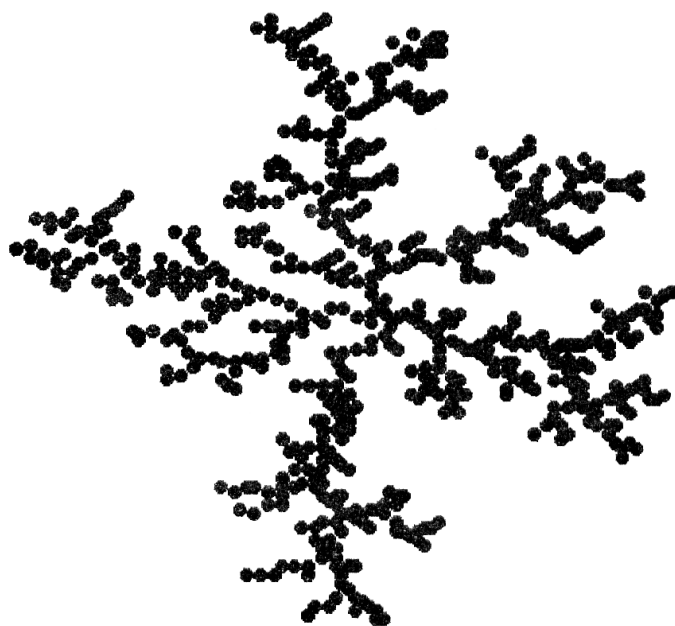


Ф.К. Шмидт

ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
В ФИЗИКО-ХИМИИ ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМ И
ПОЛИМЕРОВ



Иркутск
2001

А
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Иркутский государственный университет

*Библиотечка
содержащая
материалы
по
физико-химии
гетерогенных
систем и
полимеров
исследования
Ф. К. Шмидт
3.08.2001*

**ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
В ФИЗИКО-ХИМИИ ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМ И
ПОЛИМЕРОВ.**

Иркутск
-2001-

УДК 530.1. 533. 15.541.1

Шмидт Ф.К. Фрактальный анализ в физико-химии гетерогенных систем и полимеров. - Иркутск: Иркутский. ун-т, 2001. - с.

Рецензент – доктор химических наук, профессор Сараев В. В.

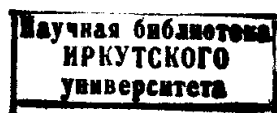
В учебном пособии изложены основные понятия фрактальной геометрии и концептуальные основы фрактального анализа в приложении к гетерогенным системам и процессам, а также фрактальный подход в физике макромолекул. Изложены способы определения характеристик фрактальных объектов. Специальные разделы посвящены анализу фрактальных и перколяционных кластеров, фрактальному анализу диффузионных каталитических процессов. Рассмотрены основные понятия мультифрактального анализа и его приложение к гетерогенным каталитическим процессам.

Учебное пособие рекомендуется студентам химических факультетов, аспирантам, научным сотрудникам, занимающимся гетерогенными системами и физической химией полимеров.

Табл. 8, Ил. 60, Библ. 159.

© Ф.К. Шмидт, 2001

© Иркутский государственный университет, 2001



A 568787

А

«Лишь теория решает, что мы
ухитряемся наблюдать»

А. Эйнштейн

Введение

Развитие современной техники и технологии определяется в первую очередь уровнем использования природных и получаемых искусственно материалов. Среди материалов особое место занимают твердофазные материалы, роль которых постоянно возрастает. В связи с этим наука о материалах – материаловедение, являющаяся симбиозом физики, химии и технологий и решающая задачу получения материалов с необходимым комплексом свойств, должна развиваться опережающими темпами.

В последние годы становится все более осознанным, что методологической основой изучения и создания новых материалов с заданными свойствами являются принципы синергетики, в соответствии с которыми эффективные способы получения и управления свойствами материалов возможны только в условиях самоорганизации структур [1]. Термином «синергетика» немецкий физик Г. Хакен назвал новое научное направление, связанное с изучением закономерностей процессов, протекающих в открытых неравновесных системах. Слово «синергетика» происходит от греческого «синергос», что означает «совместно действующий». Синергетика занимается изучением процессов самоорганизации, устойчивости и трансформации структур различной природы, являющимися общими для живой и неживой природы. Общность заключается в том, что всем естественным (а по мнению некоторых ученых также социальным и историческим) процессам свойственны неравновесные переходы, отвечающие особым точкам – точкам бифуркаций, в которых свойства системы, обусловленные самоорганизацией структур, изменяются самопроизвольно и скачкообразно. Движущей силой самоорганизации диссипативных структур, в понятиях термодинамики необратимых процессов, является стремление открытых систем при нестационарных процессах к снижению производства энтропии.

Термин «диссипативные структуры» введен для описания поведения сильно неравновесных состояний И.Р. Пригожиным. Дело в том, что по мере увеличения отклонения системы от равновесия, при определенных критических значениях внешних параметров система переходит в качественно новое состояние, которое характеризуется высшим уровнем самоорганизации, а именно, возникновением динамических устойчивых про-

странственно неоднородных структур, которые и называют диссипативными структурами. На языке термодинамики необратимых процессов в области существования диссипативных структур производство (правильнее возникновение) энтропии обеспечивается не только хаотическим поведением элементов системы, но и макроскопическими процессами. Это область нелинейной термодинамики необратимых процессов.

Оказалось, что самоорганизующиеся структуры, формирующиеся в неравновесных условиях, обладают свойствами фрактальности, т.е. они могут количественно описываться, наряду с другими величинами, с помощью фрактальной (дробной) размерности. С определенной натяжкой можно сказать, что фракталы являются геометрическим образом, самоорганизующейся в сильно неравновесных условиях, системы.

Необходимо также отметить, что во второй половине двадцатого столетия началось преобразование всего естествознания, которое можно сравнить с идеями, сформулированными в начале века и приведшими к созданию и развитию квантовой механики и теории относительности. Исходным пунктом этих новых взглядов были проблемы, которые связаны с описанием и изучением неупорядоченных структур и стохастических (нерегулярных, случайных) процессов. Особенно плодотворным было введение в естествознание концепции о фракталах, которая связывается с именем американского математика Бенуа Мандельброта.

Все возрастающий интерес к фракталам физико-химиков обусловлен тем, что одним из основных объектов исследования методами физической химии являются системы в которых ключевую роль играет состояние границы раздела между фазами. В системах, где поверхности раздела между фазами сильно развиты, свойства поверхностных слоев приобретают основное значение и определяют многие своеобразные свойства системы в целом. Например, такие важные в науке и практике явления как адсорбция и гетерогенный катализ в первую очередь определяются состоянием и свойствами поверхности и образующими её атомами и ионами. В самом деле при одинаковой измеренной удельной поверхности может быть реализована различная структура частиц, что отражается на распределении и энергетике активных центров. Все дело в том, что конденсированное состояние вещества может существовать в форме плотной сплошной среды и в виде сильно разрыхленных пористых структур. В равновесных условиях твердая фаза образует тела правильной геометрической конфигурации, которые в зависимости от природы вещества имеют кристаллическую или аморфную структуру. Наоборот, в сложных, сильно неравновесных условиях конденсированные фазы образуют, как правило, тела неправильной, пористой структуры.

Интуитивно геометрические модели различных естественных и искусственных объектов традиционно строились на сравнительно простых