

## **Содержание разделов дисциплины**

### **Модуль 1. Особенности адсорбции газов и паров на твердых телах**

1.1. Роль адсорбции в природе и химической технологии.

1.2. Основные понятия и термины в адсорбции. Количественные характеристики адсорбции, соотношение между ними в различных адсорбционных системах. Термическое уравнение адсорбции. Виды зависимостей, описывающих состояние адсорбционной системы.

1.3. Поверхностная энергия твердого тела и ее составляющие. Поверхностное натяжение твердого тела; однородные, гомотактические, изотропные и анизотропные поверхности. Строение и свойства поверхности реальных твердых тел, основные факторы неоднородности поверхности.

1.4. Дисперсные материалы, их количественные характеристики. Связь размеров частиц с удельной поверхностью и дисперсностью. Пористые твердые тела, их количественные характеристики. Основные виды и строение пористых тел, их классификация. Принципы моделирования пористой структуры, виды модельных пор.

1.5. Энергия адсорбции на твердых телах. Потенциальная энергия взаимодействия при физической адсорбции. Специфическая и неспецифическая адсорбция. Классификация адсорбентов и адсорбатов по распределению электронной плотности (по Киселеву).

1.6. Энергия взаимодействия и природа адсорбционной связи при хемосорбции. Ассоциативная и диссоциативная хемосорбция. Активированная и неактивированная адсорбция. Изостерическая теплота адсорбции, адсорбционный потенциал. Типы изотерм адсорбции по классификации Брунауэра.

### **Модуль 2. Термодинамические параметры адсорбции газов и паров**

Основные виды стандартных состояний. Расчет термодинамических параметров адсорбции в соответствии с газообразным и жидкообразным стандартными состояниями адсорбата.

### **Модуль 3. Основные модели и уравнения для описания адсорбции газов и паров на однородной поверхности твердых тел**

3.1. Подвижная, локализованная, псевдолокализованная адсорбция. Метод оценки подвижности адсорбированных молекул.

3.2. Модели подвижной мономолекулярной адсорбции. Обобщенное уравнение подвижной адсорбции и его решения для различных степеней заполнения. Уравнения Генри, Фольмера и Хилла-Де-Бура. Константы уравнений, их определение из экспериментальных данных. Учет собственных размеров молекул и латерального взаимодействия.

3.3. Модели локализованной мономолекулярной адсорбции. Уравнения Ленгмюра и Фаулера-Гугенгейма. Области их применения. Физический смысл констант уравнений и их определение из экспериментальных данных.

Модели локализованной полимолекулярной адсорбции. Уравнения БЭТ, Гаркинса –Юра и Френкеля-Хелси-Хилла. Допущения, вывод уравнений и их анализ. Физический смысл констант уравнений и их расчет.

3.4. Адсорбционное определение удельной поверхности твердых тел. Метод БЭТ как стандартный метод определения удельной поверхности твердых тел. Выбор адсорбатов и условий проведения экспериментов. Одноточечный метод БЭТ. Условия применения уравнения Ленгмюра для определения удельной поверхности. Применение других уравнений (Френкеля-Хелси-Хилла, Гаркинса и Юра).

### **Модуль 4. Адсорбция на неоднородной поверхности**

4.1. Основные подходы к описанию адсорбции на неоднородной поверхности. Уравнения Зельдовича –Фрейндлиха и Темкина. Области их применимости.

4.2. Применение специфической адсорбции и хемосорбции для изучения свойств неоднородной поверхности. Выбор адсорбатов и условий проведения эксперимента.

## **Модуль 5. Адсорбция на пористых материалах**

5.1. Адсорбция в мезопористых материалах. Теория капиллярной конденсации. Изотермы капиллярной конденсации для модельных форм пор. Классификация типов петель адсорбционно-десорбционного гистерезиса по Де-Буру. Уравнения и модели для расчета распределения объема и удельной поверхности мезопор по размерам.

5.2. Адсорбция на микропористых материалах. Теория объемного заполнения микропор. Свойства потенциальных кривых адсорбции в микропорах: температурная инвариантность и аффинность потенциальных кривых. Уравнение Дубинина-Астахова и Дубинина-Радушкевича. Определение параметров уравнения, расчет объема и оценка размеров микропор.

5.3. Прямые экспериментальные методы определения объема и размеров микропор: метод преадсорбции и метод молекулярных "щупов".

5.4. Сравнительные методы, основанные на стандартных изотермах и эталонных образцах: t-метод Де-Бура, метод Дубинина-Кадлеца,  $\alpha$ -метод, метод сравнительных графиков.

Расчет истинного объема микропор и внешней удельной поверхности с использованием сравнительных методов.

## **Модуль 6. Экспериментальные методы измерения адсорбции газов и паров на твердых телах**

6.1. Статические методы. Объемный (волюмометрический) и весовой (гравиметрический) методы измерения адсорбции: принципиальные схемы и расчет величины адсорбции. Преимущества и недостатки статических методов.

6.2. Динамические методы: метод тепловой десорбции и импульсный метод. Принципиальные схемы и расчет величины адсорбции. Преимущества и недостатки динамических методов.

6.3. Эталонная порометрия как сравнительный метод расчета распределения пор по размерам. Метод ртутной порометрии. Достоинства и недостатки различных методов определения распределения мезопор по размерам.

6.4. Принцип планирования адсорбционных измерений и расчета характеристик пористой структуры

6.5. Современные тенденции в области развития экспериментальных и численных методов для оценки адсорбции на твердых телах.