

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Лужанин Владимир Геннадьевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 20.01.2026 18:02:07

Уникальный программный ключ: «Пермская государственная фармацевтическая академия»  
d56ba45a9b6e5c64a319e2c5ae3bb2cd4b840af0

Министерства здравоохранения Российской Федерации

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Пермская государственная фармацевтическая академия»**

**Кафедра общей и органической химии**

*(наименование кафедры)*

**УТВЕРЖДЕНА**

**решением кафедры**

**Протокол от «03» июня 2025 г. № 9**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.15 Физическая химия**

*(индекс, наименование дисциплины, в соответствии с учебным планом)*

**Б1.О.15 Физ. х.**

*(код, краткое наименование дисциплины)*

**19.03.01 Биотехнология**

*(код, наименование направления подготовки (специальности)*

**Фармацевтическая биотехнология**

*(направленность(и) (профиль (и)/специализация(ии))*

**Бакалавр**

*(квалификация)*

**Очная**

*(форма(ы) обучения)*

Год набора – 2026 г.

Пермь, 2025 г.

**Авторы–составители:**

Канд. фармацевт. наук, доцент кафедры общей и органической химии Вейхман Г.А.

Заведующий кафедрой общей и органической химии, д-р хим. наук, профессор Гейн В. Л.

Согласовано Центральным методическим советом ФГБОУ ВО ПГФА Минздрава России  
протокол от 05.12.2025 г. № 2.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1.	Перечень планируемых результатов обучения по физической химии, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2.	Объем и место дисциплины в структуре ОПОП.....	5
3.	Содержание и структура дисциплины .....	5
4.	Фонд оценочных средств по дисциплине.....	8
5.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	15
6.	Учебная литература для обучающихся по дисциплине .....	15
7.	Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы .....	15

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине физической химии,  
соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Код индикатора достижения компетенции</b>	<b>Наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</b>
ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	ИДОПК-1.2	Владеет и использует в своей профессиональной деятельности знания законов и закономерностей физических наук	<p><b>На уровне знаний:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Знает содержание разделов: химическая термодинамика, фазовые равновесия, теория растворов, кинетика химических реакций, электродные процессы.</li> <li>- Знает физико-химические основы фазовых превращений, диаграммы плавкости двухкомпонентных систем с простой эвтектикой и с образованием химического соединения.</li> <li>- Знает закономерности электродных процессов процессов, принцип выбора электродов, особенности использования гальванических элементов при потенциометрическом титровании биологических объектов и растворов ЛС.</li> <li>- Знает основы кинетических явлений, влияния температуры на скорость химических реакций, практическое значение и применение</li> <li>- Знает теорию растворов, основные законы перегонки летучих компонентов, азеотропных смесей, коллигативные свойства растворов незлектролитов и электролитов, способы выражения концентраций растворов ЛС.</li> </ul> <p><b>На уровне умений:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Умеет систематизировать результаты физико-химических экспериментов, наблюдений, измерений, результаты расчетов и свойств веществ и материалов</li> </ul>

		ИДОПК-1.3	<p>Владеет и использует в своей профессиональной деятельности знания законов и закономерностей химических наук</p>	<p>На уровне навыков: - Владеет навыками проведения термодинамических расчетов химических процессов</p> <p>На уровне знаний: - Знает содержание разделов физической химии</p> <p>На уровне умений: - Умеет составлять отчет о результатах проведенного эксперимента или расчета и делать выводы на основе полученных знаний в курсе физической химии - Умеет использовать методы физико-химического анализа.</p> <p>На уровне навыков: - Владеет навыками интерпретации результатов собственных экспериментов и теоретических работ с использованием разделов физической химии</p>
--	--	-----------	--	--

## 2. Объем и место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.15 Физическая химия относится к основной части ОПОП, ее освоение в соответствии с учебным планом проходит на 2 курсе, в 3 и 4 семестрах, общая трудоемкость дисциплины – 216 часов / 6 зачетных единиц (з. е.).

## 3. Содержание и структура дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

№ п/п	Наименование разделов, тем	Объем дисциплины, час.			Форма текущего контроля успеваемости **, промежуточной аттестации				
		Всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий	СР					
		Л	ЛЗ						
<b>Очная форма обучения</b>									
<b>Семестр 3</b>									
Раздел 1	Термодинамика	34	8	16	10				
Тема 1.1.	Основные понятия химической термодинамики. Нулевое и первое начала термодинамики	12	2	6	4				
Тема 1.2.	Второе и третье начала	16	4	8	4				
О									

№ п/п	Наименование разделов, тем	Объем дисциплины, час.			СР	Форма текущего контроля успеваемости **, промежуточной аттестации		
		Всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий					
			Л	ЛЗ				
<b>Очная форма обучения</b>								
	термодинамики. Энтропия. Характеристические функции.							
Тема 1.3.	Термодинамика химического равновесия	6	2	2	2	О, Т		
Раздел 2	Фазовые равновесия	<b>34</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	О, Т		
Тема 2.1.	Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы. Однокомпонентные закрытые системы. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса.	16	4	8	4	О		
Тема 2.2.	Равновесия твердых и жидких фаз в двухкомпонентных системах	18	4	8	6	О, Т		
Раздел 3	Растворы. Равновесия жидкого раствора – пар в двухкомпонентных закрытых системах.	<b>40</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	О, Т		
Тема 3.1.	Зависимость давления насыщенного пара над раствором от состава раствора. Законы Коновалова.	16	4	8	4	О		
Тема 3.2.	Закон распределения третьего компонента в системе из двух взаимно нерастворимых жидкостей. Экстракция.	10	2	4	4	О		
Тема 3.3.	Коллигативные свойства растворов неэлектролитов и электролитов.	14	2	8	4	О, Т		
<b>Семестр 4</b>								
Раздел 4	Электрохимия	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	О, Т		
Тема 4.1.	Электропроводимость растворов электролитов	14	4	6	4	О		
Тема 4.2.	Электродные потенциалы и	22	6	10	6	О, Т		

№ п/п	Наименование разделов, тем	Объем дисциплины, час.			СР	Форма текущего контроля успеваемости **, промежуточной аттестации		
		Всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий					
			Л	ЛЗ				
<b>Очная форма обучения</b>								
	электродвижущие силы (ЭДС).							
Раздел 5	Кинетика гомогенных химических реакций.	36	8	18	10	О,Т		
Тема 5.1.	Химическая кинетика реакций нулевого, первого и второго порядков.	16	4	8	4	О		
Тема 5.2.	Зависимость скорости химической реакции от температуры	10	2	6	2	О		
Тема 5.3.	Катализ	10	2	4	4	Т		
Промежуточная аттестация		36				Экзамен		
<b>Всего</b>		<b>216</b>	<b>42</b>	<b>86</b>	<b>52</b>			

Примечание: \*\* – формы текущего контроля успеваемости: опрос (О), тестирование (Т).

### 3.2. Содержание дисциплины.

Раздел 1. Термодинамика. Тема 1.1. Основные понятия химической термодинамики. Нулевое и первое начала термодинамики. Термохимия. Закон Гесса. Зависимость тепловых эффектов от температуры. Уравнение (закон) Кирхгофа. Тема 1.2. Второе и третье начала термодинамики. Энтропия. Характеристические функции. Термодинамические потенциалы. Энергия Гельмгольца (свободная энергия). Энергия Гиббса. Термодинамические условия самопроизвольного протекания процесса и достижения состояния равновесия. Химический потенциал. Тема 1.3. Термодинамика химического равновесия. Понятие о химическом равновесии. Термодинамические условия химического равновесия. Закон действующих масс и его термодинамическое обоснование. Связь между константами химического равновесия, выраженнымными различными способами. Уравнение изотермы химической реакции. Зависимость константы химического равновесия от температуры.

Раздел 2. Фазовые равновесия. Тема 2.1. Фазовые переходы. Однокомпонентные закрытые системы. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Тема 2.2. Равновесия твердых и жидких фаз в двухкомпонентных системах. Диаграммы состояния бинарных систем – диаграммы плавкости. Бинарные системы кристаллизующихся веществ с простой эвтектикой (не образующих химические соединения). Системы, компоненты которых образуют устойчивые (плавящиеся конгруэнтно) химические соединения. Системы с неограниченной взаимной растворимостью компонентов в жидким состоянии, не образующих химических соединений.

Раздел 3. Растворы. Равновесия жидкого раствора – пар в двухкомпонентных закрытых системах.

Тема 3.1. Классификация бинарных жидких растворов. Закон Рауля и его термодинамическое обоснование. Зависимость давления насыщенного пара над раствором от состава раствора. Законы Коновалова. Тема 3.2. Закон распределения третьего компонента в системе из двух взаимно нерас-

творимых жидкостей. Экстракция. Тема 3.3. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов и электролитов. Изотонический коэффициент.

Раздел 4. Электрохимия. Тема 4.1. Электропроводимость растворов электролитов. Удельная и молярная электропроводимости, их зависимость от концентрации. Закон независимого движения ионов Кольрауша. Предельные подвижности ионов. Тема 4.2. Электродные потенциалы Классификация обратимых электродов. Уравнение Нернста. Химические и концентрационные гальванические цепи. Электродвижущая сила (ЭДС) гальванического элемента.

Раздел 5. Кинетика гомогенных химических реакций. Тема 5.1. Химическая кинетика реакций нулевого, первого и второго порядков. Методы определения порядка реакции. Сложные реакции.

Тема 5.2. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Правило Вант – Гоффа. Уравнение Аррениуса. Тема 5.3. Катализ. Виды катализа. Ферментативный катализ. Сущность ферментативного катализа, кинетика ферментативных реакций.

#### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине**

4.1. Формы и материалы текущего контроля.

4.1.1. В ходе реализации дисциплины Б1.О.15 Физическая химия используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся: опрос, тестирование.

4.1.2. Материалы текущего контроля успеваемости.

Опрос по теме «Кинетика».

1. Скорость гомогенных химических реакций, методы ее измерения, зависимость от различных факторов.

2. Закон действующих масс для скорости реакции, понятие о константе скорости.

3. Кинетическая классификация реакций (по молекулярности и порядку).

4. Вывод уравнения для расчета константы скорости и времени полупревращения для реакций нулевого и первого порядка.

5. Вывод уравнения для расчета константы скорости и времени полупревращения для реакции второго порядка (при равных концентрациях).

6. Экспериментальное определение константы скорости оптическим методом:

А) сущность оптического метода изучения кинетики;

Б) определение угла вращения плоскости поляризации света в момент начала реакции ( $\alpha_0$ );

В) работа с полутеневым поляриметром.

7. Понятие о порядке реакции, периоде полупревращения.

8. Экспериментальные методы определения порядка реакции:

А) подстановки;

Б) графический;

В) изоляции или избытка;

Г) по периоду полупревращения.

9. Катализ, типы катализа.

10. Влияние температуры на скорость химической реакции, правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса.

11. Понятие об энергии активации, ее опытное определение.

12. Методы определения сроков годности лекарственных препаратов:

А) используя уравнение Вант-Гоффа;

Б) по уравнению Аррениуса.

13. Теоретические основы химической кинетики: теория активных соударений.  
 14. Теория переходного состояния.  
 15. Сложные реакции (параллельные, последовательные, сопряженные, обратимые).

Пример тестового задания по теме «Кинетика».

1. Химическая кинетика изучает:
  - А. скорость химической реакции;
  - Б. возможность протекания реакции;
  - В. механизм протекания реакции;
  - Г. тепловые эффекты, сопровождающие реакцию;
  - Д. факторы, влияющие на скорость химической реакции.
2. Температурный коэффициент скорости реакции можно вычислить по уравнению:
  - А. Аррениуса;
  - Б. изотермы реакции;
  - В. Вант-Гоффа;
  - Г. основного постулата кинетики.
3. Кинетические закономерности реакции 2-го порядка:
 

А. $V = k \bullet C$	Б. $t_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{k \bullet C_0}$
В. $k = \frac{1}{t} \ln \frac{C_0}{C}$	Г. $k = \frac{C_0 - C}{t \bullet C_0 \bullet C}$
Д. $V = k \bullet C_1 \bullet C_2$	
4. Для опытного определения энергии активации нужны экспериментальные данные:
  - А. изменение концентрации со временем;
  - Б. константа скорости при комнатной температуре;
  - В. две константы скорости при двух температурах;
  - Г. изменение константы скорости от температуры;
  - Д. период полупревращения.
5. Как изменится скорость реакции взаимодействия тиосульфата натрия с серной кислотой ( $Na_2S_2O_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2S_2O_3$ ), если реагирующую смесь разбавить в 3 раза?
6. Специфичность и избирательность катализаторов проявляется в том, что:
  - А. он может изменять скорость одной реакции и не влиять на скорость другой;
  - Б. катализатор не влияет на положение термодинамического равновесия;
  - В. взаимодействие катализатора с исходными веществами изменяет термохимический путь реакции;
  - Г. он уменьшает энергию активации;
  - Д. катализатор расходуется в процессе реакции.
7. Найти, во сколько раз увеличивается скорость реакции при повышении температуры на  $20^0C$ , если  $\gamma=3$ ?
8. Как изменится скорость реакции  $CO_{(r)} + 2H_{2(r)} \rightarrow CH_3OH_{(r)}$  при увеличении давления в 3 раза?
9. Как запишется основной постулат кинетики для реакции задания 8, считая ее простейшей?
  - А.  $V = k \bullet P_{CO}^2 \bullet P_{H_2}$ ;
  - Б.  $V = k \bullet P_{CO} \bullet P_{H_2}^2$ ;

$$\text{B. } V = k \bullet P_{CO}^2 \bullet P_{H_2}^2; \text{ C. } V = k \bullet P_{CO} \bullet P_{H_2}$$

10. Нарисуйте схему последовательных реакций.

#### 4.1.3. Шкала оценивания для текущего контроля.

## Опрос:

«отлично» - обучающийся ответил на поставленный вопрос, привел необходимые формулы, дал объяснения зависимости параметров;

«хорошо» - обучающийся ответил на поставленный вопрос, привел необходимые формулы, не дал достаточных объяснений зависимости параметров;

«удовлетворительно» - обучающийся ответил на поставленный вопрос, не привел необходимые формулы;

«неудовлетворительно» - обучающийся не ответил на поставленный вопрос, не привел необходимые формулы, тогда ответ оценивается.

## Тестовый контроль:

«отлично» - обучающийся ответил на 9-10 вопросов теста;

«хорошо» - обучающийся ответил на 7-8 вопросов теста;

«удовлетворительно» - обучающийся ответил на 6-5 вопросов теста;

«неудовлетворительно» - обучающийся ответил на менее 5 вопросов теста.

#### 4.2.Формы и материалы промежуточной аттестации.

4.2.1 Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

#### 4.2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации.

## Пример билета промежуточной аттестации:

## Билет 1.

### 1. Выберите верные утверждения:

А. критерием самопроизвольного протекания процесса в изолированной системе является изменение энтропии;

Б. энтропия вещества не зависит от его природы, массы, температуры;

В. с ростом температуры энтропия системы увеличивается;

Г. энтропия является экстенсивным свойством термодинамической системы.

2. Рассчитайте, возможно ли самопроизвольное протекание реакции

$$\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow 2\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3, \text{ если } \Delta_f G^\circ(298K)_{(\text{Al}_2\text{O}_3)} = -2213,21 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}},$$

$$\Delta_f G^\circ(298K)_{(\text{Cr}_2\text{O}_3)} = -1046,8 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

**А** возможно; **Б** невозможно.

3. Выберите математическое выражение I закона термодинамики для соответствующих процессов:

1. изохорный процесс

1. изокарный процесс      1.  $\Delta V = 0$ ,  
 2. изотермический процесс       $\Delta H = 0$ ;  $\Delta T = W$ ;  $\Delta U = pV$ .

4. Рассчитайте тепловой эффект химической реакции:  $\text{NH}_3(\text{г}) + \text{HCl}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl}(\text{г})$ , если

$$\Delta_f H^\circ(298K)_{(NH_3)} = -46 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}, \Delta_f H^\circ(298K)_{(HCl)} = -92 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}.$$

$$\Delta_f H^\circ(298K)_{(NH_4Cl)} = -314 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}.$$

- А. -268 кДж;      Б. +176 кДж;      В. -176 кДж;      Г. -452 кДж.

5. Какие количественные закономерности лежат в основе процесса экстрагирования?

- А. закон Гесса;  
Б. закон Кирхгофа;  
В. закон распределения;

$$K = \frac{C_i^{\text{орг}}}{C_i^{\text{вод}}};$$

$$D. K = \frac{\alpha^2 c}{1 - \alpha}.$$

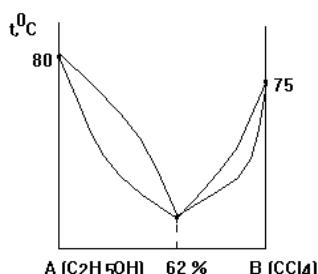
6. Выберите среди нижеприведенных уравнение Клапейрона-Клаузиуса в дифференциальной (I) и интегральной (II) формах:

$$A. \frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2};$$

$$B. \frac{dP}{dT} = \frac{\Delta H}{T \Delta V}; \quad G. \delta Q = dU + \delta W;$$

$$B. \Delta H_I = \Delta H^\circ(298K) + \Delta C_p(T - T_0)$$

7. По виду диаграммы кипения A(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) - B(CCl<sub>4</sub>) при постоянном давлении определите тип системы:



- А. идеальный раствор;  
Б. реальный раствор с положительным отклонением от закона Рауля ;  
В. реальный раствор с отрицательным отклонением от закона Рауля ;  
Г. реальный раствор с положительным отклонением от закона Рауля с максимумом;  
Д. реальный раствор с отрицательным отклонением от закона Рауля с минимумом.

8. По приведенной диаграмме определите результат ректификации смеси, состоящей из 80% A(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) и 20% B( CCl<sub>4</sub>) :

- А. компонент А (в конденсате) и компонент В (в кубовом остатке);  
Б. компонент В (в конденсате) и компонент А (в кубовом остатке);  
В. компонент В (в конденсате) и азеотроп (в кубовом остатке);  
Г. компонент А (в кубовом остатке) и азеотроп (в конденсате)  
Д. компонент А (в конденсате) и азеотроп (в кубовом остатке);

9. Какую массу глицерина C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>(OH)<sub>3</sub> (M=92 г/моль) нужно добавить к 100 г воды, чтобы раствор закипел при 101,5° С, если эбулиоскопическая постоянная воды составляет 0,512 К кг/моль.

10. Закон Рауля для разбавленных растворов неэлектролитов имеет математическое выражение:

- А.  $\Delta T_k = EC_m$ ;      Б.  $P_A = P_A^0 x_A$ ;      В.  $\Delta T_3 = KC_m$ ;      Г.  $\Pi = CRT$   
Д.  $P_A = P_A^0 (1-x_B)$       Е.  $P_B = P_B^0 x_B$ ;      Ж.  $P_A = i P_A^0 (1-x_B)$

11. Найдите соответствие потенциалов в нижеприведенной гальванической цепи:



1. контактный потенциал      А.  $\text{Zn}^{2+}|\text{Zn}$   
2. диффузионный потенциал      Б.  $\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}$   
3. электродный потенциал      В.  $\text{Zn}^{2+}\|\text{Cu}^{2+}$   
    Г.  $\text{Zn} - \text{Cu}$   
    Д.  $\text{Zn}^{2+}|\text{Cu}$

12. Вычислить потенциал палладиевого электрода, погруженного в раствор соли  $\text{PdCl}_2$  с концен-

трацией  $10^{-4}$  моль/л,  $\frac{\varphi_{\text{Pd}^{2+}}^0}{\text{Pd}} = 0,99$  В.

13. Скорость химической реакции при охлаждении на  $30^\circ\text{C}$  уменьшилась в 8 раз. Рассчитайте температурный коэффициент скорости:

- А. 3;      Б. 2;      В. 3,5.

14. Скорость – постоянная величина в реакциях:

- А. второго порядка;  
Б. нулевого порядка;  
В. первого порядка;  
Г. любого порядка.

15. Порядок реакции можно определить экспериментально:

- А. методом избытка;  
Б. графическим методом;  
В. по периоду полупревращения;  
Г. методом подстановки.

16. Для реакции 1-го порядка при  $C_0 = 2$  моль/л период полупревращения равен 600 с. Каково значение  $\frac{t_1}{t_2}$ , при  $C_0 = 3$  моль/л?

- А. 250;      Б. 800;      В. 600

#### 4.2.3. Шкала оценивания.

«отлично» - обучающийся выполнил 14-16 заданий, привел необходимые формулы и расчеты, тогда ответ оценивается;

«хорошо» - обучающийся выполнил 10-13 заданий, привел необходимые формулы и расчеты, тогда ответ оценивается;

«удовлетворительно» - обучающийся выполнил 8-9 заданий, привел необходимые формулы и расчеты, тогда ответ оценивается;

«неудовлетворительно» - обучающийся выполнил менее 8 заданий, не привел необходимые формулы и расчеты, тогда ответ оценивается.

4.3. Соответствие оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине формируемым компетенциям

Код	Код индикатора	Оценочные средства промежуточной аттестации
-----	----------------	---

компетенции	достижения компетенции	Тестовый экзамен
ОПК-1	ИДОПК-1.2.	+
	ИДОПК-1.3.	+

4.4. Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по дисциплине

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Структурные элементы оценочных средств	Критерии оценки сформированности компетенции	
			Не сформирована	Сформирована
ОПК-1	ИДОПК-1.2.	Тест	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Не знает содержание разделов: химическая термодинамика, фазовые равновесия, теория растворов, кинетика химических реакций, электродные процессы.</li> <li>-Не знает физико-химические основы фазовых превращений, диаграммы плавкости двухкомпонентных систем с простой эвтектикой и с образованием химического соединения</li> <li>-Не знает закономерности электродных процессов, принцип выбора электродов, особенности использования гальванических элементов при потенциометрическом титровании биологических объектов и растворов ЛС.</li> <li>-Не знает основы кинетических явлений, влияния температуры на скорость химических реакций, практическое значение и применение</li> <li>-Не знает теорию растворов, основные законы перегонки летучих компонентов, азеотропных смесей, коллигативные свойства растворов неэлектролитов и электролитов, способы выражения концентраций растворов ЛС.</li> <li>- Не умеет систематизировать результаты физико-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Знает содержание разделов: химическая термодинамика, фазовые равновесия, теория растворов, кинетика химических реакций, электродные процессы.</li> <li>-Знает физико-химические основы фазовых превращений, диаграммы плавкости двухкомпонентных систем с простой эвтектикой и с образованием химического соединения</li> <li>-Знает закономерности электродных процессов, принцип выбора электродов, особенности использования гальванических элементов при потенциометрическом титровании биологических объектов и растворов ЛС.</li> <li>-Знает основы кинетических явлений, влияния температуры на скорость химических реакций, практическое значение и применение</li> <li>-Знает теорию растворов, основные законы перегонки летучих компонентов, азеотропных смесей, коллигативные свойства растворов не-</li> </ul>

			химических экспериментов, наблюдений, измерений	электролитов и электролитов, способы выражения концентраций растворов ЛС. -Умеет систематизировать результаты физико-химических экспериментов, наблюдений, измерений -Владеет навыками проведения термодинамических расчетов химических процессов
ИДОПК 1.3	Тест		<p>-Не знает содержание разделов физической химии</p> <p>-Не умеет составлять отчет о результатах проведенного эксперимента или расчета и делать выводы на основе полученных знаний в курсе физической химии</p> <p>-Не умеет использовать методы физико-химического анализа для расчета</p> <p>- Не владеет навыками интерпретации результатов собственных экспериментов с использованием теоретических основ физической химии</p>	<p>-Знает содержание разделов физической химии</p> <p>-Умеет составлять отчет о результатах проведенного эксперимента или расчета и делать выводы на основе полученных знаний в курсе физической химии</p> <p>-Умеет использовать методы физико-химического анализа для термодинамических расчетов</p> <p>-Владеет навыками интерпретации результатов собственных экспериментов и разделов физической химии</p>

Компетенция считается сформированной на уровне требований к дисциплине в соответствии с образовательной программой, если по итогам применения оценочных средств промежуточной аттестации или их отдельных элементов результаты, демонстрируемые обучающимся, отвечают критерию сформированности компетенции.

Если по итогам проведенной промежуточной аттестации хотя бы одна из компетенций не сформирована на уровне требований к дисциплине в соответствии с образовательной программой (результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенции), обучающемуся выставляется оценка "неудовлетворительно".

## **5. Методические материалы по освоению дисциплины**

Методические материалы для обучающихся по дисциплине Б1.О.14 Физическая химия (полный комплект находится на кафедре общей и органической химии).

1. Избранные лекции по колloidной химии / [сост. В.Л.Гейн, Т.Е. Рюмина, О.Б. Кремлева, Л.И.Варкентин]. – Пермь, 2017.
2. Методические указания и контрольные задания по физической и колloidной химии / Л.И. Варкентин [и др.]. – Пермь, 2018
3. Методические указания к лабораторным и семинарским занятиям по колloidной химии / [подгот. Т.Е. Рюмина, О.Б. Кремлева, Г.Б. Богданова, Г.А. Вейхман, Л.И. Варкентин, В.Л.Гейн]. – Пермь, 2018.

## **6. Учебная литература для обучающихся по дисциплине**

### **6.1. Основная литература.**

1. Евстратова К.И. «Физическая и колloidная химия»: учебник для фарм. вузов и фак.- М. Высшая школа, 1990.
2. Зимон А.Д. Физическая химия: учебник для вузов/ А.Д. Зимон – М.: АГАР, 2006.
3. Избранные лекции по физической химии: (учеб. пособие для обучающихся по специальности«Фармация») / Перм. гос. фарм. акад., Каф. физ. и колloidной химии. – Пермь, 2011.
4. Методические указания и контрольные задания по физической и колloidной химии для студентов заочного факультета / Л.И. Варкентин [и др.]. – Пермь, 2008.
5. Методические указания к лабораторным и семинарским занятиям по физической химии для студентов очного и заочного факультетов / Т.Е. Рюмина, Г.Б. Богданова. О.Б. Кремлева. – Пермь, 2009, 2002, 1996.
6. Физическая и колloidная химия: учебник для вузов/ под ред. А.П. Беляева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008.
7. Харитонов Ю.Я. Физическая химия: учебник для вузов/ Ю.Я. Харитонов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009.

### **6.2 Дополнительная литература**

1. Горшков В.И. Физическая химия: учебник для вузов/ В.И.Горшков, И.А. Кузнецов. – М.: Изд- во МГУ, 1986.
2. Кругляков П.М. Физическая и колloidная химия: учеб. пособие для вузов/ П.М. Кругляков, Т.Н. Хаскова: Высш. шк., 2007.
3. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учеб. для вузов/Ю.А. Ершова, В.А. Попков, А.С. Берлянд; по ред. Ю.А. Ершова. – М.: Высш. шк., 2007.
4. Белик В.В. Физическая и колloidная химия: учебник /В.В. Белик, К.И. Киенская. – М.: ACADEMIA-MED, 2001.
5. Гельфман М. Колloidная химия/ М. Гельфман, О. Ковалевич, В.Юстратов. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2003.
6. Сборник вопросов и ответов для подготовки к тестовому экзамену по колloidной химии/ Перм. гос. фарм. акад., Каф. физ. и коллоид. Химии; сост. Рюмина Т.Е. [и др.]. – Пермь, 2010.
7. Фролов Ю.Г. Курс колloidной химии: явления и дисперсные системы. – М.: Альянс, 2004.

## **7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы**

Семинарские и практические занятия проводятся в специализированных учебных аудиториях, оснащенных наглядным материалом и литературой, необходимыми для изучения вопросов дисциплины: утвержденными методическими указаниями, специальной литературой и современной нормативной документацией. Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам академии и кафедры, есть возможность работы с сайтами BookUp, Consultantplus. На лекциях и занятиях используется мультимедийный комплекс (ноутбук, проектор). Наборы таблиц/мультимедийных наглядных материалов по различным разделам дисциплины. Для освоения и закрепления отдельных вопросов разработаны ситуационные задачи, тестовые задания по изучаемым темам.

Необходимые приборы, вспомогательные материалы и оборудование для проведения лабораторных работ находятся в учебных аудиториях (колориметры, термометр Бекмана, криоскоп, поляриметры, pH-метры, кондуктометры, сталагмометры, встряхиватели, вискозиметры, стеклянная химическая посуда и т.д.).

Образовательные технологии – коммуникативные технологии (опрос, собеседование), неимитационные технологии (лекции, тестирование). Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Государственная фармакопея Российской Федерации <http://femb.ru>
2. Информационная сеть Техэксперт <https://cntd.ru/>
3. Информационная система КонсультантПлюс <http://www.consultant.ru/>
4. Научная электронная библиотека КиберЛенинка <https://cyberleninka.ru/>
5. Научная электронная библиотека РИНЦ (Elibrary) <http://elibrary.ru>
6. Научная электронная библиотека SpringerLink <https://link.springer.com/>
7. Российское образование: федеральный портал. — Электрон. данные. — Режим доступа : <http://www.edu.ru/>
8. Система «Антиплагиат»: программно-аппаратный комплекс для проверки текстовых документов на наличие заимствований из открытых источников в сети Интернет и других источников <https://www.antiplagiat.ru/>
9. Университетская информационная система Россия <https://uisrussia.msu.ru/>

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.15 Физическая химия

**Код и наименование направления подготовки, профиля:** 19.03.01 Биотехнология. Фармацевтическая биотехнология.

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**Формируемая (ые) компетенция(и):**

ОПК-1: Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях.

ИДОПК-1, 2: Владеет и использует в своей профессиональной деятельности знания законов и закономерностей физических наук.

ИДОПК-1.3: Владеет и использует в своей профессиональной деятельности знания законов и закономерностей химических наук.

**Объем и место дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина Б1.О.15 Физическая химия относится к основной части ОПОП, ее освоение в соответствии с учебным планом проходит на 2 курсе, в 3 и 4 семестрах, общая трудоемкость дисциплины – 216час / 6 зачетных единиц (з. е.).

**Содержание дисциплины:**

Раздел 1. Термодинамика. Тема 1.1. Основные понятия химической термодинамики. Нулевое и первое начала термодинамики. Термохимия. Закон Гесса. Зависимость тепловых эффектов от температуры. Уравнение (закон) Кирхгофа. Тема 1.2. Второе и третье начала термодинамики. Энтропия. Характеристические функции. Термодинамические потенциалы. Энергия Гельмгольца (свободная энергия). Энергия Гиббса. Термодинамические условия самопроизвольного протекания процесса и достижения состояния равновесия. Химический потенциал. Тема 1.3. Термодинамика химического равновесия. Понятие о химическом равновесии. Термодинамические условия химического равновесия. Закон действующих масс и его термодинамическое обоснование. Связь между константами химического равновесия, выраженнымными различными способами. Уравнение изотермы химической реакции. Зависимость константы химического равновесия от температуры.

Раздел 2. Фазовые равновесия. Тема 2.1. Фазовые переходы. Однокомпонентные закрытые системы. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса. Тема 2.2. Равновесия твердых и жидких фаз в двухкомпонентных системах. Диаграммы состояния бинарных систем – диаграммы плавкости. Бинарные системы кристаллизующихся веществ с простой эвтектикой (не образующих химические соединения). Системы, компоненты которых образуют устойчивые (плавящиеся конгруэнтно) химические соединения. Системы с неограниченной взаимной растворимостью компонентов в жидком состоянии, не образующих химические соединения.

Раздел 3. Растворы. Равновесия жидкий раствор – пар в двухкомпонентных закрытых системах. Тема 3.1. Классификация бинарных жидких растворов. Закон Рауля и его термодинамическое обоснование. Зависимость давления насыщенного пара над раствором от состава раствора. Законы Коновалова. Тема 3.2. Закон распределения третьего компонента в системе из двух взаимно нерасторимых жидкостей. Экстракция. Тема 3.3. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов и электролитов. Изотонический коэффициент.

Раздел 4. Электрохимия. Тема 4.1. Электропроводимость растворов электролитов. Удельная и молярная электропроводимости, их зависимость от концентрации. Закон независимого движения ионов Кольрауша. Предельные подвижности ионов. Тема 4.2. Электродные потенциалы Класси-

фикация обратимых электродов. Уравнение Нернста. Химические и концентрационные гальванические цепи. Электродвижущая сила (ЭДС) гальванического элемента.

Раздел 5. Кинетика гомогенных химических реакций. Тема 5.1. Химическая кинетика реакций нулевого, первого и второго порядков. Методы определения порядка реакции. Сложные реакции. Тема 5.2. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Правило Вант – Гоффа. Уравнение Аррениуса. Тема 5.3. Катализ. Виды катализа. Ферментативный катализ. Сущность ферментативного катализа, кинетика ферментативных реакций.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен.