

Шевченко К.Е.

Группа 404

Слайд 1

Здравствуйте. Я – студентка кафедры «Молекулярных процессов и экстремальных состояний вещества» 404 группы Шевченко Кристина. Работа, которую я представляю, называется « Диффузия в водно-спиртовых растворах этанола и изопропанола».

Слайд 2

В нашей работе мы исследуем водно-спиртовые растворы. Описание молекулярных взаимодействий в таких растворах затрудняется сильной неидеальностью этих растворов и существенными отклонениями от закона Рауля. Традиционным методом исследования таких растворов является анализ коэффициента диффузии и его зависимости от температур и концентраций. Предварительные эксперименты показали, что при создании сильных градиентов концентраций в системе могут возникать долгоживущие скачки показателя преломления, что, скорее всего, свидетельствует о наличии внутри раствора адсорбционных слоёв. Данное исследование можно рассматривать как пробный анализ таких систем новыми методами. В нашей работе использовался монитор LG 24UD58-B с очень высоким «удельным» разрешением – примерно 53 пикс. на кв.мм., что позволило использовать более совершенные фурье-фоны, по сравнению с классическими фонами теневого фонового метода. Пример такого фурье-фона приведен на рисунке. На первый взгляд кажется, что, по сравнению с обычным фоном хаотично расположенных пятен, данный фон начинает зависеть от яркости и его анализ существенно затрудняется, но в реальности такой фон позволяет широко использовать частотные фильтры, анализировать спектр искаженного изображения и выделять в нем те компоненты, которые определяют смещения изображения, а, значит, и градиенты показателя преломления. По смещениям деталей фона можно восстановить изменение показателя преломления среды, а дальше плотности и получить двумерные поля концентрации или температуры. Использовалась готовая программа по определению поля смещений, разработанная ст.н.с. кафедры молекулярных процессов и экстремальных состояний вещества Винниченко Николаем Аркадьевичем.

Слайд 3

На слайде представлена экспериментальная установка для измерения распределения концентраций вещества в водных растворах теневым фоновым методом с использованием фурье-фона. Как уже отмечалось, использовался монитор с высоким разрешением. Бралась кювета размерами $100 \times 100 \times 13$ мм. Измерения проводились в автоматическом режиме фотокамерой с помощью интервалометра на протяжении времени порядка суток и более с интервалом между кадрами 5 минут.

Слайд 4

В кювету последовательно наливалась методом сообщающихся сосудов сначала менее плотная жидкость (раствор этанола или изопропила в воде), а затем – более плотная (вода) на дно кюветы. При аккуратном наливании жидкостей удаётся создать резкий перепад концентраций с видимой границей раздела. После окончания измерений жидкость в кювете перемешивалась, отстаивалась в течение нескольких часов, и делался снимок невозмущённого фона. Сравнение двух фонов и позволяло определить поле смещений в разные моменты времени и построить график зависимости этих смещений от координат и времени. Реально получаемое поле смещений было двумерным, но одномерность задачи легко контролировалась. Для большей точности проводилось усреднение профилей по нескольким горизонтальным координатам.

Слайд 5

На слайде представлены фотографии начала диффузии раствора этанола в воде при 30%, 50% и 70% массовых концентрациях на фоне экрана с фурье-фоном. А также изображения вертикальных профилей концентраций, восстановленных по показателю преломления, при диффузии водного раствора этанола с массовой концентрацией 0.3 в воде в момент начала съёмки и через 9 часов после начала съёмки.

Слайд 6

Моделирование с помощью стандартной теории диффузии при низких концентрациях даёт хорошее совпадение, однако при больших концентрациях возникают большие скачки концентраций, которые стандартной теорией диффузии не описываются. При 30% массовой концентрации этанола возникает видимая граница, которая со временем

становится незаметной на фоне. При массовой концентрации 50% и 60% этанола граница расходится, и образуются две границы, которые потом исчезают, что можно видеть на фотографиях, представленных на слайде.

Слайд 7

Как можно видеть на слайде, при 70% концентрации также идёт разделение на две границы, но они не исчезают быстро, а между ними происходит сильное размытие изображения, которое наблюдается более трёх-четырёх суток. При диффузии 25% изопропанола граница не видна с самого начала, и дальше также остаётся незаметной для глаз. Если же взять 100 % концентрацию изопропанола, то там возникает чёткая размытая граница, которая не рассасывается более 5,5 часов, но дополнительных слоёв не возникает.

Слайд 8

Выводы:

1. Создана экспериментальная установка, позволяющая изучать диффузионные процессы в водно-спиртовых растворах для больших перепадов концентраций и восстанавливать профили концентраций по профилю изменения показателя преломления в любые моменты времени.
2. При низких концентрациях водно-спиртового раствора процесс диффузии соответствует классическим представлениям, однако с увеличением перепада концентраций в этаноле наблюдается появление адсорбционных слоёв – зон с резким изменением концентрации внутри рассматриваемого слоя, которые существуют более суток. В изопропаноле такие явления отсутствуют.

