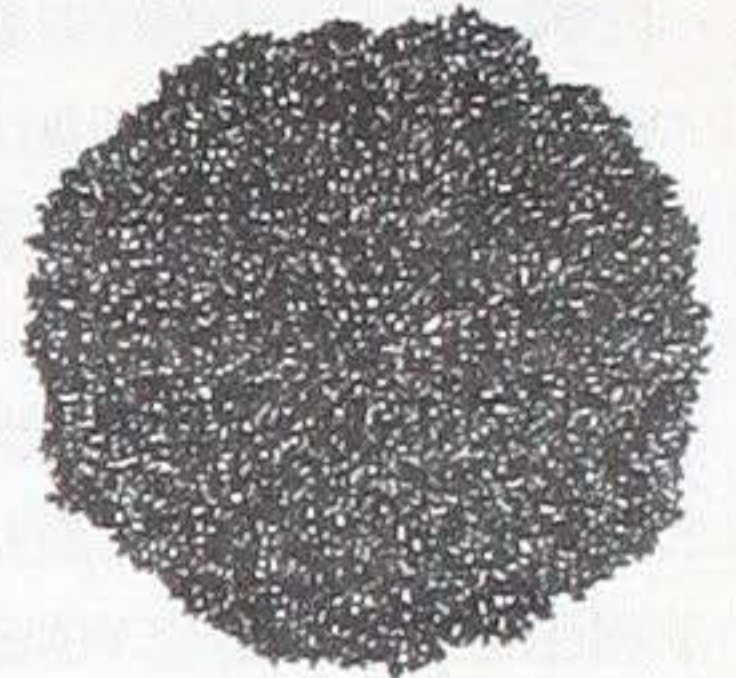
$\lambda=6, E=3.87$



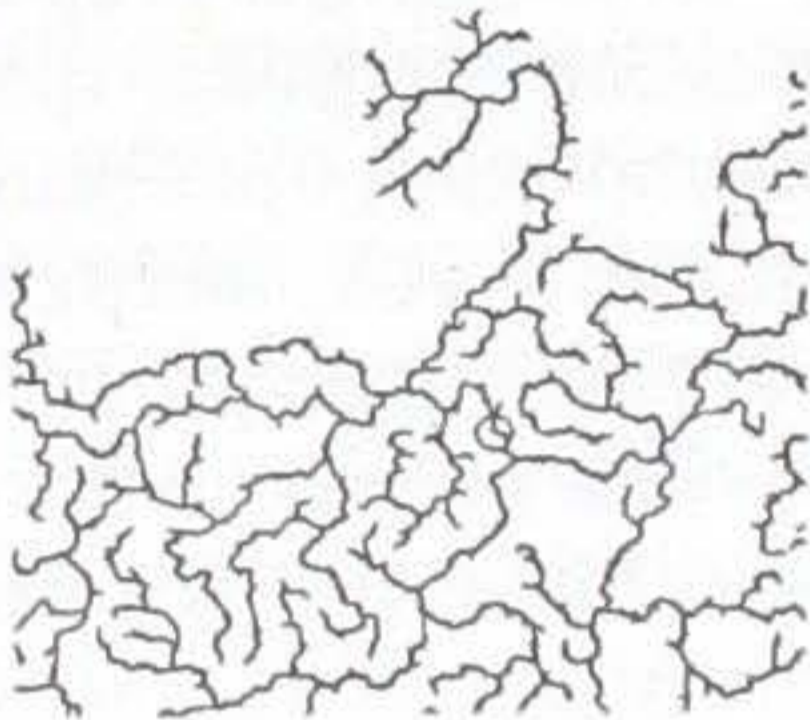
$\lambda=6, E=4.5$



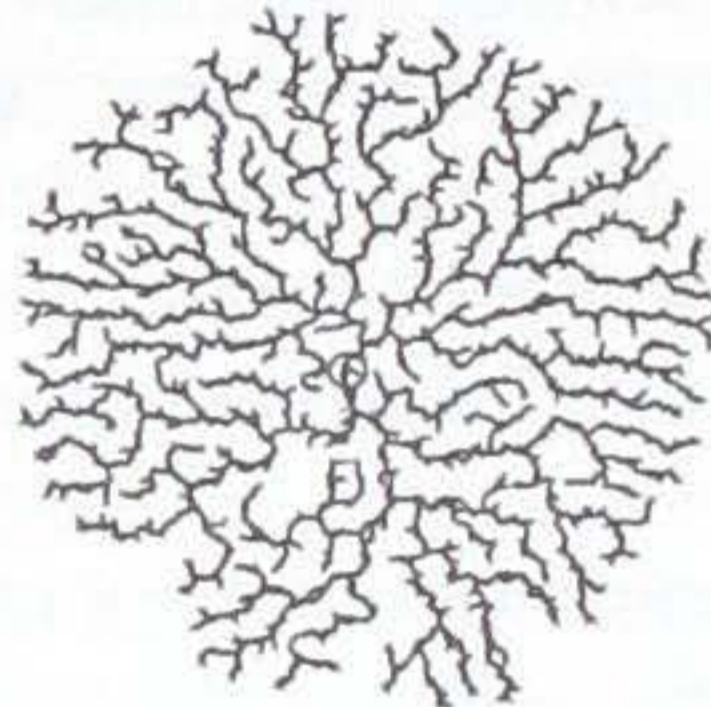
$\lambda=6, E=6$



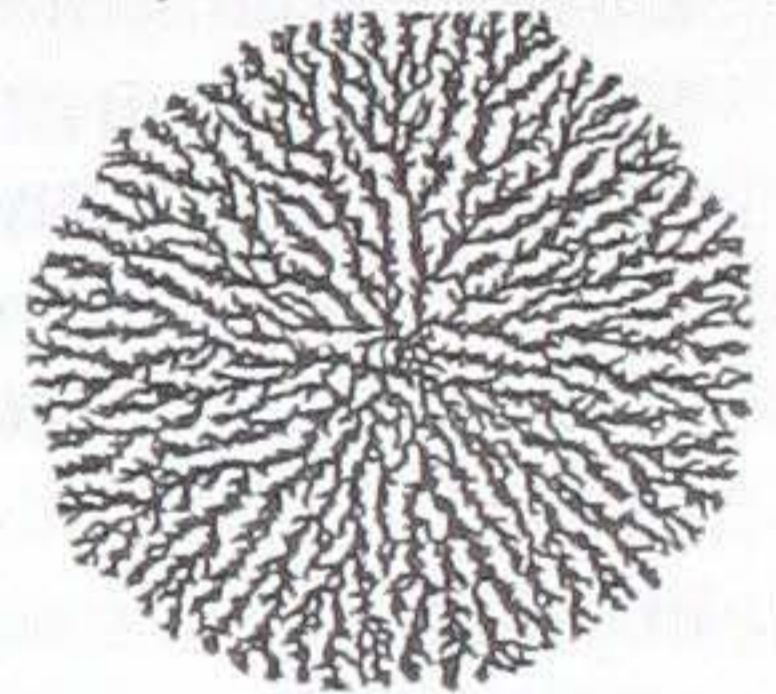
$\lambda=30, E=7.8$



$\lambda=30, E=10$



$\lambda=30, E=20$



Модель Едена для агрегації частинок в двохкомпонентній системі. Проведено дослідження росту композиційних кластерів в стохастичній моделі Едена з різними типами частинок (модель типу А-В). В даній моделі припускається, що енергія притягання між частинками одного типу $E=E_{AA}=E_{BB} (<0)$ превалює над енергією міжвидової взаємодії E_{AB} , тобто $E_{AB} > E$. Ріст кластерів контролюється двома параметрами E і $\gamma = E_{AB}/E$. Вірогідність приєднання визначається як $p \propto \exp(U/kT)$, де U — відповідає енергії взаємодії даної частинки в точці приєднання по околу Мура, kT — енергія теплового руху. Вивчено залежності структури і композиційного складу кластерів від їх розмірів, температури і параметру γ . Проведено аналіз перколяційних характеристик для даних систем.