

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

О.И. Здрок

«30» 12 2019 г. 2020 г.

Регистрационный № УД-8244/уч.



ФИЗИКА КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей:**

1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий

1-31 04 01 Физика (по направлениям)

Направления специальности:

1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность)

1-31 04 01-02 Физика (производственная деятельность)

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1- 31 04 01-2013, ОСВО 1-31 04 07-2013 и учебных планов УВО № G31-214/уч. от 20.02.2018 г., №G31-218/уч. от 20.02.2018 г., № G31-162/уч., № G31-163/уч., № G31и-174/уч. от 30.05.2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Хмельницкий А.И. - доцент кафедры биофизики, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Щербин Д.Г. - заведующий НИЛ нанобиотехнологий ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси», доктор биологических наук, доцент.

Могильный В. В. - профессор кафедры физической оптики и прикладной информатики, доктор физико-математических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой биофизики физического факультета БГУ
(протокол № 8 от 18.03.2020 г.);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 4 от 25.03.2020)

Заведующий кафедрой биофизики
д.б.н., доцент



Г.Г. Мартинович

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование базовых представлений образования растворов и коллоидных систем и рассмотрение их основных физико-химических свойств.

Задачи учебной дисциплины:

1. Формирование представлений о растворах и дисперсном состоянии вещества.
2. Формирование представлений о физико-химических свойствах растворов и коллоидных систем и способов их количественного описания.
3. Ознакомление с методами получения и изучения дисперсных систем.
4. Формирование научно-обоснованного подхода к анализу и практическому использованию поверхностных явлений и коллоидных систем.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина "Физика коллоидных систем" для специальности 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий и для направления специальности 1-31 04 01-02 Физика (производственная деятельность) относится к циклу специальных дисциплин компонента учреждения высшего образования, а для направления специальности 1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность) относится к циклу специальных дисциплин государственного компонента.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Учебная дисциплина основана на базовых знаниях и представлениях, заложенных в следующих курсах: «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика».

Требования к компетенциям

При освоении учебной дисциплины «Физика коллоидных систем» осуществляется формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

академические компетенции:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

социально-личностные компетенции:

- СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.
- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-4. Владеть навыками здорового образа жизни.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные компетенции:

для специальности 1-31 04 01 Физика (по направлениям):

ПК-1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.

ПК-2. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.

ПК-3. Проводить планирование и реализацию физического эксперимента, оценивать функциональные возможности сложного физического оборудования.

ПК-4. Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.

ПК-5. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

ПК-6. Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-исследовательской, научно-производственной и научно-педагогической работы.

ПК-7. Разрабатывать новые технологии и осуществлять оценку проектных и технологических решений с учетом принципов рационального природопользования и конъюнктуры рынка.

ПК-8. Осуществлять на основе методов математического моделирования оценку эксплуатационных параметров оборудования и технологических процессов, эффективности разрабатываемых технологий.

ПК-9. Реализовывать методы защиты производственного персонала и населения в условиях возникновения аварий, катастроф, стихийных бедствий и обеспечения безопасности при осуществлении научной, производственной и педагогической деятельности.

ПК-10. Определять цели инноваций и способы их достижения, применять методы анализа и организации внедрения инноваций в научно-технической, производственной и научно-педагогической деятельности.

ПК-11. Владеть знаниями о структурной организации материи, о современных физических методах познания природы.

для специальности 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий:

ПК-1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики наноматериалов и нанотехнологий, методов исследования физических объектов, методов измерения физических величин, методов автоматизации эксперимента, методов планирования, организации и ведения научно-производственной, научно-педагогической, производственно-технической, опытно-конструкторской работы.

ПК-2. Осуществлять на основе методов математического моделирования оценку эксплуатационных параметров функциональных наноматериалов и технологических процессов их получения.

ПК-3. Пользоваться компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.

ПК-4. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

ПК-5. Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-технической и научно-педагогической работы.

ПК-6. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, включая нанотехнологии.

ПК-7. Вести переговоры, разрабатывать планы сотрудничества с другими организациями.

ПК-8. Пользоваться государственными языками Республики Беларусь и иными иностранными языками как средством делового общения.

ПК-9. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

ПК-10. Реализовывать методы защиты производственного персонала и населения в условиях возникновения аварий, катастроф, стихийных бедствий и обеспечения радиационной безопасности при осуществлении научной, производственной и педагогической деятельности.

ПК-11. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

ПК-12. Определять цели инноваций и способы их достижения.

ПК-13. Применять методы анализа и организации внедрения инноваций в научно-производственной, научно-педагогической и научно-технической деятельности.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать: основные методы получения и основные свойства растворов и дисперсных систем; важнейшие закономерности, которым подчиняется поведение дисперсных систем;

уметь: объяснять физико-химические свойства растворов, дисперсных систем.

владеть: понятийным аппаратом в области физики растворов и дисперсных систем; навыками анализа информации о физико-химических свойствах коллоидных систем.

Структура учебной дисциплины

Для специальности 1-31 04 01 Физика (по направлениям) направление специальности: 1-31 04 01-02 Физика (производственная деятельность) дисциплина изучается на 3-м курсе в 5-м семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Физика коллоидных систем» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 58 часов, в том числе 36 аудиторных часов, из них: лекции – 30 часов, семинарские занятия — 6 часов (отводятся под аудиторную управляемую самостоятельную работу (УСР) для осуществления текущего контроля знаний).

Для специальности 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий и для специальности 1-31 04 01 Физика (по направлениям) направление специальности: 1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность) дисциплина изучается на 3-м курсе в 6-м семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Физика коллоидных систем» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 56 часов, в том числе 34 аудиторных часов, из них: лекции – 28 часов, семинарские занятия — 6 часов (отводятся под аудиторную управляемую самостоятельную работу (УСР) для осуществления текущего контроля знаний).

Трудоемкость учебной дисциплины для всех специальностей составляет 1,5 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации для всех специальностей – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение

Уравнения связи термодинамических потенциалов. Свободная энергия Гиббса. Химический потенциал. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Межмолекулярные взаимодействия. Взаимодействия Ван-дер-Ваальса. Потенциал Леннарда-Джонса. Водородная связь.

Тема 2. Общая характеристика состояния вещества

Агрегатное состояние вещества. Функция радиального распределения. Гетерогенные системы. Фазовые равновесия. Фазовая диаграмма воды.

Тема 3. Основные понятия химической кинетики

Скорость химической реакции. Закон действующих масс. Константа скорости химической реакции. Кинетические уравнения и уравнения скорости необратимых (односторонних) реакций первого, второго, нулевого порядков. Обратимые реакции. Химическое равновесие. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Представление о теориях химической кинетики. Теория активных столкновений. Теория активированного комплекса.

Тема 4. Растворение веществ

Определение понятия «раствор». Растворение веществ. Сольватация. Способы выражения состава раствора. Идеальные растворы. Растворимость газов и твердых веществ в жидкостях. Фазовая диаграмма раствора.

4.1. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов. Давление насыщенного пара жидких растворов. Закон Рауля. Тонометрия. Температура кипения жидких растворов. Эбулиоскопия. Температуры отвердевания жидких растворов. Криоскопия. Осмос. Осмотическое давление. Уравнение Вант-Гоффа. Осмометрия. Значение осмотических явлений в природе.

Тема 5. Растворы электролитов

Развитие представлений о растворах электролитов. Диссоциация, сольватация. Энергия сольватации иона. Коллигативные свойства растворов электролитов. Изотонический коэффициент. Степень диссоциации электролитов. Сильные и слабые электролиты. Константа диссоциации слабого электролита. Современные представления о свойствах сильных электролитов. Активность и коэффициент активности электролита и иона. Теория Дебая-Гюккеля. Ионная сила раствора. Полиэлектролиты. Электропроводность растворов электролитов.

5.1. Кислотно-основное равновесие. Определение кислоты и основания. Электролитическая диссоциация воды. Понятие pH. Уравнение Гендерсона-Хассельбалха. Кривые титрования. Буферные растворы.

Тема 6. Поверхностные явления.

Поверхностное натяжение. Межфазная граница. Правило Антонова. Эффект Марангони. Смачивание и растекание на границе «твердое тело-

жидкость». Краевой угол. Влияние природы поверхности твердого тела на величину краевого угла смачивания. Гидрофобная и гидрофильная поверхность. Адгезия и когезия. Поверхностное натяжение растворов.

6.1. Адсорбция на поверхности раздела фаз. Уравнение изотермы адсорбции Гиббса. Строение и свойства адсорбционных слоев на границе «жидкость - газ(пар)». Уравнение Фрумкина. Поверхностная активность. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Особенности строения молекул ПАВ. Ориентация молекул ПАВ в поверхностном слое. « π -S»-изотермы. Влияние природы ПАВ и температуры на растворимость. Критическая концентрация мицеллообразования ПАВ. Методы определения критической концентрации мицеллообразования. Солюбилизация.

6.2. Механизм адсорбции молекул на поверхность твердого тела. Теория монослоя при адсорбции газов и паров на поверхность твердого тела. Уравнение изотермы адсорбции Лэнгмюра. Полислойная адсорбция. Основные положения потенциальной теории Поляни. Основы теории адсорбции Брунауэра-Эммета-Теллера (БЭТ-теория). Полислои Лэнгмюра-Блоджетт. Физическая адсорбция и хемосорбция. Особенности адсорбции молекул и ионов из растворов на твердой поверхности. Модифицирующее действие ПАВ: гидрофилизация и гидрофобизация поверхностей. Адсорбционная хроматография.

Тема 7. Дисперсные системы

Классификация дисперсных систем. Методы формирования дисперсных систем. Размер частиц и поверхность раздела фаз. Дисперсность. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Осмотическое давление дисперсных систем. Диффузия в коллоидных системах. Уравнение Эйнштейна. Броуновское движение. Уравнение Эйнштейна-Смолуховского. Седиментация в дисперсных системах. Уравнение Сведберга. Седиментационно-диффузионное равновесие. Центрифугирование. Оптические свойства дисперсных систем. Рассеяние и поглощение света в дисперсных системах. Оптические методы изучения дисперсных систем.

7.1. Устойчивость и коагуляция дисперсных систем. Агрегативная и кинетическая (седиментационная) устойчивость дисперсных систем. Теория Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (ДЛФО) агрегативной устойчивости дисперсных систем. Коагуляция как процесс нарушения агрегативной и кинетической устойчивости. Кинетика коагуляции коллоидных систем. Стабилизация дисперсных систем.

7.2. Растворы высокомолекулярных соединений (ВМС). Особенности растворов ВМС. Набухание и растворение ВМС. Состояние макромолекул в растворах. Определение молекулярной массы полимеров по свойствам их растворов. Вискозиметрия.

Тема 8. Электроповерхностные явления

Двойной электрический слой (ДЭС) на границе раздела фаз. Двойной электрический слой коллоидной частицы. Модели строения ДЭС (Гельмгольца-Перрена, Гуи-Чепмена, Штерна). Электрокинетический потенциал. Электрокинетические явления в дисперсных системах:

электрофорез, электроосмос, потенциалы течения и седиментации. Методы изучения электрокинетических явлений и измерения электрокинетического потенциала. Уравнение Гельмгольца - Смолуховского.

8.1. Возникновение разности потенциалов на границе «металл-раствор». Равновесный электродный потенциал. Уравнение Нернста. Электродные процессы. Электроды сравнения (водородный электрод). Стандартные электродные потенциалы. Электрохимическая цепь и ее компоненты. Обратимые электрохимические цепи. Гальванический элемент. Мембранный потенциал. Доннановское равновесие. Ионселективные электроды (стеклянный электрод). Полярография.

*Примечание

Тема 2 предусмотрена только для направления специальности 1-31 04 01-02
Физика (производственная деятельность)

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Для специальности 1-31 04 01 Физика (по направлениям)

направление специальности 1-31 04 01-02 (производственная деятельность)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение	2						
2	Общая характеристика состояния вещества	2						
3	Основные понятия химической кинетики	2						
4	Растворение веществ	2						
4.1	Коллигативные свойства растворов неэлектролитов	2						
5	Растворы электролитов	2						
5.1	Кислотно-основное равновесие	2					2	контрольная работа по темам 1-5
6	Поверхностные явления	2						
6.1	Адсорбция на поверхности раздела фаз	2						
6.2	Механизм адсорбции молекул на поверхность твёрдого тела	2					2	контрольная работа по теме 6
7	Дисперсные системы	2						
7.1	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем	2						
7.2	Растворы высокомолекулярных соединений	2						
8	Электроповерхностные явления	2						
8.1	Возникновение разности потенциалов на	2					2	контрольная работа по

	границе «металл-раствор»							темам 7,8
	Всего часов	30					6	зачет

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Для специальности 1-31 04 01 Физика (по направлениям) направление специальности 1-31 04 01-01 (научно-исследовательская деятельность) и специальности 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение	2						
3	Основные понятия химической кинетики	2						
4	Растворение веществ	2						
4.1	Коллигативные свойства растворов неэлектролитов.	2						
5	Растворы электролитов	2						
5.1	Кислотно-основное равновесие.	2					2	контрольная работа по темам 1,3,4,5
6	Поверхностные явления.	2						
6.1	Адсорбция на поверхности раздела фаз	2						
6.2	Механизм адсорбции молекул на поверхность твердого тела.	2					2	контрольная работа по теме 6
7	Дисперсные системы.	2						
7.1	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем.	2						
7.2	Растворы высокомолекулярных соединений.	2						
8	Электроповерхностные явления.	2						
8.1	Возникновение разности потенциалов на границе «металл-раствор».	2					2	контрольная работа по темам 7,8
	Всего часов	28					6	зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Зарубин Д.П. Физическая химия. /Д.П. Зарубин, М.: Инфра-М., 2017.
2. Морачевский А.Г. Физическая химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. /А.Г. Морачевский. С-Пет.: Лань, 2015.
3. Волков В.А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы./В.А.Волков. С-Пет.: Лань, 2015.
4. Савицкая, Т. А. Коллоидная химия: строение двойного электрического слоя, получение и устойчивость дисперсных систем/ Т. А. Савицкая, Д. А. Котиков, Т. А. Шичкова. Минск: БГУ, 2011.
5. Фридрихсберг, Д.А. Курс коллоидной химии. /Д.А. Фридрихсберг. С-Пет.: Химия, 1995.
6. Балезин, С.А. Основы физической и коллоидной химии. /С.А.Балезин, Б.В.Ерофеев, Н.И. Подобаев. М.: Просвещение, 1975.
1. Семиохин, И.А. Кинетика химических реакций. /И.А. Семиохин, Б.В. Страхов, А.И. Осипов. М.: Изд. МГУ, 1995.
7. Багоцкий, В.С. Основы электрохимии. /В.С. Багоцкий. М.: Химия, 1988
8. Дуров, В.А. Термодинамическая теория растворов. /В.А. Дуров, Е.П. Агеев. М.: УРСС, 2003.

Перечень дополнительной литературы

1. Броуновское движение. Температура: учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-31 04 01 «Физика» / авт.-сост. И. А. Солодухин. Минск: БГУ, 2008.
2. Полторак О. М. Термодинамика в физической химии. /О.М. Полторак. М.: Высшая школа, 1991.
3. Кнорре, Д.Г. Физическая химия. /Д.Г. Кнорре, Л.Ф. Крылова, В.С. Музыкантов. М.: Высшая школа, 1990.
4. Герасимов, Я.И. Термодинамика растворов. /Я.И. Герасимов, В.А. Гейдерих. М.: Изд. МГУ, 1980.
5. Крестов Г.А. Термодинамика процессов в растворах.-Л.: Химия, 1984.
6. Краснов, К.С. Молекулы и химическая связь. /К.С. Краснов. М.: Высшая школа, 1984.
7. Люпис, К. Химическая термодинамика материалов. /К. Люпис. М.: Metallurgia, 1989.
8. Глазов, В.М. Химическая термодинамика и фазовые равновесия. /В.М. Глазов, Л.М. Павлова. М.: Metallurgia, 1988
9. Зацепина, Г.Н. Физические свойства и структура воды. /Г.Н. Зацепина. М.: Изд. МГУ, 1987.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать контрольные работы в форме письменного опроса по темам дисциплины, устный опрос на зачете.

Контрольные работы проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины.

При выполнении контрольных работ не разрешается использовать справочные и учебные издания. Оценка ответов в контрольных работах учитывает полноту ответа, раскрытие физических механизмов и наличие конкретных примеров.

Отметка текущего контроля по десятибалльной шкале выводится в соответствии с Положением о рейтинговой оценке знаний по дисциплине «Физика коллоидных систем», утвержденному кафедрой и предоставленному студентам на первом занятии. По итогам выполнения контрольных работ заполняется ведомость текущей успеваемости.

Формой текущей аттестации по дисциплине учебным планом предусмотрен зачет. Студент допускается к зачету при отметке текущей успеваемости $T \geq 4$. Зачет проводится в виде опроса в устной форме в соответствии с утвержденным кафедрой списком вопросов. При отметке итогового контроля (отметке на зачете) $I \geq 4$ материал по курсу считается зачтенным.

В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время.

Для студентов, не выполнивших контрольную работу, либо не явившихся на контрольное мероприятие по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой, обеспечивающей данный курс, мероприятие может быть проведено повторно.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Темы 1-5. Введение. Общая характеристика состояния вещества. Основные понятия химической кинетики. Растворение веществ. Растворы электролитов. (2 ч)

(Форма контроля – письменная контрольная работа)

Тема 6. Адсорбция на поверхности раздела фаз (2 ч)

(Форма контроля – письменная контрольная работа)

Темы 7,8. Дисперсные системы. Электроповерхностные явления (2 ч)

(Форма контроля – письменная контрольная работа)

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса *используются проблемно-аналитический метод и приемы развития критического мышления*, которые представляют собой систему, формирующую навыки работы с информацией в процессе изучения и представления материала, включающую понимание поставленной проблемы, анализ особенностей рассматриваемого явления, построение физической модели, получение выражений для количественного описания и рассмотрение путей практического применения.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- изучение электронных материалов по дисциплине, представленных в разделе info сайта физического факультета (www/physics.bsu.by/info);
- поиск и ознакомление с литературой и электронными источниками по изучаемой проблеме курса.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Растворы. Определение понятия «раствор». Идеальный раствор. Отличия неидеального раствора от идеального. Выражение количественного состава раствора. Фазовая диаграмма двухкомпонентного раствора (на примере раствора нелетучего вещества в воде).
2. Зависимость состава газовой фазы над раствором двух летучих веществ от состава жидкой фазы.
3. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов. Зависимость давления насыщенного пара разбавленного раствора неэлектролита от концентрации растворенного нелетучего вещества. Закон Рауля.
4. Явление осмоса. Осмотическое давление. Зависимость величины осмотического давления раствора от концентрации растворенного вещества. Уравнение Вант-Гоффа для растворов неэлектролитов. Осмометрия.
5. Электролиты. Электролитическая диссоциация электролитов. Явление сольватации. Энергия сольватации. Степень диссоциации электролитов. Сильные и слабые электролиты. Константа диссоциации слабого электролита.
6. Современные представления о свойствах сильных электролитов. Активность и коэффициент активности электролита. Ионная сила раствора.
7. Исходные положения теории Дебая-Гюккеля.
8. Кислотно-основное равновесие. Электролитическая диссоциация воды. Понятие рН. Буферные растворы.

9. Электропроводность растворов электролитов. Зависимость удельной электрической проводимости раствора электролита от концентрации.
10. Поверхностное натяжение. Межфазная граница. Граница раздела двух жидкостей. Правило Антонова. Эффект Марангони.
11. Смачивание. Краевой угол смачивания. Уравнение Юнга. Гидрофильные и гидрофобные поверхности.
12. Адгезия и когезия. Уравнение Дюпре.
13. Адсорбция. Адсорбция на границе «раствор-насыщенный пар». Уравнение Гиббса.
14. Поверхностно-активные вещества. Уравнение адсорбционного слоя (уравнение Фрумкина). Критическая концентрация мицеллообразования.
15. Ориентация молекул ПАВ на границе раздела фаз (правило Ребиндера). “ π -s”-изотермы.
16. Механизм адсорбции молекул на поверхность твердого тела. Физическая адсорбция и хемосорбция. Уравнение Лэнгмюра.
17. Полимолекулярная (полислойная) адсорбция. Основные положения теории Поляни. Основные положения БЭТ-теории. Полислои Лэнгмюра-Блоджетт.
18. Дисперсные системы. Характерные признаки дисперсных систем. Дисперсность и удельная поверхность дисперсной системы. Классификации дисперсных систем.
19. Методы получения дисперсных систем. Методы исследования дисперсных систем.
20. Броуновское движение коллоидных частиц. Диффузия коллоидных частиц.
21. Седиментационная (кинетическая) устойчивость дисперсных систем.
22. Агрегативная устойчивость коллоидных систем.
23. Электрокинетические явления в дисперсных системах.
24. Двойной электрический слой коллоидной частицы. Модели описания двойного электрического слоя коллоидной частицы. Электрокинетический потенциал.
25. Растворение и набухание высокомолекулярных соединений.
26. Особенности растворов высокомолекулярных соединений.
27. Равновесный электродный потенциал. Уравнение Нернста.
28. Стандартные электродные потенциалы. Электроды сравнения (водородный электрод).
29. Электрохимическая цепь. Гальванический элемент Даниэля-Якоби.
30. Мембранное равновесие Доннана.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Физика биосистем	Кафедра биофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Изменение не требуется (протокол № 8 от 18.03.2020)
Введение в физику наноструктур	Кафедра биофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Изменение не требуется (протокол № 8 от 18.03.2020)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 20_ г.)

Заведующий кафедрой
биофизики, д.б.н., доцент _____ Г.Г. Мартинович

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического
факультета к.ф-м.н., доцент _____ М.С.Тиванов