Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра химии и химической технологии

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф-м.н., доцент И.И. Корель
“_____ ”_____ _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая химия

Образовательная программа: 03.03.02 Физика, профиль: Биофизика и биотехнологии

Новосибирск 2026

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по **дисциплине** Физическая химия представлена в Таблице. Совокупность результатов обучения по дисциплине соотнесена с уровнями сформированности компетенций и соотнесенными с ними индикаторами. Индикаторы достижения компетенций измеряемы с помощью средств текущей и промежуточной аттестации по **дисциплине** Физическая химия.

Таблица

Формируемые компетенции	**Индикаторы компетенций**	**Темы**	**Этапы оценки результатов обучения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций**	
			Мероприятия текущего контроля (контрольная работа, курсовой проект, РГЗ(Р), реферат и др.)	**Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)**
ПК-1.В/НА Способность организовывать деятельность обучающихся, направленную на освоение дополнительной общеобразовательной программы	1. Умеет разрабатывать мероприятия по модернизации оснащения учебного помещения, с целью проведения практических занятий по измерениям параметров имеющихся технологических образцов и созданию новых технологических объектов	1 Химическая термодинамика 1.1 Термодинамические системы и процессы. Нулевой закон термодинамики. Работа, теплота, внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Изменение внутренней энергии при постоянном объеме. Энтальпия, ее физический смысл. Тепловой эффект реакции при постоянном давлении или объеме. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Стандартное состояние вещества. Термохимические уравнения. Стандартные энтальпии химических процессов. Расчет теплоты химических реакций с помощью стандартных энтальпий образования, энтальпии сгорания, средних энергий химической связи, термодинамических циклов. Расчет энергии кристаллической решетки и теплоты растворения. Изобарная теплоемкость. Температурная зависимость энтальпии химической реакции. Закон Кирхгофа. Использование стандартных табличных данных для расчета тепловых эффектов при заданной температуре. 1.2 Энтропия как приведенная теплота и мера беспорядка. Термодинамическое и статистическое определение этропии. Изменение энтропии в обратимых процессах: при расширении идеального газа, нагревании вещества, фазовых	Практика № 1: теор. вопросы № 1 (вопросы 1–11). РГЗ (задание 1). Контрольная работа (задание 1). Домашнее задание № 1 (задание 1). Домашнее задание Практика № 2: теор. вопросы № 1 (вопросы 12–17). РГЗ (задание 2). Контрольная работа (задание 1). Домашнее задание № 1 (задание 2)	Экзамен (тест, вопрос 1–3). Экзамен (тест, вопрос 4).

		переходах. Цикл Карно. Неравенство Клаузиуса для самопроизвольных процессов. Второй закон термодинамики. Критерии самопроизвольного протекания процесса и термодинамического равновесия. Тепловая теорема Нернста. Третий закон термодинамики. Стандартные энтропии веществ. Расчет стандартных энтропий химических реакций. 1.3 Фундаментальное уравнение Гиббса. Полезная работа. Энергия Гиббса как мера максимальной полезной работы химической реакции при постоянном давлении и температуре. Энергия Гельмгольца как мера максимальной полезной работы химической реакции при постоянном объеме и температуре. Изменение энергии Гиббса и Гельмгольца в процессах без протекания химической реакции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Химический потенциал. Активность, фугитивность. Изменение энергии Гиббса при химической реакции. Стандартная энергия Гиббса реакции. Степень протекания химической реакции (химическая переменная). 1.4 Химическое равновесие. Изотерма химической реакции. Закон действующих масс. Константы химического равновесия, выраженные разными способами, взаимосвязь между ними. Термическая диссоциация, степень термической диссоциации, расчет равновесного состава смеси газов. Изобара и изохора химической реакции. Принцип Ле Шателье. Зависимость константы равновесия от температуры, уравнение Вант-Гоффа. Влияние общего давления, парциального давления и примесей посторонних инертных газов на равновесие. Методы расчета констант равновесия из табличных данных. Растворы и термодинамические характеристики их образования 2.5 Растворы газовые, твердые и жидкие. Растворимость газов и	Практика 3: теор. вопросы № 1 (вопросы 18, 19). РГЗ (задание 2, 3). Контрольная работа (задание 1). Домашнее задание № 1 (задание 3). Практика 4: теор. вопросы № 1 (вопросы 20–29) РГЗ (задание 3). Контрольная работа 3 (задание 2). Домашнее задание № 1 (задание 4). Практика 5: теор. вопросы № 1 (вопросы 31–38). Контрольная работа (задание 3).	Экзамен (тест, вопрос 5). Экзамен (тест, вопрос 6–8). Экзамен (тест, вопрос 9).

		твердых тел. Концентрация растворов молярная, эквивалентная, массовая, моляльная, молярная; массовые доли и процентная концентрация, титр раствора. Растворы электролитов и неэлектролитов. Растворы идеальные и предельно разбавленные, регулярные и атермальные. Тепловые, объемные и энтропийные эффекты для данных видов растворов. Парциальные молярные величины, методы расчета их значений. Химические потенциалы и их стандартные значения. Энергия Гиббса смешения компонентов. Уравнения Гиббса-Дюгема. Избыточные функции. 2.6 Раствор нелетучего вещества в летучем растворителе. Изменение давления насыщенного пара растворителя над раствором. Закон Рауля. Растворимость газов. Закон Генри. Коллигативные свойства растворов. Изменение температуры замерзания и температуры кипения раствора. Криоскопическая и эбулиоскопическая постоянные. Коэффициент активности, расчет его значения по изменению давления пара и температуры замерзания. Осмос, осмотическое давление. Уравнение Вант-Гоффа для осмотического давления. Изотонический коэффициент, его связь со степенью диссоциации. Фазовые равновесия 3.6 Агрегатные состояния вещества. Стабильное, метастабильное и нейтральное равновесное состояние. Фазовые переходы первого и второго рода, монотропные и энантиотропные. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса для фазовых переходов. Правило фаз Гиббса. 3.7 Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентных системах. Фазовая диаграмма давление-состав и температура состав (диаграммы кипения). Правило рычага. Законы Гиббса-Коновалова. Дистилляция. Азеотропы.	Практика 6: теор. вопросы № 1 (вопросы 33, 34, 37, 39, 40). Контрольная работа (задание 3). Домашнее задание № 2 (задание 1). Теор. вопросы № 1 (вопросы 42–44). Контрольная работа (задание 4). Домашнее задание № 2 (задание 2). Теор. вопросы № 1 (вопросы 45–49). Контрольная работа 3 семестр (задание 4). Домашнее задание № 2 (задание 3).	Экзамен (тест, вопрос 15). Экзамен (тест, вопрос 10). Экзамен (тест, вопрос 11–12).

		3.8 Диаграммы плавкости двух твердых веществ без образования химических соединений. Кривые охлаждения и построение диаграмм плавкости. Ректификация веществ методом зонной пплавки. Диаграмма плавкости двухкомпонентных систем с полной или ограниченной растворимостью веществ в твердом состоянии, а также полной нерастворимостью в твердом состоянии. Эвтектическая температура. Использование правила рычага для расчета состава твердой и жидкой фаз. Диаграммы плавкости двухкомпонентных систем с образование химических соединений. Дистектическая и перитектические температуры. Конгруэнтное и инконгруэнтное плавление. Поверхностные явления и адсорбция 7.19 Адсорбция: основные понятия и определения. Типы адсорбции. Методы описание адсорбции. Изотерма адсорбции Генри. Изотерма адсорбции Фрейдлиха. Изотерма адсорбции Лэнгмюра. Изотерма адсорбции БЭТ. Краткие сведения о пористых адсорбентах. Активированные угли. Наноуглеродные материалы. Фуллерены. Силикагели. Активный оксид алюминия. Алюмосиликаты. 7.20 Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Механизм самопроизвольного уменьшения поверхностной энергии. Теорема Вульфа. Метод избытков Гиббса. Адсорбция на поверхности жидкости не растворяющегося в ней газа. Адсорбция на поверхности жидкости растворенного в ней вещества. Поверхностно-активные и инактивные вещества. Химическая кинетика и катализ 8.21 Химическая кинетика как раздел физической химии. Скорость химической реакции. Простые и сложные реакции. Элементарные реакции. Молекулярность и порядок реакции.Закон действующих	Теор. вопросы № 1 (вопросы 50–53). Контрольная работа 3 семестр (задание 4). Домашнее задание № 2 (задание 4). Практика № 7: теор. вопросы № 2 (вопросы 5–13) Домашнее задание № 1 (задание 3–4). Практика № 8: теор. вопросы № 2 (вопросы 1–4). Самостоятельная работа № 1 (задание 1–2). Контрольная работа (задание 1). Практика № 9: теор. вопросы № 2 (вопросы 14–20). РГЗ 4 семестр (задание 1, 2). Домашнее задание № 2 (задание 1–2). Контрольная работа 4 семестр (задание 2)	Экзамен (тест, вопрос 13–14). Экзамен (тест, вопрос 1). Экзамен (тест, вопрос 2). Экзамен (тест, вопрос 4).

		масс. Кинетические уравнения. Прямая и обратная задачи химической кинетики на примере простых реакций разного порядка. Кинетический анализ простых необратимых реакций нулевого, первого, второго, третьего и n-го порядков. Составление кинетических уравнений по механизму реакциию. 8.22 Методы определения порядка реакции: способ подстановки (аналитический и графический варианты); метод Оствальда-Нойеса; определение порядка по периоду полупревращения; дифференциальный метод Вант-Гоффа; метод изолирования Оствальда и понижения порядка. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Вант-Гоффа, температурный коэффициент. Уравнение Аррениуса и его вывод. Дифференциальная и логарифмическая формы закона Аррениуса. Определение энергии активации реакции графическим способом. Связь энтальпии реакции с энергиями активации прямой и обратной реакций. 8.31 Гетерогенный катализ. Общие сведения о гетерогенном катализе. Состав и структура гетерогенных катализаторов. Катализаторы в промышленных процессах. Физическая адсорбция и хемосорбция. Адсорбционная теория Ленгмюра. Неленгмюровские изотермы адсорбции. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Макрокинетика гетерогенно-каталитических процессов. Отравление и старение катализаторов.	Практика № 10-11. РГЗ (задание 4). Практика № 12-13: теор. вопросы № 2 (вопросы 39–40).	Экзамен (тест, вопрос 6). Экзамен (тест, вопрос 18).

		8.19 Фотохимические реакции. 8.20 Кинетика реакций в растворах. Кинетика гетерогенных процессов. 8.21 Кислотно-основной катализ. 8.22 Кинетика гетерогенных каталитических реакций.	4 семестр (задание 2-6)	

Примечание. Теоретические вопросы № 1 см. Приложение 1; Теоретические вопросы № 2 см. Приложение 3; Контрольная работа – Паспорт контрольной работы;; Самостоятельные работы 3 семестр – Приложение 2; Домашние работы – Приложение 1-4;

2. Методика оценки этапов формирования компетенций по дисциплине

Уровни сформированности компетенций проверяется при проведении мероприятий текущей аттестации (контроля) в процессе изучения дисциплины, указанных в таблице раздела 1.

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК-1.В/НА и соотнесенных с ними индикаторов. (см. таблицу раздела 1).

Сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля на практических занятиях, к которым относится проверка заданий для самостоятельной работы, выполняемых каждым студентом индивидуально в письменном виде. Перечень заданий для самостоятельной работы приведен в Приложении 1-4. Критерии оценки заданий прилагаются ниже.

К мероприятиям текущего контроля также относится подготовка в письменном виде теоретического материала студентами к практике по предлагаемым теоретическим вопросам (домашнее задание), на которой в дискуссионной форме проходит их обсуждение с преподавателем.

Общие правила выставления оценок текущей и промежуточной аттестации по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

Для получения допуска к экзамену студент обязан выполнить все предусмотренные рабочей программой виды учебной деятельности в семестре и набрать минимальное число баллов (не менее 50 %). Необходимое количество баллов для допуска к промежуточной аттестации (экзамену) складываются из полученных за ответы на теоретические вопросы на лабораторных работах; выполнение РГЗ и контрольной работы, работы на практических занятиях. Максимально возможное число баллов за текущую аттестацию составляет – 60.

На основании приведенных далее критериев можно оценить уровни сформированности компетенций ПК-1.В/НА, закрепленных за дисциплиной.

Критерии оценки теоретических вопросов на практике

При подготовке к практическому занятию в 4 семестре предлагается письменно ответить не менее, чем на 8 (10) теоретических вопросов.

Каждый теоретический вопрос оценивается 0,5 баллами. Максимальное количество баллов за обсуждение теоретического материала и выполнение домашней работы составляет 4 балла.

- **Неудовлетворительный** уровень ответов на теоретические вопросы не отвечает большинству требований компетенций ПК-1.В/НА; теоретическое содержание курса не освоено, пробелы носят существенный характер; студент не знает основные определения и закономерности изучаемых процессов; ответы на вопросы соответствуют уровню ниже 12 (10) баллов;
- **пороговый** уровень ответов на теоретические вопросы отвечает большинству требований компетенций ПК-1.В/НА; теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не

носят существенного характера; студент дает основные определения; знает основные закономерности изучаемых процессов; ответы на вопросы соответствуют уровню 12–17 (10–14) баллов;

- **базовый** уровень ответов на теоретические вопросы отвечает всем основным требованиям компетенций ПК-1.В/НА; теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; студент дает все определения; знает все закономерности изучаемых процессов; но их использование для описания наблюдаемых явлений недостаточно обоснованно; ответы на вопросы соответствуют уровню 18–21 (15–17) баллов;
- **продвинутый** уровень ответов на теоретические вопросы отвечает всем требованиям компетенций ПК-1.В/НА; теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; студент дает все определения; знает все закономерности изучаемых процессов и правильно применяет их для описания наблюдаемых явлений; ответы на вопросы соответствуют уровню 22–24 (18–20) баллов.
-

Критерии оценки индивидуальных заданий для самостоятельной работы

Самостоятельная работа состоит из 4 задач. Каждая задача оценивается 1 баллом. Выполнение одного задания максимально оценивается 4 баллами. Программой предусмотрено выполнение 5 самостоятельных работ, максимальная сумма баллов за их выполнение – 20.

- Работы считаются выполненными на уровне **ниже порогового** и не отвечают большинству требований компетенций ПК-1.В/НА; если теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы носят существенный характер; студент не дает основные определения; и не знает основные закономерности изучаемых процессов; при решении задач использован неправильный теоретический материал и не представлены аналитические решения задач, общая оценка за письменные работы составляет менее 10 баллов.
- **пороговый** уровень при выполнении заданий отвечает большинству основных требований формируемой компетенции ПК-1.В/НА; студент знает основные определения по темам дидактических единиц курса; знает основные законы и формулы, на основании которых выводит аналитическое решение некоторых типовых задач, некоторые виды заданий выполнены с ошибками; уровень выполнения работы составляет 11–13 баллов;
- **базовый** уровень при выполнении заданий отвечает всем основным требованиям формируемой компетенции ПК-1.В/НА; студент знает все определения по темам дидактических единиц курса; знает все законы и формулы, на основании которых выводит аналитическое решение всех типовых задач, некоторые полученные зависимости и расчеты содержат ошибки; уровень выполнения работы составляет 14–17 баллов;
- **продвинутый** уровень при выполнении заданий отвечает всем требованиям формируемой компетенции ПК-1.В/НА; студент дает все определения по темам дидактических единиц курса; знает все законы и формулы, на основании которых выводит правильное аналитическое решение всех задач, решение задач выполнено без ошибок; уровень выполнения работы составляет 18–20 баллов.

3. Общая характеристика уровней результатов обучения, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Продвинутый. Теоретическое содержание курса освоено полностью. Студент демонстрирует систематическое и глубокое понимание учебного материала и способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Сформированы необходимые навыки практической работы. Все учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнены качественно, без замечаний. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящим в диапазон продвинутого уровня.

Базовый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Навыки практической работы сформированы на базовом

уровне. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с небольшими погрешностями. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах базового уровня.

Пороговый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Некоторые практические навыки работы с сформированы с пробелами. Учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнялись с ошибками, исправленными под руководством преподавателя. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах порогового уровня.

Ниже порогового. Теоретическое содержание курса освоено фрагментарно. Необходимые навыки практической работы сформированы минимально. Большинство учебных заданий, предусмотренных программой обучения, не выполнены. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящих в диапазон ниже порогового уровня.