

ФИЗИКА «МЯГКИХ» (НЕУПОРЯДОЧЕННЫХ, АМОРФНЫХ И ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ) СРЕД.

Лектор: д.ф.-м.н., профессор Потёмкин Игорь Иванович (кафедра физики полимеров и кристаллов физического факультета МГУ)

Аннотация курса

В курсе излагаются основные понятия науки о так называемых «мягких» конденсированных средах, которые не относятся ни к простым жидкостям, ни к твердым кристаллам и имеют существенный отклик на слабые внешние воздействия. Основное внимание в курсе уделено коллоидным системам, полимерам и жидким кристаллам. Излагаются основные физические эффекты, присущие данным системам. Курс предназначен для студентов 4 курса физической специальности. Основные разделы курса отработаны при чтении лекций студентам и аспирантам физического факультета МГУ.

Тема 1. Определения «мягких» сред. Примеры «мягких» сред. Свойства «мягких» сред, которыми не обладают традиционные вещества. Пространственные и временные масштабы в «мягких» средах

Тема 2. Молекулярная картина в газах, низкомолекулярных жидкостях и твердых телах. Стеклообразное состояние. Потенциал Леннарда-Джонса. Решеточная модель для смеси двух жидкостей.

Тема 3. Фазовое разделение в смесях двух жидкостей в приближении решеточной модели. Графическое пояснение возникновения устойчивости и неустойчивости однородного состояния в смеси двух жидкостей. Уравнения фазового равновесия в смеси двух жидкостей. Бинодаль и спиноподаль двухкомпонентной системы. Критическая точка. Коэффициент поверхностного натяжения на границе раздела двух жидкостей.

Тема 4. Спиноподальный распад. Законы Фика. Одномерное приближение теории Канна-Хилларда.

Тема 5. Однородное зародышеобразование в метастабильной области. Оствальдовское созревание. Закон Лапласа. Зародышеобразование при наличии примесей или границ (неоднородное зародышеобразование). Закон Юнга. Сравнение с однородным зародышеобразованием.

Тема 6. Различные фазы спиноподального распада. Динамическая скейлинговая теория спиноподального распада. Закон Лифшица-Слэзова.

Тема 7. Определение коллоидных систем. Способы стабилизации коллоидных частиц. Число Рейнольдса. Уравнение движения частицы в жидкости с малым числом Рейнольдса в поле тяжести. Броуновское движение. Уравнение Эйнштейна-Стокса.

Тема 8. Взаимодействие нейтральных коллоидных частиц за счет сил Ван-дер-Ваальса. Энергия взаимодействия двух пластин.

Тема 9. Электростатическая стабилизация коллоидных частиц. Экранировка взаимодействий. Теория Дебая-Хюккеля. Радиус Дебая. Потенциал экранированного взаимодействия. Электростатическое взаимодействие двух коллоидных частиц. Распределение противоионов между двух частиц большого радиуса (приближение двух заряженных плоскостей).

Тема 10. Стерическая стабилизация коллоидных частиц. Depletion forces. Способы контроля притяжения между частицами. Поверхностно-активные вещества. Стабилизация миниэмульсий. Физический принцип эмульсионной полимеризации. Способы формирования коллоидных частиц. Особенности кристаллизации коллоидных частиц. Модель жестких сфер. Влияние соли на кристаллизацию.

Тема 11. Самоорганизация в полимерных системах. Фазовая диаграмма микрофазного расслоения в расплавах диблок-сополимеров. Режимы слабой и сильной сегрегации. Профили плотности в режимах слабой и сильной сегрегации. Расчет параметров ламеллярной структуры в пределе сильной сегрегации.

Тема 12. Природа вязкоупругого поведения полимерных систем. Гель-электрофорез в слабых и сильных электрических полях.

Тема 13. Физическая причина жидкокристаллического упорядочения в низкомолекулярных и полимерных системах.

Список рекомендованной литературы

1. R. A. L. Jones, Soft Condensed Matter, Oxford master series in condensed matter physics, OXFORD University press, 2004.
2. I. W. Hamley, Introduction to Soft Matter, J. Wiley & Sons, 2004
3. J.N.Israelachvili, Intermolecular and Surface Forces, Second Edition.
4. S.A. Safran, Statistical Thermodynamics of Surfaces, Interfaces, and Membranes.