

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Белорусского государственного университета



А.Л. Толстик

(подпись)

01.07.2015

(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 77 /уч.

ФИЗИКА КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 04 01 Физика (по направлениям)
1-31 04 01-02 Физика (производственная деятельность)**

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта ОСВО 1-31 04 01-02 -2013, утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08. 2013 № 88;

СОСТАВИТЕЛЬ:

А.И. Хмельницкий – доцент кафедры биофизики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Е.Е.Трофименко – декан факультета информационных технологий и робототехники Учреждения образования «Белорусский национальный технический университет», кандидат физико-математических наук, доцент.

Д.Г. Щербин – заведующий лабораторией протеомики института биофизики и биоинженерии национальной академии наук Беларуси, кандидат биологических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой биофизики физического факультета Белорусского государственного университета (протокол №12 от 28.04.2015 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 29. 06. 2015 г.).

Пояснительная записка

Большинство реальных систем, в том числе биологической природы, представляют собой дисперсные системы, которые характеризуются наличием многообразных поверхностей раздела. Кроме того, поверхностные явления лежат в основе многих технологических процессов производства материалов, в том числе и наноструктурированных. Все это определяет необходимость знаний основ физики коллоидных систем квалифицированными специалистами в технологической и производственной сферах.

Целью дисциплины «Физика коллоидных систем» является рассмотрение основных физико-химических свойств растворов и коллоидных систем, а также методов их изучения. Программа дисциплины содержит перечень вопросов, которые наиболее необходимы физикам.

В рамках данной дисциплины студенты изучают основные понятия термодинамики растворов, фазовые, адсорбционные и химические равновесия, особенности структуры и свойств дисперсных систем и растворов высокомолекулярных соединений, условия агрегативной и кинетической устойчивости дисперсных систем, основы химической кинетики и электроповерхностных явлений.

Задача дисциплины заключается в том, чтобы ознакомить студентов с основами учения о дисперсном состоянии вещества, свойствах поверхностных слоев и поверхностных явлений в дисперсных системах; способствовать формированию у студентов знаний физико-химических свойств растворов и коллоидных систем и способов их количественного описания; дать представление о методах, которые позволяют получать и количественно характеризовать дисперсные системы; научить будущих инженеров научно-обоснованному подходу к анализу и практическому использованию поверхностных явлений и коллоидных систем.

Некоторые вопросы студенты должны изучить самостоятельно при работе с рекомендуемыми учебниками, учебными пособиями, методическими материалами. На самостоятельную проработку выделены темы по физико-химическим методам исследования растворов и коллоидных систем.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные свойства растворов и дисперсных систем;
- важнейшие закономерности, которым подчиняется поведение дисперсных систем;

уметь:

- объяснять физико-химические свойства растворов, дисперсных систем.

Программа составлена с учетом знания студентами курсов высшей математики, молекулярной физики, электричество и магнетизма, оптики.

По разделам программы планируется проведение контрольных работ. Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины — 58, из них количество аудиторных часов — 36.

Форма получения высшего образования — очная, дневная,

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций и семинарских занятий. Лекционные занятия составляют 30 часов, семинарские занятия — 6 часов (отводятся для осуществления текущего контроля знаний).

Занятия проводятся на 3-м курсе в 5-м семестре.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине — зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

№ п/п	Наименование разделов, тем	Количество часов				
		Аудиторных				Самост. работа
		Лекции	Практич.	Семинар.	Лаб. занятия	
1	Введение	1				
2	Общая характеристика состояния вещества	3				2
3	Основные понятия хи- мической кинетики	2				1
4	Растворение веществ	4				3
5	Растворы электролитов	4		2		4
6	Адсорбция на поверх- ности раздела фаз	6		2		4
7	Дисперсные системы	6				4
8	Электроповерхностные явления	4		2		4
	Зачет					
	ВСЕГО ЧАСОВ	30		6		22

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

занятия Номер раздела, темы,	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы знаний Формы контроля
		лекции	занятия (семинарские) практические	занятия лабораторные	работа студента самостоятельная управляемая			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ВВЕДЕНИЕ Классификация термодинамических систем по типу взаимодействия с окружающей средой. Состояния термодинамической системы. Уравнения состояния. Функции состояния. Связь термодинамических потенциалов друг с другом. Внутренняя энергия. Теплота и работа. Энтальпия. Закон Гесса. Стандартное состояние вещества и стандартные энтальпии (тепловые эффекты) реакций. Свободная энергия Гиббса. Химический потенциал. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.	1				Цифровой проектор, УМК	1,7-10	
2	ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА Химическая связь. Электроотрицательность элементов. Ионная связь. Формула Борна. Межмолекулярные взаимодействия. Водородная связь. Агрегатное состояние вещества. Функция радиального распределения. Типы конденсированных сред. Гетерогенные системы. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Структура и свойства воды. Фазовая диаграмма воды.	3				Цифровой проектор, УМК	1,2, 10	
3	ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ Скорость химической реакции. Закон действующих масс. Константа скорости химической реакции. Уравнения необратимых (односторонних) реакций первого, второго, нулевого порядков. Обратимые реакции. Химическое равновесие. Константа равновесия. Зависимость скорости реакции от температуры.	2				Цифровой проектор, УМК	3	

	<p>Уравнение Аррениуса.</p> <p>Представление о теориях химической кинетики. Теория активных столкновений. Теория активированного комплекса. Координата реакции.</p>							
4	<p>РАСТВОРЕНИЕ ВЕЩЕСТВ Определение понятия «раствор». Виды растворов. Растворение веществ. Сольватация. Способы выражения состава раствора. Концентрация раствора. Идеальные растворы. Предельно разбавленные растворы. Факторы неидеальности растворов. Растворимость газов и твердых веществ в жидкостях. Фазовая диаграмма раствора. Твердые растворы. Графическое изображение состава и свойств трехкомпонентного твердого раствора. Треугольник Гиббса-Розебома.</p> <p>Коллигативные свойства растворов неэлектролитов. Давление насыщенного пара жидких растворов. Закон Рауля. Тонометрия. Температура кипения жидких растворов. Эбулиоскопия. Температуры кристаллизации жидких растворов. Криоскопия. Осмос. Осмотическое давление. Уравнение Вант-Гоффа. Осмометрия. Значение осмотических явлений в природе.</p>	4				Цифровой проектор, УМК	1-4, 10	
5	РАСТВОРЫ ЭЛЕКТРОЛИТОВ	4				Цифровой проектор, УМК	1-3, 10	
5.1	<p>Развитие представлений о строении растворов электролитов. Коллигативные свойства электролитов. Изотонический коэффициент. Диссоциация, сольватация, ассоциация. Энергия сольватации.</p> <p>Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации электролитов. Константа диссоциации слабого электролита. Современные представления о свойствах сильных электролитов. Активность и коэффициент активности электролита и иона. Теория Дебая-Гюккеля. Ионная сила раствора. Полиэлектролиты.</p>	2						

5.2	Кисотно-основное равновесие. Определение кислоты и основания. Электролитическая диссоциация воды. Понятие рН. Буферные растворы. Уравнение Гендерсона-Хассельбалха. Кривые титрования.	2						
5.3	Контрольная работа				2			Контрольная работа
6	АДСОРБЦИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ РАЗДЕЛА ФАЗ	6				Цифровой проектор, УМК	1-3, 10	
6.1	Поверхностные явления. Поверхностное натяжение. Межфазная граница. Взаимная растворимость жидкостей. Правило Антонова. Эффект Марангони. Смачивание и растекание на границе «твердое тело-жидкость-газ». Краевой угол. Влияние природы поверхности твердого тела на величину краевого угла смачивания. Гидрофобная и гидрофильная поверхность. Адгезия и когезия.	2						
6.2	Поверхностное натяжение растворов. Адсорбция. 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. «л-S»-изотермы. Влияние природы ПАВ и температуры на растворимость. Критическая концентрация мицеллообразования. Методы определения критической концентрации мицеллообразования. Величина и форма мицелл ПАВ. Термодинамика мицеллообразования ПАВ. Солюбилизация.	2						
6.3	Механизм адсорбции молекул на поверхность твердого тела. Теория монослоя при адсорбции газов и паров на поверхность твердого тела. Уравнение изотермы адсорбции Лэнгмюра. Полислойная адсорбция. Основы положения теории поля	2						

	адсорбционных сил Поляни. Основы теории полислоистой адсорбции Брунауэра-Эммета-Теллера (БЭТ). Линейная форма уравнения изотермы адсорбции БЭТ. Полислои Лэнгмюра-Блоджетт. Физическая адсорбция и хемосорбция. Особенности адсорбции молекул и ионов из растворов на твердой поверхности. Модифицирующее действие ПАВ: гидрофиллизация и гидрофобизация поверхностей. Хроматография.							
6.4	Контрольная работа				2			Контрольная работа
7	ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ	6				Цифровой проектор, УМК	1-3, 10	
7.1	Классификации дисперсных систем. Методы формирования дисперсных систем. Размер частиц и поверхность раздела фаз. Степень дисперсности. Полидисперсность. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Осмотические свойства дисперсных систем. Осмотическое давление. Диффузия в коллоидных системах. Уравнение Эйнштейна. Броуновское движение. Уравнение Эйнштейна-Смолуховского. Седиментация в дисперсных системах. Уравнение Сведберга. Седиментационно-диффузионное равновесие. Центрифугирование и ультрацентрифугирование. Оптические свойства дисперсных систем. Рассеяние и поглощение света в дисперсных системах.	2						
7.2	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. Стабилизация дисперсных систем.	2						
7.3	Растворы высокомолекулярных соединений (ВМС). Классификация высокомолекулярных соединений. Особенности растворов ВМС. Набухание и растворение ВМС. Особенности термо-	2						

	динамических свойств растворов полимеров. Состояние макромолекул в растворах. Методы определения молекулярной массы полимеров по свойствам их растворов. Вискозиметрия.							
8	ЭЛЕКТРОПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ	4				Цифровой проектор, УМК	1-3, 5, 6, 10	
8.1	<p>Двойной электрический слой (ДЭС) на границе раздела фаз. Модели строения ДЭС (Гельмгольца-Перрена, Гуи-Чепмена, Штерна). Теория образования двойного электрического слоя. Возникновение разности потенциалов на границе «металл-раствор». Равновесный электродный потенциал. Уравнение Нернста.</p> <p>Двойной электрический слой коллоидных частиц. Электрокинетический потенциал. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы течения и седиментации. Методы изучения электрокинетических явлений и измерения электрокинетического потенциала. Уравнение Гельмгольца - Смолуховского.</p>	2						
8.2	Электродные процессы. Электроды сравнения (водородный электрод). Стандартные электродные потенциалы. Электрохимическая цепь и ее компоненты. Обратимые электрохимические цепи. Гальванический элемент, электролизер. Мембранный потенциал. Доннановское равновесие. Ионселективные электроды (стеклянный электрод). Кондуктометрия. Полярография.	2						
8.3	Контрольная работа				2			Контрольная работа
	Текущая аттестация							Зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная

1. Балезин, С.А. Основы физической и коллоидной химии. /С.А.Балезин, Б.В.Ерофеев, Н.И. Подобаев. М.: Просвещение, 1975
2. Фридришберг, Д.А. Курс коллоидной химии. /Д.А. Фридришберг.С-Пет.: Химия, 1995
3. Физическая химия. /под ред. Б.П.Никольского. Л.: Химия, 1987
4. Смирнова, Н.А. Молекулярные теории растворов. /Н.А. Смирнова. Л.: Химия, 1987
5. Багоцкий, В.С. Основы электрохимии. /В.С. Багоцкий. М.: Химия, 1988
6. Лопатин, Б.А. Теоретические основы электрохимических методов анализа. / Б.А. Лопатин. М.: Высшая школа, 1975
7. Полторац, О.М. Термодинамика в физической химии. /О.М. Полторац. М.: Высшая школа, 1991
8. Герасимов, Я.И. Термодинамика растворов. /Я.И. Герасимов, В.А. Гейдериц. М.: Изд. МГУ, 1980
9. Дуров, В.А. Термодинамическая теория растворов. /В.А. Дуров, Е.П. Агеев. М.: УРСС, 2003
10. Волков, В.А. Коллоидная химия. <http://www.xumuk.ru/colloidchem/>

Дополнительная

1. Краснов, К.С. Молекулы и химическая связь. /К.С. Краснов. М.: Высшая школа, 1984
2. Карапетьянц, М.Х. Строение вещества. /М.Х. Карапетьянц, С.И. Дракин. М.: Высшая школа, 1970
3. Еремин, Е.Н. Основы химической кинетики. /Е.Н. Еремин. М.: Высшая школа, 1974
4. Эткинс, С.П. Физическая химия. В 2 т. /С.П. Эткинс. М.: Мир, 1980.
5. Семиохин, И.А. Кинетика химических реакций. /И.А. Семиохин, Б.В. Страхов, А.И. Осипов. М.: Изд. МГУ, 1995
6. Кнорре, Д.Г. Физическая химия. /Д.Г. Кнорре, Л.Ф. Крылова, В.С. Музыкантов. М.: Высшая школа, 1990
7. Люпис, К. Химическая термодинамика материалов. /К. Люпис. М.: Металлургия, 1989
8. Глазов, В.М. Химическая термодинамика и фазовые равновесия. /В.М. Глазов, Л.М. Павлова. М.: Металлургия, 1988
9. Веденов А.А. Физика растворов. /А.А.Веденов. М.: Наука, 1984
10. Зацепина, Г.Н. Физические свойства и структура воды. /Г.Н. Зацепина. М.: Изд. МГУ, 1987
11. Эйринг, Г. Основы химической кинетики. /Г. Эйринг, С. Г. Лин, С. М. Лин. М.: Мир, 1983

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

- 1.Контрольные работы по разделам дисциплины;
- 2.Устный опрос на зачете.

Рекомендуемые разделы для проведения контрольных работ

1. Введение. Общая характеристика состояния вещества. Химическая кинетика. Растворы и их свойства. Растворы электролитов.
2. Адсорбция на поверхности раздела фаз.
3. Дисперсные системы. Электроповерхностные явления.

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется на семинарских занятиях проведение контрольных работ по разделам дисциплины. Контрольные работы проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины.

Контрольные работы проводятся в форме письменного опроса. На выполнение контрольной работы отводится 90 мин. Каждая из контрольных работ включает в себя 20 равноуровневых заданий. При подготовке ответа не разрешается использовать справочные и учебные издания.

Ответ на каждое задание оценивается от 0 до 2 баллов (с точностью 0,5 балла). Контрольная работа может быть оценена от 0 до 40 баллов.

Оценка текущего контроля по десятибалльной шкале T_T выводится по сумме баллов, набранных при выполнении всех контрольных работ, в соответствии с таблицей

Количество баллов	Оценка (T_T)	Количество баллов	Оценка (T_T)
0	0		
0,5 - 12,0	1	60,5 – 72,0	6
12,5 – 24,0	2	72,5 – 84,0	7
24,5 – 36,0	3	84,5 – 96,0	8
36,5 – 48,0	4	96,5 – 108,0	9
48,5 – 60,0	5	108,5 – 120,0	10

При получении оценки текущего контроля 4 и выше ($T_T \geq 4$) студент допускается к сдаче зачета.

В случае пропуска контрольной работы возможность повторного ее выполнения по согласованию с преподавателем определяется заведующим кафедрой, обеспечивающей данный курс.

Итоговый контроль – зачет.

Оценка итогового контроля (оценка на зачете) и оценка текущей успеваемости служат для определения рейтинговой оценки по дисциплине, которая рассчитывается как средневзвешенная оценка текущей успеваемости и оценки итогового контроля. Рекомендуемые весовые коэффициенты для оценки текущей успеваемости – 0,5; для оценки итогового контроля – 0,5.

Рейтинговая оценка $T_p = T_T \cdot 0,5 + T_H \cdot 0,5$

где T_H – оценка итогового контроля

При условии, что $T_p \geq 4$ ставится «зачтено»

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название 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)
Методы создания наноструктур и наноматериалов	Кафедра биофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	
Фундаментальные принципы нанотехнологий	Кафедра биофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	

