

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Институт фундаментальной и прикладной химии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«21» мая 2024 г.

**Рабочая программа**  
**«Физическая и коллоидная химия»**

Направление подготовки  
06.03.01 Биология

Направленность (профиль)  
«Экспериментальная биология»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании института  
протокол № 9 от «18» апреля 2024 года

Программа одобрена  
НМК факультета биологии и экологии  
протокол № 6 от «29» апреля 2024 года

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины.

Курс физической и коллоидной химии является фундаментальной учебной дисциплиной. Задачи курса: формирование у студентов современных представлений о взаимосвязи химических и физических явлений и установление общих закономерностей в протекании химических реакций. Основная цель курса - познать общие законы, лежащие в основе развития движущейся материи.

Основное содержание физической химии - применение физических методов и физической теории для глубокого изучения биологических и химических процессов. Сюда относятся не только все химические дисциплины, но и биологические науки, а также почвоведение, агрохимия, геология и многие прикладные науки. Физическая химия играет большую роль в совершенствовании производственных методов различных отраслей промышленности, в изучении природных явлений. Знание физической химии совершенно необходимо для понимания основных законов клетки и организма в целом. Хотя эта наука не исчерпывает качественного своеобразия биологических законов, их более высокий уровень будет не достижим, если сначала не подняться на предыдущие.

Коллоидная химия - это физическая химия гетерогенных высокодисперсных систем и растворов высокомолекулярных соединений. Основные задачи и направления коллоидной химии - изучение условий возникновения, особые свойства и устойчивость микрогетерогенных дисперсных систем с высокоразвитой поверхностью раздела между фазами; значение поверхностных явлений в таких системах; роль дисперсного состояния веществ в живой природе. При изложении материала большое внимание уделяется рассмотрению биологических систем, так как многие жизненные процессы развиваются в биогетерогенных системах, состоящих из высокомолекулярных соединений.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Физическая и коллоидная химия» относится к базовой части Блока 1. Она основывается на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин «Неорганическая химия», «Органическая химия», используется обучающимися при изучении таких дисциплин как «Биофизика» и др. Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины необходимы для выполнения выпускной работы.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

| <b>Формируемая компетенция (код и формулировка)</b>  | <b>Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)</b>   | <b>Перечень планируемых результатов обучения</b>  |
|--|--|---|
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b>  |  |   |
| <b>ОПК-6.</b><br>Способен использовать базовые знания в области математики, физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных | <b>ОПК-6.1.</b><br>Знает основные концепции и методы, современные направления математики, физики, химии и наук о Земле, актуальные проблемы биологических наук и перспективы | <b>Знать:</b><br>- тенденции развития и проблематику современной физической и коллоидной химии;<br>- связь с другими естественнонаучными дисциплинами;<br>- направления и задачи физической и коллоидной химии (в т. ч. междисциплинарные) и круг решаемых ими задач. |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>ситуациях;<br/>прогнозировать<br/>последствия<br/>своей<br/>профессионально<br/>й и социальной<br/>деятельности,<br/>нести<br/>ответственность<br/>за свои решения.</p> | <p>междисциплинарных<br/>исследований;<br/><b>ОПК-6.2.</b><br/>Умеет спользовать<br/>навыки лабораторной<br/>работы и методы химии,<br/>физики,<br/>математического<br/>моделирования и<br/>математической<br/>статистики в<br/>профессиональной<br/>деятельности;</p> <p><b>ОПК-6.3.</b><br/>Владеет методами<br/>статистического<br/>оценивания и проверки<br/>гипотез,<br/>прогнозирования<br/>перспектив и<br/>социальных последствий<br/>своей профессиональной<br/>деятельности.</p> | <p><b>Знать:</b><br/>- правила техники безопасности при<br/>работе в лаборатории и в полевых<br/>условиях.<br/>- базовые знания в области<br/>математики, физики, химии.<br/><b>Уметь:</b><br/>- обращаться с приборами и<br/>оборудованием;<br/>- выполнять эксперимент с<br/>соблюдением правил техники<br/>безопасности.<br/><b>Знать:</b><br/>- основные понятия и законы,<br/>применяемые в физической и<br/>коллоидной химии;<br/>- основы фундаментальных теорий<br/>современной химии;<br/><b>Уметь:</b><br/>- применять законы и общие<br/>закономерности физической химии<br/>при исследовании биологических<br/>процессов;<br/>- прогнозировать и анализировать<br/>закономерности протекания<br/>химических и биологических<br/>процессов;<br/>- проводить статистическую обработку<br/>экспериментальных данных;<br/><b>Владеть:</b><br/>- навыками оценки возможности<br/>протекания химических и<br/>биохимических процессов;<br/>- базовыми принципами управления<br/>химическими и биохимическими<br/>процессами;<br/>- навыками практической работы на<br/>современных приборах и<br/>оборудовании при изучении<br/>биологических и биохимических<br/>объектов.</p> |
| <p><b>ОПК-8.</b><br/>Способен<br/>использо-вать<br/>методы сбора,<br/>обработки,<br/>систематизац<br/>ии и<br/>представлени<br/>я полевой и</p>                            | <p><b>ОПК-8.1.</b><br/>Знает:<br/>- основные типы<br/>экспедиционного и<br/>лабораторного<br/>оборудования,<br/>особенности выбранного<br/>объекта<br/>профессиональной</p>  | <p><b>Знать:</b><br/>- основные типы оборудования,<br/>применяемого в химической<br/>лаборатории;<br/>- методы сбора, обработки,<br/>систематизации и представления<br/>полевой и лабораторной информации.</p>  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p>лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты.</p> | <p>деятельности, условия его содержания и работы с ним с учетом требований биоэтики;</p> <p><b>ОПК-8.2.</b><br/>Умеет анализировать и критически оценивать развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов составить план решения поставленной задачи, выбрать и модифицировать методические приемы;</p> <p><b>ОПК-8.3.</b><br/>Владеет навыками использования современного оборудования в полевых и лабораторных условиях, способностью грамотно обосновать поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы, способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценить достоверность и значимость полученных</p> | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические величины (и единицы их измерения), используемые для решения химических задач;</li> <li>- основные методики и приемы решения химических задач;</li> <li>- основные понятия и законы, применяемые в химии;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выделять этапы решения поставленной задачи;</li> <li>- применять естественнонаучные законы и модели для решения теоретических и прикладных химических задач;</li> <li>- логически обосновывать взаимосвязь физических величин, на основании которых проводятся расчёты.</li> </ul> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные приемы решения и оценки экспериментальных и теоретических исследований химии и биологии.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать со справочной литературой, выполнять поиск информации о физико-химических свойствах веществ;</li> <li>- определять и формулировать поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обращения с современным лабораторным оборудованием;</li> <li>- математического моделирования биологических процессов;</li> <li>- обработки и интерпретации экспериментальных данных;</li> <li>- оформления и представления научных результатов, их публичной защиты.</li> </ul> |
|---|---|---|

результатов, представить их в широкой аудитории и вести дискуссию.

**4. Объем, структура и содержание дисциплины «Физическая и коллоидная химия».**  
 Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 ак. часа.

| № п/п | Темы (разделы) дисциплины, их содержание  | Семестр | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах) |              |              |              |                          |                        | Формы текущего контроля успеваемости<br><br>Форма промежуточной аттестации (по семестрам)<br><br>Формы ЭО и ДОТ (при наличии)            |
|-------|---|---------|---|--------------|--------------|--------------|--------------------------|------------------------|--|
|       |   |         | Контактная работа   |              |              |              |                          |                        |  |
|       |   |         | лекции  | практические | лабораторные | консультации | аттестационные испытания | самостоятельная работа |  |
| 1     | Газы  | 3       | 1   |              | 3            | 0,5          |                          | 2,0                    | Опрос по контрольным вопросам.<br>Тестовые задания.  |
| 2     | Первый закон термодинамики. Термохимия  | 3       | 2   |              | 4            | 1,0          |                          | 2,0                    | Отчет по лабораторной работе. Опрос по контрольным вопросам.<br>Тестовые задания   |
| 3     | Второй закон термодинамики. Характеристические функции и термодинамические потенциалы | 3       | 2   |              | 6            | 1,5          |                          | 3                      | Опрос по контрольным вопросам.<br>Тестовые задания.  |
| 4     | Растворы  | 3       | 2   |              | 4            | 1,0          |                          | 3                      | Отчет по лабораторной работе. Опрос по контрольным вопросам<br>Тестовые задания  |
| 5     | Электрохимия. Растворы электролитов. Электродные процессы и электродвижущие силы      | 3       | 4   |              | 6            | 2,5          |                          | 4                      | Отчет по лабораторной работе. Опрос по контрольным вопросам.<br>Тестовые задания.<br>Опрос по контрольным вопросам.<br>Тестовые задания. |
| 6     | Химическая кинетика и катализ   | 3       | 2   |              | 4            | 1,5          |                          | 3                      | Отчет по лабораторной работе. Опрос по контрольным вопросам.<br>Тестовые задания.  |

|   |                  |   |           |  |           |          |            |             |                                |
|---|------------------|---|-----------|--|-----------|----------|------------|-------------|--------------------------------|
| 7 | Коллоидная химия | 3 | 3         |  | 4         | 1        |            | 2,7         | Опрос по контрольным вопросам. |
|   |                  |   |           |  |           |          | 0,3        |             | зачет                          |
|   | <b>Всего</b>     |   | <b>16</b> |  | <b>27</b> | <b>9</b> | <b>0,3</b> | <b>19,7</b> |                                |

### Содержание разделов дисциплины:

#### 1. Газы.

- 1.1. Общие понятия об агрегатных состояниях вещества.
- 1.2. Газовые законы.
- 1.3. Газовые смеси. Законы для идеальных газовых смесей.
- 1.4. Реальные газы.

#### 2. Первый закон термодинамики. Термохимия.

- 2.1. Основные понятия и определения.
- 2.2. Первое начало термодинамики.
- 2.3. Работа расширения идеального газа.
- 2.4. Термохимия.

Лабораторная работа №1.

#### 3. Второй закон термодинамики. Характеристические функции и термодинамические потенциалы.

- 3.1. Равновесные и неравновесные процессы.
- 3.2. Обратимые и необратимые процессы.
- 3.3. Формулировки второго начала термодинамики.
- 3.4. Энтропия.
- 3.5. Статическая природа второго начала термодинамики.
- 3.6. Характеристические функции и термодинамические потенциалы.
- 3.7. Химическое сродство. Принцип Бергго и его несостоятельность.
- 3.8. Уравнение Гиббса– Гельмгольца.
- 3.9. Химический потенциал.
- 3.10. Химическое равновесие. Константа равновесия и способы ее выражения.
- 3.11. Второй закон термодинамики и биологические процессы.
- 3.12. Фазовое равновесие в однокомпонентных системах.

#### 4. Растворы.

- 4.1. Давление насыщенного пара над раствором. Закон Рауля.
- 4.2. Реальные растворы.
- 4.3. Состав пара растворов. Законы Коновалова.
- 4.4. Диаграмма «состав– давление пара».
- 4.5. Диаграмма «состав– температура кипения».
- 4.6. Дистилляция и ректификация.
- 4.7. Давление насыщенного пара в системах с ограниченной взаимной растворимостью компонентов. Перегонка с водяным паром.
- 4.8. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри.

- 4.9. Закон распределения Нернста. Экстракция из растворов.
  - 4.10. Температура замерзания разбавленных растворов.
  - 4.11. Температура кипения разбавленных растворов
  - 4.12. Криоскопия и эбулиоскопия.
  - 4.13. Осмос. Осмотическое давление.
  - 4.14. Коллигативные свойства растворов.
- Лабораторная работа №2.

## **5. Электрохимия.**

### **5.1. Растворы электролитов.**

- 5.1.1. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса.
  - 5.1.2. Причины и механизм электролитической диссоциации.
  - 5.1.3. Диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель.
  - 5.1.4. Буферные растворы.
  - 5.1.5. Растворы сильных электролитов.
  - 5.1.6. Понятие об активностях и коэффициентах активности в теории сильных электролитов.
  - 5.1.7. Ионная сила растворов.
  - 5.1.8. Электропроводность растворов электролитов.
  - 5.1.9. Подвижность ионов. Закон Кольрауша.
  - 5.1.10. Кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование.
- Лабораторная работа №3.

### **5.2. Электродные процессы и электродвижущие силы.**

- 5.2.1. Гальванический элемент.
- 5.2.2. Электродный потенциал.
- 5.2.3. Классификация электродов.
- 5.2.4. Водородный электрод.
- 5.2.5. Электроды сравнения.
- 5.2.6. Окислительно-восстановительные электроды.
- 5.2.7. Классификация гальванических элементов.
- 5.2.8. Потенциометрия. Потенциометрическое титрование.

## **6. Кинетика химических реакций и катализ.**

- 6.1. Скорость химической реакции.
- 6.2. Кинетическая классификация химических реакций.
- 6.3. Формулировка закона действия масс.
- 6.4. Реакции различных порядков.
- 6.5. Методы определения порядка реакции.
- 6.6. Константа скорости химической реакции.
- 6.7. Уравнение Аррениуса. Энергия активации.
- 6.8. Сложные реакции.
- 6.9. Теории химической кинетики.

6.10. Кинетика реакций в растворах.

6.11. Введение в фотохимию.

6.12. Основы катализа.

Лабораторная работа №4.

### **7. Коллоидная химия.**

7.1. Основные понятия и определения коллоидной химии.

7.2. Дисперсность, устойчивость коллоидных систем.

7.3. Классификация коллоидных систем.

7.4. Поверхностное натяжение.

7.5. Уравнение Гиббса и его анализ (положительная и отрицательная адсорбция).

7.6. Влияние температуры и величины адсорбируемых молекул на адсорбцию.

7.7. Адсорбция на твердом адсорбенте из растворов (адсорбция недиссоциирующих веществ и адсорбция электролитов).

7.8. Смачивание, флотация.

7.9. Электрокинетические явления (электрофорез, электроосмос, потенциал осаждения, потенциал протекания), причины возникновения заряда на частицах дисперсной фазы.

7.10. Строение двойного ионного слоя (мицелла).

7.11. Два скачка потенциала (потенциал стенки, дзета потенциал).

7.12. Получение коллоидных систем.

7.13. Коагуляция коллоидных систем, защита золей от коагуляции.

## **5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и знакомит студентов с системой изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с задачами и целями данного курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. На лекции рассматриваются методические и организационные особенности изучения данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция** – последовательное изложение учебного материала в виде монолога преподавателя с применением презентаций и таблиц по теме. Возможно также общение со студентами при рассмотрении примеров и фактов, знакомых из школьного материала или смежных учебных дисциплин. Требования к академической лекции: современный научный уровень, информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, современных фактов.

**Лабораторное занятие** - посвящено освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний на практике. В лабораторных работах осуществляется интеграция теоретико-методологических знаний с практическими умениями и навыками студентов в условиях той или иной степени близости к реальной профессиональной деятельности.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:



Электронный учебный курс «Неорганическая химия» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

#### **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

#### **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости).**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используется Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» [http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины.**

##### **а) основная литература:**

1. Казин В.Н., Плисс Е.М., Русаков А.И.

Курс физической химии: учебное пособие (гриф УМО). Ярославль: ЯрГУ, 2011. – 36 с.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20100337.pdf>

2. Физическая химия: метод. указания к лабораторному практикуму / Сост. А. М. Гробов, В. Н. Казин, Е. М. Плисс, А. В. Сирик, И. В. Тихонов; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2010. – 103 с.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20100303.pdf>

##### **б) дополнительная литература:**

1. Ипполитов Е.Г., Артемов А.В., Батраков В.В. Физическая химия. Изд-во: Академия, 2005. 448 с.

2. Формальная кинетика: метод. указания / сост. Е. М. Плисс, А. М. Гробов, А. В. Сирик, И. В. Тихонов, А. И. Русаков ; Яросл. Гос. ун-т. - Ярославль.: ЯрГУ, 2009. 54 с.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20090308.pdf>

3. Решение задач по физической химии: метод. указания / сост. А. М. Гробов, Е. М. Плисс, А. В. Сирик, И. В. Тихонов; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2010, 45 с.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20100309.pdf>

4. Белик В.В., Киенская К.И. Физическая и коллоидная химия: учебник - 2-е изд., стереотип. - М.: Академия, 2006. 288 с. ISBN 5-7695-2804-4.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных работ используются: центрифуга лабораторная СМ-6, весы лабораторные, расходные и раздаточные материалы и др.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Профессор кафедры общей и  
физической химии, д.х.н.

*должность, ученая степень*

*подпись*

**В.Н. Казин**

*И.О. Фамилия*

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Физическая и коллоидная химия»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**1.1. Контрольные вопросы к разделам по дисциплине «Физическая и коллоидная химия», необходимые для текущего контроля успеваемости**

*Литература:* Казин В.Н. Курс физической химии: учебное пособие (гриф УМО) / В.Н. Казин, Е.М. Плисс, А.И. Русаков; Яросл. гос. ун-т им. П.Г. Демидова. -Ярославль: ЯрГУ, 2011. 236 с. ISBN 978-5-8397-9787-0. <http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20100337.pdf>

**1. Газы.**

Подготовить ответы на вопросы № 1-3, С. 25.

Выполнить тестовые задания. С. 22-24.

**2. Первый закон термодинамика. Термохимия.**

Ответить на вопросы № 1-9. С.47.

Выполнить тестовые задания. С. 44-46.

**3. Второй закон термодинамики. Характеристические функции и термодинамические потенциалы.**

Подготовить ответы на вопросы № 1-17. С. 92.

Выполнить тестовые задания. С. 89-91.

**4. Растворы**

Подготовить ответы на вопросы № 1-12. С. 123.

Выполнить тестовые задания. С. 120-123.

**5. Электрохимия.**

**5.1. Растворы электролитов.**

Подготовить ответы на вопросы № 1-13. С. 157-158.

Выполнить тестовые задания. С. 154-157.

**5.2. Электродные процессы и электродвижущие силы.**

Подготовить ответы на вопросы № 1-8. С. 186.

Выполнить тестовые задания. С. 183-185.

**6. Химическая кинетика и катализ.**

Подготовить ответы на вопросы № 1-17. С. 233.

Выполнить тестовые задания. С. 229-232.

**Коллоидная химия**

1. Основные понятия и определения коллоидной химии.

2. Дисперсность, устойчивость коллоидных систем.

3. Классификация коллоидных систем.

4. Поверхностное натяжение.

5. Уравнение Гиббса и его анализ (положительная и отрицательная адсорбция).

6. Влияние температуры и величины адсорбируемых молекул на адсорбцию.

7. Адсорбция на твердом адсорбенте из растворов (адсорбция недиссоциирующих веществ и адсорбция электролитов).

8. Смачивание, флотация.

9. Электрокинетические явления (электрофорез, электроосмос, потенциал осаждения, потенциал протекания), причины возникновения заряда на частицах дисперсной фазы.
10. Строение двойного ионного слоя (мицелла).
11. Два скачка потенциала (потенциал стенки, дзета потенциал).
12. Получение коллоидных систем.
13. Коагуляция коллоидных систем, защита золей от коагуляции.

#### **Правила выставления оценки по результатам опроса:**

- *Отлично* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа содержания лекции, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов.

- *Хорошо* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме лекции, с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя.

- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов.

- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин.

#### **Правила оценивания отчета по лабораторной работе:**

- *Зачтено* выставляется за полный и правильно оформленный отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями методического указания (Физическая химия: метод. указания к лабораторному практикуму / сост. А. М. Гробов, В. Н. Казин, Е. М. Плисс, А. В. Сирик, И. В. Тихонов; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2010. 103 с.).

- *Не зачтено* выставляется за неполный или неправильно оформленный отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями методического указания (Физическая химия: метод. указания к лабораторному практикуму / сост. А. М. Гробов, В. Н. Казин, Е. М. Плисс, А. В. Сирик, И. В. Тихонов; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2010. 103 с.).

### **Задания для самостоятельной работы**

#### **Примеры тестовых заданий для проведения промежуточной аттестации по темам разделов:**

##### **Тестовое задание к разделу «Идеальные и реальные газы»**

***Выберите один правильный ответ***

##### **1. Математическое выражение закона Амага:**

А.  $pV = nRT$ .

Б.  $p_1V_1 = p_2V_2$ .

В.  $p_{\text{общ.}} = \sum p_i$ .

Г.  $V_{\text{общ.}} = \sum V_i$

##### **2. Следствие из закона Дальтона:**

А.  $V_m = 2,24 \times 10^{-2} \text{ м}^3/\text{моль}$ .

Б.  $p_i = N_i \times p_{\text{общ.}}$

В.  $pV = \text{const}$ .

Г.  $V_i = N_i \times V_{\text{общ.}}$

##### **3. Уравнение состояния идеального газа:**

А.  $pV/T = \text{const}$ .

- Б.  $V_1/T_1 = V_2/T_2$ .
- В.  $p_1V_1/T_1 = p_2V_2/T_2$ .
- Г.  $pV = nRT$ .

**4. Закон Бойля-Мариотта:**

- А. При постоянном давлении объем газа изменяется пропорционально его температуре.
- Б. Один моль любого газа всегда занимает один и тот же объем.
- В. При постоянной температуре объем газа обратно пропорционально его давлению.
- Г. В равных объемах различных газов при одинаковых температуре и давлении содержится одинаковое число молекул.

**5. Математическое выражение закона Гей-Люссака:**

- А.  $pV = nRT$ .
- Б.  $V_1/T_1 = V_2/T_2$ .
- В.  $p_1V_1 = p_2V_2$ .
- Г.  $p_1V_1/T_1 = p_2V_2/T_2$ .

*Выберите несколько правильных ответов*

**1. Универсальная газовая постоянная (R) может иметь размерность:**

- А. Дж×кг<sup>-1</sup>×К<sup>-1</sup>×моль<sup>-1</sup>.
- Б. атм×л×К<sup>-1</sup>×моль<sup>-1</sup>.
- В. Дж×К<sup>-1</sup>×моль<sup>-1</sup>.
- Г. Дж×кг×К<sup>-1</sup>×моль<sup>-1</sup>.
- Д. кал×К<sup>-1</sup>×моль<sup>-1</sup>.

**2. Свойства идеального газа:**

- А. Не имеет запаха.
- Б. Объем молекул бесконечно мал.
- В. Неограниченно растворяется в воде.
- Г. Молекулы не взаимодействуют между собой.

**3. Математическое выражение объединенного газового закона:**

- А.  $pV = nRT$ .
- Б.  $pV/T = \text{const}$ .
- В.  $p_1V_1 = p_2V_2$ .
- Г.  $p_1V_1/T_1 = p_2V_2/T_2$ .

**4. Математическое выражение закона Бойля-Мариотта:**

- А.  $V/T = \text{const}$ .
- Б.  $p_1V_1 = p_2V_2$ .
- В.  $V_1/T_1 = V_2/T_2$ .
- Г.  $pV = \text{const}$ .
- Д.  $V \propto 1/p$ .
- Е.  $V \propto T$ .

**5. Мольная доля (N<sub>i</sub>) определяется соотношением:**

- А.  $N_i = m/M$ .
- Б.  $N_i = n_i/\Sigma n_i$ .
- В.  $N_i = V/V_m$ .
- Г.  $N_i = \%_{\text{мол.}}/100$ .

*Установите соответствие*

**I. Нормальные (стандартные) условия:**

- 1. Температура.
- 2. Давление.

**Величины:**

- А.  $T = 298\text{K}$ .
- Б.  $p = 100\text{кПа}$ .
- В.  $T = 25^\circ\text{C}$ .
- Г.  $p = 760\text{ мм.рт.ст.}$
- Д.  $T = 273\text{K}$ .

## II. Объект:

1. Идеальный газ.
2. Идеальная газовая смесь.

Е.  $P = 1 \text{ атм.}$

## Законы:

- А. Закон Амага.
- Б. Закон Бойля-Мариотта.
- В. Закон Гей-Люссака.
- Г. Закон Дальтона.
- Д. Закон Авогадро.

## III. Реальные газы подчиняются уравнению состояния идеального газа при следующих условиях:

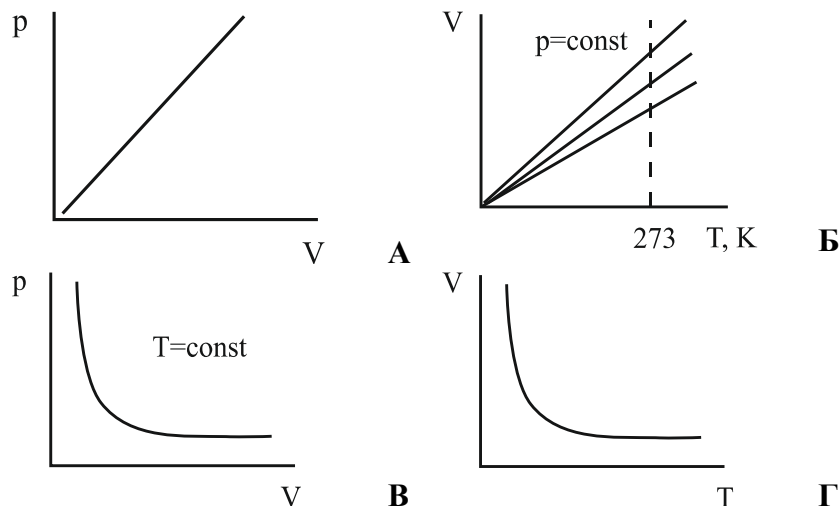
1. Температура
2. Давление

- А. Высокое давление.
- Б. Низкая температура.
- В.  $p \rightarrow 0$ .
- Г.  $T = 273 \text{ К.}$
- Д. Высокая температура.
- Е.  $p = 1 \text{ атм.}$

## IV. Газовые законы:

1. Закон Гей-Люссака
2. Закон Бойля-Мариотта

## Графические формы представления:



## V. Параметры состояния

1. Температура.
2. Давление.
3. Объем.

## Единицы измерения в международной системе единиц (СИ):

- А. атм.
- Б. л.
- В. Кельвин (К).
- Г.  $\text{м}^3$ .
- Д.  $^{\circ}\text{C}$ .
- Е. Па.

## Правила выставления оценки за тестовые задания

При написании контрольной работы оценка выставляется следующим образом (количество верных ответов):

- 86-100%%- отлично (зачет)
- 71-85%%- хорошо (зачет)
- 55-70%%- удовлетворительно (зачет)
- менее 55% - неудовлетворительно (незачет)

## 2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

### Список заданий к зачету

Зачет выставляется при наличии среднего бала по текущим оценкам, по результатам защищенных лабораторных работ и собеседования со студентом по темам курса:

### Список вопросов к зачету

1. Законы идеальных газов. Универсальная газовая постоянная. Ее физический смысл.
2. Понятия о парциальном давлении и парциальном объеме. Законы Дальтона и Амага, следствия из них.
3. Реальные газы. Отклонения реальных газов от законов идеальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
4. Основные понятия термодинамики. Теплота и работа.
5. Формулировки и уравнения I начала термодинамики, применение I начала термодинамики в биологии.
6. Внутренняя энергия и энтальпия.
7. Работа расширения идеальных газов при различных условиях.
8. Тепловой эффект реакции при постоянном давлении и при постоянном объеме. Связь  $Q_p$  и  $Q_v$ .
9. Расчет стандартного теплового эффекта химических реакций по теплотам образования и сгорания.
10. Теплоемкость. Связь  $C_p$  и  $C_v$ .
11. Формулировки и уравнения II начала термодинамики.
12. Равновесные и обратимые процессы, их свойства.
13. Энтропия. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах.
14. Физический смысл энтропии. Формула Больцмана. Статистическая природа II начала термодинамики.
15. Энергия Гельмгольца, ее изменение как критерий направления процессов и состояния равновесия.
16. Энергия Гиббса, ее изменение как критерий направления процессов и состояния равновесия.
17. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
18. Зависимость изменения энергии Гиббса от температуры.
19. Химический потенциал – наиболее общий критерий самопроизвольности протекания процесса.
20. Константа равновесия. Способы ее выражения.
21. Уравнение изотермы химической реакции.
22. Реальные системы. Летучесть, активность, коэффициент активности.
23. Уравнение изотермы и изобары химической реакции. Дифференциальное и интегральное выражения.
24. Методы расчета стандартного изменения энергии Гиббса.
25. Применение II начала термодинамики в биологии.
26. Закон Рауля. Идеальные растворы.
27. Положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля и их причины.
28. Законы Коновалова. Азеотропные смеси.
29. Виды диаграмм “состав-температура кипения” и “состав-давление”.
30. Диаграммы “состав-температура кипения”. Дистилляция. Ректификация.
31. Смеси двух взаимно нерастворимых жидкостей. Давление насыщенного пара и температуры кипения таких смесей. Перегонка с водяным паром.

32. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри.
33. Осмос. Осмотическое давление.
34. Закон распределения Нернста. Процессы экстракции.
35. Температура замерзания разбавленных растворов.
36. Температура кипения разбавленных растворов.
37. Криоскопия и эбулиоскопия. Коллигативные свойства растворов.
38. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Гидратация и сольватация ионов в растворе. Степень диссоциации.
39. Термодинамическая, условная константы диссоциации слабого электролита. Закон разведения Оствальда.
40. Основы теории сильных электролитов Дебая и Гюккеля. Катафоретическое и релаксационное торможение.
41. Понятие об активностях электролитов и ионов, коэффициентах активности. Ионная сила растворов.
42. Водородный показатель. Буферные растворы и буферная емкость.
43. Абсолютные скорости движения ионов. Числа переноса.
44. Удельная электропроводность. Зависимость удельной электропроводности от концентрации, подвижности ионов и температуры.
45. Эквивалентная электропроводность и зависимость ее от концентрации и температуры.
46. Подвижность ионов. Закон Кольрауша.
47. Кондуктометрия.
48. Гальванический элемент. Скачки потенциала на границе раздела фаз. Причины возникновения разности потенциалов.
49. Двойной электрический слой. Диффузный потенциал.
50. Электродный потенциал. Типы электродов.
51. Формула Нернста для ЭДС и электродных потенциалов. Водородный электрод. Стандартные электродные потенциалы.
52. Электроды сравнения. Измерение ЭДС.
53. Концентрационные элементы.
54. Окислительно-восстановительные электроды и цепи. Хингидронный электрод.
55. Потенциометрия. Потенциометрическое титрование. Стеклоэлектрод.
56. Скорость химических реакций. Средняя и истинная скорости. Закон действующих масс. Константа скорости.
57. Молекулярность и порядок реакции. Кинетическое уравнение 1-го порядка, период полураспада.
58. Кинетические уравнения 2-го и нулевого порядков. Период полураспада.
59. Методы определения константы скорости и порядка реакции.
60. Влияние температуры на константу скорости химических реакций. Температурный коэффициент. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Уррениуса.
61. Теория активных соударений. Вероятностный или стерический фактор. Энергия активации. Источники активации.
62. Основные типы сложных реакций: обратимые, параллельные, последовательные и сопряженные.
63. Цепные реакции и их механизмы (на примере синтеза  $\text{HCl}$ ), зарождение и обрыв цепи.
64. Фотохимические реакции. Фотохимические законы. Квантовый выход реакции.
65. Кинетика гетерогенных процессов. Основные понятия катализа. Представление о механизме действия катализаторов. Типы катализа.
66. Основные понятия и определения коллоидной химии.
67. Дисперсность, устойчивость коллоидных систем.
68. Классификация коллоидных систем.
69. Поверхностное натяжение.
70. Уравнение Гиббса и его анализ (положительная и отрицательная адсорбция).



71. Влияние температуры и величины адсорбируемых молекул на адсорбцию.
72. Адсорбция на твердом адсорбенте из растворов (адсорбция недиссоциирующих веществ и адсорбция электролитов).
73. Смачивание, флотация.
74. Электрокинетические явления (электрофорез, электроосмос, потенциал осаждения, потенциал протекания), причины возникновения заряда на частицах дисперсной фазы.
75. Строение двойного ионного слоя (мицелла).
76. Два скачка потенциала (потенциал стенки, дзета потенциал).
77. Получение коллоидных систем.
78. Коагуляция коллоидных систем, защита золей от коагуляции.

### **Правила выставления оценки на зачете:**

Устный ответ студента на зачете оценивается по 2-х балльной системе.

Отметка «зачтено» ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;
- студент свободно владеет научной терминологией;
- ответ студента структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов;
- ответ студента логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;
- ответ студента характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;
- ответ студента иллюстрируется примерами, в том числе из собственной научно-исследовательской деятельности;
- студент демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию;
- студент демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- ответ студента обнаружил незнание или непонимание сущностной части дисциплины;
- содержание вопросов не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;
- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию зачета студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов;
- студент не демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

## Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Физическая и коллоидная химия»

### Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Физическая и коллоидная химия» являются лекции. По всем темам предусмотрены лабораторные занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем практического применения его при изучении качественного и количественного состава вещества.

Для успешного освоения дисциплины очень важна предварительная подготовка студентов к лабораторным занятиям. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, лабораторных занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагается оформление основной части лабораторной работы согласно методическим указаниям работе (Физическая химия: метод. указания к лабораторному практикуму / сост. А. М. Гробов, В. Н. Казин, Е. М. Плисс, А. В. Сирик, И. В. Тихонов; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2010, 103 с.).

Для подготовки теоретического материала большое значение имеют литературные источники:

1. Казин В.Н. Курс физической химии: учебное пособие (гриф УМО) / В.Н. Казин, Е.М. Плисс, А.И. Русаков; Яросл. гос. ун-т им. П.Г. Демидова. -Ярославль: ЯрГУ, 2011. 236 с. ISBN 978-5-8397-9787-0.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20100337.pdf>

2. Ипполитов Е.Г., Артемов А.В., Батраков В.В. Физическая химия Изд-во: Академия, 2005. 448 с. ISBN 5-7695-1456-6.

3. Формальная кинетика: метод. указания / сост. Е. М. Плисс, А. М. Гробов, А. В. Сирик, И. В. Тихонов, А. И. Русаков ; Яросл. Гос. ун-т. - Ярославль.: ЯрГУ, 2009. 54 с.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20090308.pdf>

4. Решение задач по физической химии: метод. указания / сост. А. М. Гробов, Е. М. Плисс, А. В. Сирик, И. В. Тихонов; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2010, 45 с.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20100309.pdf>

5. Белик В.В., Киенская К.И. Физическая и коллоидная химия: учебник - 2-е изд., стереотип. - М.: Академия, 2006. 288 с. ISBN 5-7695-2804-4.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде контрольных заданий. Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения.

В конце семестра изучения дисциплины студенты сдают зачет. Зачет выставляется по итогам собеседования.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Физическая и коллоидная химия» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом лабораторного курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым.