

**чреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и
электроники

_____ (Короткевич А.В.)
_____ 2011.

Регистрационный № УД- 4-33-263 / р

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

Рабочая учебная программа для специальности:
1 – 41 01 04 Нанотехнологии и наноматериалы в электронике

Факультет компьютерного проектирования
Кафедра химии

Курс 3

Семестр 5

Лекции 34 (количество часов)

Зачет 5 (семестр)

Лабораторные занятия 18

Всего аудиторных часов
по дисциплине 52

Всего часов
по дисцирлине 92

Форма получения высшего
образования дневная

Рабочая учебная программа составлена на основе типовой учебной программы «Коллоидная химия», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь _____, регистрационный номер № _____ и р. учебного плана специальности: 1 – 41 01 04 Нанотехнологии и наноматериалы в электронике *рег. № 09.04.32/104 (дн)*

Составители: доцент кафедры химии Позняк А. А., ассистент кафедры химии Новикова М. А.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры химии

протокол № 1 от 05.09.2011

Заведующий кафедрой _____ (И. В. Боднарь)

Одобрена и рекомендована к утверждению Советом факультета компьютерного проектирования Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

протокол № 4 от 21.11.2011

Председатель Совета факультета компьютерного проектирования

_____ (Дик С.К.)

СОГЛАСОВАНО

Начальник ОМОУП _____ Ц. С. Шикова
01.12.2011

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель преподавания дисциплины. Дисциплина «Коллоидная химия» является одной из составляющих общехимического образования студентов в области нанотехнологий. Коллоидная химия играет фундаментальную роль в нанонауке и нанотехнологии. Цель изучения дисциплины «Коллоидная химия» - формирование научного мировоззрения, целостных представлений о коллоидной химии как науке, основных направлениях ее развития и новейших достижениях, оценки роли коллоидной химии в развитии нанотехнологий и получении наноматериалов; приобретение фундаментальных знаний о дисперсных системах и поверхностных явлениях, возникающих на границе раздела фаз; развитие познавательных интересов и интеллектуальных способностей в процессе самостоятельного обновления знаний и использования их в профессиональной деятельности.

Задачи изучения дисциплины.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать:

- основные понятия, законы и методы коллоидной химии;
- основные свойства коллоидных систем и их применение;
- основные способы получения и стабилизации коллоидных систем.

уметь:

- использовать основные теоретические положения курса при изучении общетехнических и специальных дисциплин;
- самостоятельно выбирать режимы, методы создания коллоидных систем.
- выполнять необходимые физико-химические расчеты использованием справочной литературы;
- проводить экспериментальные исследования с использованием современных приборов, обрабатывать результаты эксперимента, делать соответствующие выводы и заключения;

**Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо
для изучения данной дисциплины**

| № п/п | Название дисциплины | Раздел, темы |
|-------|------------------------------|-----------------------------|
| 1. | Химия | В полном объеме |
| 1. | Физика | В объеме школьной программы |
| 2. | Общая и неорганическая химия | Раздел 3, темы 8, 10 – 12 |
| 3. | Физическая химия | В полном объеме |

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс «Коллоидная химия» включает в себя лекции, лабораторные занятия, индивидуальную работу со студентами.

1. НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ В ЧАСАХ

| № пп | Название темы | Содержание | Объем в часах |
|------|---|--|---------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Вводная лекция Основные понятия и определения коллоидной химии | Основные разделы и направления коллоидной химии. Объекты и цели изучения. Понятие о поверхностных явлениях и дисперсных системах. Признаки дисперсных систем - гетерогенность и дисперсность; их единство. Классификации дисперсных систем. Роль поверхностных явлений и дисперсных систем в природе и народном хозяйстве, нанозлектронике и нано технологии | 2 |
| 2. | Раздел 1. Поверхностные явления | | |
| 2.1. | Термодинамика поверхностных явлений | Поверхность раздела фаз. Поверхностное натяжение как мера свободной поверхностной энергии, его силовая и энергетическая трактовки. Экспериментальные методы определения поверхностного натяжения. Метод избыточных величин Гиббса - способ описания термодинамики поверхностных явлений. Классификация поверхностных явлений. | 2 |
| 2.2. | Адгезия, смачивание, | Адгезия и когезия. Природа сил взаимодействия при адгезии и | 2 |

| | | | |
|--------|--|--|---|
| | растекание | когезии. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Смачивание. Краевой угол смачивания и закон Юнга. Соотношение между работами когезии адгезии при смачивании (уравнение Дюпре-Юнга). Избирательное смачивание как метод характеристики поверхностей твердых тел. Флотационное обогащение руд. Термодинамические условия растекания жидкостей. Коэффициент растекания по Гаркинсу. Эффект Марангони. Межфазное натяжение на границе между взаимно насыщенными жидкостями. Правило Антонова. | |
| 2.3. | Капиллярные явления | Влияние кривизны поверхности жидкости на внутреннее давление. Капиллярное давление, закон Лапласа. Капиллярные явления. Капиллярное поднятие жидкости, уравнение Жюрена. Зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности жидкости. Уравнение Томсона (Кельвина). Роль капиллярных явлений в природе и технике. | 2 |
| 2.4. | Адсорбция | | |
| 2.4.1. | Адсорбция как поверхностное явление. | Адсорбат и адсорбент. Природа адсорбционных сил. Физическая адсорбция, хемосорбция. Изотерма, изопикна, изостера и изобара адсорбции. | 1 |
| 2.4.2. | Адсорбция на границе твердое тело-газ. | Адсорбция газов и паров на однородной поверхности. Изотерма мономолекулярной адсорбции. Основные положения | 3 |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | <p>теории мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра. Уравнение Лэнгмюра, его анализ. Линейный вид уравнения Лэнгмюра и графическое определение его констант. Изотермы полимолекулярной адсорбции. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ. Уравнение БЭТ, его анализ. Линейная форма уравнения БЭТ, ее практическое применение для определения удельной поверхности твердых адсорбентов. Потенциальная теория Поляни. Адсорбционный объем и адсорбционный потенциал. Характеристическая кривая адсорбции, ее построение по изотерме полимолекулярной адсорбции. Температурная инвариантность и аффинность характеристической кривой. Адсорбция газов и паров на пористых адсорбентах. Количественные характеристики пористых тел: размер пор, удельная поверхность. Классификация адсорбентов по размерам пор. Адсорбция на переходно-пористых адсорбентах. Капиллярная конденсация. Капиллярно конденсационный гистерезис. Интегральная и дифференциальная кривые распределения объема пор по радиусам. Особенности адсорбции на микропористых</p> | |
|--|--|---|--|

| | | | |
|--------|--|--|---|
| | | адсорбентах. Изотерма адсорбции. Теория объемного заполнения микропор Дубинина. Уравнение Дубинина-Радушкевича. Молекулярные сита. Практическое применение твердых адсорбентов для очистки газовых выбросов различных производств от вредных веществ. | |
| 2.4.3. | Адсорбция на границе жидкость-газ | Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Изотермы поверхностного натяжения для водных растворов ПАВ. Особенности строения молекул ПАВ. Классификация ПАВ по способности к диссоциации в водных растворах: ионогенные (анионные, катионные и амфолитные) и неионогенные. Понятие о гидрофильно-липофильном балансе молекул ПАВ (число ГЛБ). Поверхностная активность; влияние строения молекул ПАВ на ее величину. Правило Дюкло-Траубе. Избыточная адсорбция по Гиббсу. Уравнение Гиббса. Изотермы адсорбции по Гиббсу. Абсолютная адсорбция по Лэнгмюру и уравнение Лэнгмюра. Изотермы адсорбции по Лэнгмюру. Применение уравнений Гиббса и Лэнгмюра для определения площади, занимаемой молекулой ПАВ в поверхностном слое. | 2 |
| 2.4.4. | Адсорбция на границе твердое тело-жидкость | Молекулярная адсорбция из растворов неэлектролитов на твердых адсорбентах. Факторы, влияющие на молекулярную адсорбцию: природа адсорбента, | 2 |

| | | | |
|------|---|---|---|
| | | <p>адсорбата и среды, температура, время. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Экспериментальный метод определения удельной поверхности твердого адсорбента. Адсорбция ионов из растворов электролитов на твердых адсорбентах (ионная адсорбция). Адсорбция на незаряженной твердой поверхности. Потенциалопределяющие ионы. Потенциал поверхности. Противоионы. Двойной электрический слой (ДЭС). Модели строения ДЭС. Ионообменная адсорбция. Роль ионообменной адсорбции при химических способах очистки воды.</p> | |
| 3. | Раздел 2. Дисперсные системы | | |
| 3.1. | Способы получения лиофобных дисперсных систем | <p>Методы диспергирования (измельчение твердых тел, распыление жидкостей и др.). Адсорбционное понижение прочности твердых тел эффект Ребиндера. Конденсационные методы. Физическая конденсация. Образование частиц дисперсной фазы при замене растворителя, конденсации пересыщенных паров. Химическая конденсация. Образование зародышей дисперсной фазы в гомогенной среде в результате химической реакции (обмена, гидролиза, окисления-восстановления). Получение гидрозолей методом химической конденсации. Особенности стабилизации гидрозолей. Строение</p> | 1 |

| | | | |
|--------|--|---|---|
| | | структурной единицы дисперсной фазы гидрозоля. Основные способы очистки гидрозолей (диализ, ультрафильтрация). | |
| 3.2. | Термодинамика образования лиофильных дисперсных систем | Методы получения лиофильных дисперсных систем. Мицеллообразование в растворах коллоидных ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) и методы ее определения. Основные факторы, влияющие на ККМ. Зависимость строения и формы мицелл от концентрации растворов коллоидных ПАВ, от природы среды. Фазовая диаграмма раствора коллоидного ПАВ. Точка Крафта. Коллоидные растворы ПАВ - типичные представители лиофильных дисперсных систем. Солюбилизация. Моющее действие коллоидных растворов ПАВ. Микроэмульсии как пример лиофильных наносистем; условия их образования. | 1 |
| 3.3. | Основные свойства дисперсных систем | | |
| 3.3.1. | Кинетические свойства | Молекулярно-кинетические свойства свободнодисперсных систем. Броуновское движение частиц дисперсной фазы. Средний сдвиг как характеристика интенсивности броуновского движения частиц. Уравнение Эйнштейна-Смолуховского. Диффузия. Первый закон Фика. Коэффициент диффузии; уравнение Эйнштейна. Осмотическое давление в золях. | 2 |

| | | | |
|--------|--|--|---|
| | | <p>Обратный осмос и его практическое применение. Седиментация в дисперсных системах. Закономерности седиментации в гравитационном поле. Закон Стокса; условия его соблюдения. Седиментационный анализ суспензий. Интегральные и дифференциальные кривые распределения частиц полидисперсной системы по радиусам. Седиментационно-диффузионное равновесие в ультрамикрорегетерогенных системах.</p> | |
| 3.3.2. | Электрические свойства и электрокинетические явления | <p>Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциал течения и потенциал седиментации. Особенности их проявления в свободно- и связнодисперсных системах. Электрокинетический потенциал и методы его определения. Изоэлектрическое состояние в дисперсных системах. Практические приложения электрокинетических явлений.</p> | 1 |
| 3.3.3. | Оптические свойства | <p>Оптические явления, возникающие при прохождении видимого света через дисперсную систему: отражение, преломление, поглощение и рассеяние. Уравнение Рэлея для процессов светорассеяния в золях, его анализ и условия применимости. Уравнение Геллера. Поглощение света окрашенными дисперсными</p> | 1 |

| | | | |
|------|---|---|---|
| | | системами. Закон Ламберта-Бугера-Бера для окрашенных дисперсных систем. Методы определения размеров и концентрации частиц дисперсной фазы, основанные на оптических свойствах дисперсных систем (нефелометрия, турбидиметрия, ультрамикроскопия). | |
| 3.4. | Устойчивость и коагуляция дисперсных систем | Термодинамические и кинетические факторы устойчивости дисперсных систем. Виды устойчивости дисперсных систем: агрегативная и седиментационная. Коагуляция как результат потери дисперсной системой агрегативной устойчивости. Определение и признаки коагуляции. Быстрая и медленная коагуляция. Теория устойчивости и коагуляции лиофобных дисперсных систем ДЛФО. Уравнение для энергии электростатического отталкивания между частицами. Уравнение для энергии притяжения между частицами. Общее уравнение для энергии взаимодействия частиц дисперсной фазы. Потенциальный барьер и агрегативная устойчивость дисперсной системы. Структурообразование как частный случай коагуляции. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. | 4 |

| | | | |
|--------|--|--|---|
| | | <p>Тиксотропия. Гелеобразование. Электролитная коагуляция. Индифферентные и неиндифферентные электролиты. Нейтрализационная и концентрационная коагуляция. Порог коагуляции. Правило Шульце-Гарди. Флокуляция, гетерокоагуляция, адагуляция и взаимная коагуляция. Применение флокуляции и коагуляции для очистки сточных вод химических производств от взвешенных частиц.</p> | |
| 3.5. | Типы дисперсных систем | | |
| 3.5.1. | Системы с жидкой дисперсионной средой. | <p>Суспензии. Способы получения и стабилизации их в водных и органических средах. Агрегативно устойчивые и агрегативно неустойчивые суспензии, особенности их седиментации. Разбавленные и концентрированные суспензии (пасты) и их свойства. Практическое применение суспензий. Эмульсии, их классификация и способы получения. Прямые и обратные эмульсии. Методы определения типа эмульсии. Стабилизация эмульсий растворами ПАВ, ВМС и порошками. Правило Банкрофта. Выбор ПАВ для стабилизации эмульсии по числу ГЛБ. Обращение фаз эмульсий. Природные и синтетические эмульсии, их практическое применение. Пены.</p> | 3 |

| | | | |
|--------|--|---|----|
| | | <p>Классификация пен. Кратность пен и их строение. Методы получения и стабилизации пен. Пенообразователи. Факторы устойчивости пен.</p> <p>Количественная оценка устойчивости пен. Разрушение пен. Пеногасители. Практическое применение пен.</p> | |
| 3.5.2. | Системы с газообразной дисперсионной средой. | <p>Аэрозоли. Классификация аэрозолей, методы их получения. Молекулярно-кинетические, электрические и оптические свойства аэрозолей. Способы разрушения аэрозолей. Аэрозоли в промышленности и в быту. Порошки. Классификация порошков. Методы получения. Основные характеристики порошков: форма зерен, дисперсность, насыпная масса, пористость, удельная поверхность и методы их определения. Характерные свойства порошков: способность к течению, распылению, гранулированию, агломерационная способность, слеживаемость. Практическое применение порошков.</p> | 3 |
| 3.5.3. | Системы с твердой дисперсионной средой. | <p>Твердые пены, методы их получения. Пенопласты, пенобетоны, пеностекло.</p> <p>Дисперсные системы с твердой дисперсной фазой и твердой дисперсионной средой (композиционные материалы).</p> | 2 |
| Итого | | | 34 |

2. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ, ИХ НАИМЕНОВАНИЕ И ОБЪЕМ В ЧАСАХ

Основная цель проведения лабораторных занятий состоит в закреплении теоретического материала курса, развитии у студентов навыков выполнения эксперимента, обработки и анализа полученных данных, грамотного оформления отчетов.

| № п/п | Название темы | Содержание | Объем в часах |
|-------------------|---|---|---------------|
| 1. | Поверхностные явления на границе раздела фаз | 1. Приготовление адсорбентов: активированного угля, силикагеля 2. Адсорбция различных красителей из растворов 3. Ориентация молекул ПАВ в насыщенном поверхностном слое (модельный опыт) | 4 |
| 2. | Методы получения коллоидов различными методами | 1. Получение гидрозоля гидроксида железа методом гидролиза 2. Получение гидрозоля гидроксида железа методом реакции двойного обмена 3. Получение гидрозоля серебра методом восстановления 4. Получение гидрозоля канифоли методом понижения растворимости 5. Получение гидрозолей высокомолекулярных соединений | 4 |
| 3. | Оптические свойства коллоидных | 1. Демонстрация эффекта Тинделя 2. Избирательность светорассеяния в золях | 4 |
| 4. | Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем | 1. Наблюдение эффекта электрофореза. Электрофорез каолина 2. Определение знака заряда золя или красителя методом капиллярного поднятия | 4 |
| 5. | Итоговое занятие | | 2 |
| Всего за семестр: | | | 18 |

4. ЛИТЕРАТУРА

4.1 Основная

- 4.1.1 Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы / Ю. Г. Фролов. – М. : Химия, 2004. – 463 с.
- 4.1.2 Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной Химии / Д. А. Фридрихсберг. – СПб. : Химия, 1995. – 400 с.
- 4.1.3 Воюцкий, С. С. Курс коллоидной химии / С. С. Воюцкий. – М.: Химия, 1976. – 512 с.
- 4.1.4 Поверхностные явления и дисперсные системы: лаб. практикум для студ. химико-технологических специальностей / А. А. Шершавина [и др.]. – Минск: БГТУ, 2005. – 104 с.
- 4.1.5 Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии / под ред. Ю. Г. Фролова, А. С. Гродского. – М. : Химия, 1986. – 215 с.
- 4.1.6 Шутова, А. И. Задачник по коллоидной химии / А. И. Шутова. – М.: Высш. шк., 1966. – 87 с.
- 4.1.7 Поверхностные явления и дисперсные системы. Вопросы и задачи для самостоятельной работы и контроля текущих знаний студентов / Г. Г. Эмелло [и др.]. – Минск: БГТУ, 2004. – 29 с.
- 4.1.8 Болдырев А.И. Демонстрационные опыты по физической и коллоидной химии. Уч. пособие для вузов. М., «Высшая школа», 1976. – 255 с.

4.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

- 4.2.1 Зимон, А. Д. Коллоидная химия / А. Д. Зимон, Н. Ф. Лещеко. – М.: Агар, 2001. – 318 с.
- 4.2.2 Щукин, Е. Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2004. – 446 с.
- 4.2.3 Евстратова, К. И. Физическая и коллоидная химия/ К. И. Евстратова, Н. А. Купина, Е. Е. Малахова. – М. : Высш. шк., 1990. – 486 с.
- 4.2.4 Кругляков, П. М. Физическая и коллоидная химия/ П. М. Кругляков, Т. Н. Хаскова. – М. : Высш. шк., 2007. – 319 с.
- 4.2.5 Захарченко, В. Н. Коллоидная химия / В. Н. Захарченко. – М.: Высш. шк., 1989. – 237 с.
- 4.2.6 Сумм, Б. Д. Физико-химические основы смачивания и растекания/ Б. Д. Сумм, Ю. В. Горюнов. – М. : Химия, 1976. – 232 с.
- 4.2.7 Гельфман, М. И. Коллоидная химия/ М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. – СПб. : Лань, 2003. – 336 с.
- 4.2.8 Хаскова, Т. Н. Коллоидная химия: поверхностные явления и дисперсные системы : учеб. пособие / Т. Н. Хаскова, П. М. Кругляков. – Пенза: ПГАСА, 2003. – 152 с.
- 4.2.9 Ролдугин, В. И. Физикохимия поверхности / В. И. Ролдугин. – Долгопрудный : Издат. дом «Интеллект», 2008. – 568 с.

- 4.2.10 Адамсон, А. Физическая химия поверхностей/ А. Адамсон. – М.: Мир, 1979. – 568 с.
- 4.2.11 Капиллярная химия / под ред. Т. Тамару. – М.: Мир, 1983. – 271 с.
- 4.2.12 Поляченко, О. Г. Физическая и коллоидная химия : практикум/ О. Г. Поляченко, Л. Д. Поляченко. – Минск: БГТУ, 2006. – 379 с.
- 4.2.13 Гамеева, О. С. Сборник задач и упражнений по физической и коллоидной химии / О. С. Гамеева. – М.: Высш. шк., 1980. – 191 с.
- 4.2.14 Зимон, А. Д. Мир частиц: коллоидная химия для всех/ А. Д. Зимон. – М.: Радэкон, 2000. – 191 с.
- 4.2.15 Практикум и задачник по коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учеб. пособие для вузов / В. В. Назаров [и др.]. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 372 с.
- 4.2.16 Расчеты и задачи по коллоидной химии / В.И. Баранова [и др.]. – М.: Высш. шк., 1989. – 287 с.
- 4.2.17 Практикум по коллоидной химии : учеб. пособие / под ред. М. И. Гельфмана. – СПб.: Лань, 2005. – 256 с.

5. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ, НАГЛЯДНЫХ И ДРУГИХ ПОСОБИЙ, МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ И МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ

Компьютерные программы:

5.1. Пакет прикладного программного обеспечения Microsoft Office в составе математических таблиц Microsoft Office Excel, текстового редактора Microsoft Office Word и редактора презентаций Microsoft Office PowerPoint; программы Adobe Acrobat Reader и WinDJView или DjVu Control.

5.2. Программа математической обработки экспериментальных данных Origin.

Оборудование:

5.3. Персональные компьютеры с установленными ОС Windows и программным обеспечением, упомянутым выше.

5.4. Макеты лабораторных установок с необходимым измерительным оборудованием и приборами.

Наглядные пособия:

5.5. Таблицы, плакаты, информационный материал для использования ММП и ММК.

5.6. Электронные версии учебно-методических, учебных пособий и учебников для самостоятельной подготовки к занятиям.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

| Номер недели | Номер темы (по п. 1) | Название вопросов, которые изучаются на лекциях | Практические (семинарские) занятия (по п. 2) | Лабораторные занятия (по п. 3) | Литература (номера) (по п.4) | Наглядные и методические пособия (номера) (по п.5) | Самостоятельная работа студентов (часы) | Форма контроля знаний студентов |
|--------------|-------------------------|--|---|-----------------------------------|--|---|---|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 1 | Основные понятия и определения коллоидной химии | - | | 4.1.1, 4.1.2,4.1.3, 4.2.2, 4.2.14 | 5.1, 5.5, 5.6 | 1 | |
| 2 | 2.1. | Термодинамика поверхностных явлений | - | | 4.1.1, 4.1.3,4.1.6, 4.2.1 | 5.1, 5.5, 5.6 | 2 | |
| 3, 4 | 2.2., 2.3 | Поверхностные явления: адгезия, смачивание, растекание. Капиллярные явления | - | 4 | 4.1.1, 4.1.2, 4.1.7, 4.1.8, 4.2.6, 4.2.11 | 5.1, 5.2, 5.4, 5.5, 5.6 | 4 | защита лабораторных работ |
| 5, 6 | 2.4.1., 2.4.2 | Адсорбция как поверхностное явление. Адсорбция на границе твердое тело-газ | - | | 4.1.1., 4.1.2, 4.1.3, 4.1.6, 4.2.2, 4.2.8 | 5.1, 5.5, 5.6 | 6 | |

| | | | | | | | | |
|-----------|---------------------------|---|---|---|--|----------------------------|---|--------------------------------------|
| 7, 8 | 2.4.3., 2.4.4 | Адсорбция на границе жидкость-газ. Адсорбция на границе твердое тело-жидкость | - | | 4.1.1., 4.1.2, 4.1.3, 4.1.5, 4.1.7, 4.2.2, 4.2.5, 4.2.8, | 5.1, 5.5, 5.6 | 6 | |
| 9 | 3.1, 3.2 | Способы получения лиофобных дисперсных систем. Термодинамика образования лиофильных дисперсных систем | - | 4 | 4.1.1., 4.1.2, 4.1.3, 4.1.5, 4.1.6, 4.1.8, 4.2.1, 4.2.3 | 5.1, 5.2, 5.4, 5.5, 5.6 | 3 | защита лабора- торных работ |
| 10, 11 | 3.3.1 3.3.2., 3.3.3 | Кинетические свойства дисперсных систем. Электрические свойства дисперсных систем. Электрокинетические явления. Оптические свойства | - | 8 | 4.1.1, 4.1.2,4.1.3, 4.1.7, 4.1.8, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.5, 4.2.8 | 5.1, 5.2, 5.4, 5.5, 5.6 | 7 | защита лабора- торных работ |
| 12, 13 | 3.4. | Устойчивость и коагуляция дисперсных систем | - | | 4.1.1, 4.1.2,4.1.3, 4.1.6, 4.2.1, 4.2.3 | 5.1, 5.5, 5.6 | 4 | |

| | | | | | | | | |
|---------------|-------------------|--|---|--|---|---------------|---|--|
| 14, 15, 16 | 3.5.1., 3.5.2. | Дисперсные системы с жидкой дисперсионной средой. Дисперсные системы с газообразной дисперсионной средой | - | | 4.1.1, 4.1.2,4.1.3, 4.1.7, 4.2.3, 4.2.7 | 5.1, 5.5, 5.6 | 4 | |
| 17 | 3.5.3. | Дисперсные системы с твердой дисперсионной средой | - | | 4.1.1, 4.1.2,4.1.3, 4.1.7, 4.2.1, 4.2.5, 4.2.8 | 5.1, 5.5, 5.6 | 3 | |
| Зачет | | | | | | | | |

-

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

| Название дисциплины, с которой требуется согласование | Кафедра, обеспечивающая изучение этой дисциплины | Предложения об изменениях в содержании рабочей учебной программы по изучаемой дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей рабочую учебную программу (с указанием даты и номера протокола) |
|--|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| «Материалы электронной техники и технология их получения» | МиНЭ | нет | Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры химии, протокол № 1 от 5 сентября 2011 г. |
| «Методы получения наночастиц» | МиНЭ | нет | |
| «Наноэлектроника» | МиНЭ | нет | |
| «Нанотехнологии в производстве изделий электронной техники» | МиНЭ | нет | |
| «Проектирование нанотехнологий» | МиНЭ | нет | |
| «Поверхностные и контактные явления в интегральных схемах» | МиНЭ | нет | |
| «Актуальные проблемы нанотехнологий и новые материалы в электронике / Основы методологии научных исследований» | МиНЭ | нет | |

Зав. кафедрой химии

И.В. Боднарь

Зав. кафедрой МиНЭ

В.Е. Борисенко