Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 21.07.2026 17:10:40
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
« 26» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая химия

Направление подготовки
22.03.02. «Металлургия

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Инновации в металлургии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очно-заочная, заочная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

Профессор кафедры «ХимБиотех», д.т.н,профессор  /С.С. Иванов/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «ХимБиотех», д.с-х.н, доцент  /Н.В. Мясищева /

Заведующий кафедрой металлургии  Шульгин А.В.

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2. Тематический план изучения дисциплины 6
3.3. Содержание дисциплины 8
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 9
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 10
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 10
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 10
4.2. Основная литература 8
4.3. Дополнительная литература 8
4.4. Электронные образовательные ресурсы 10
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 11
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 11
5. Материально-техническое обеспечение 12
6. Методические рекомендации 11
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 11
7. Фонд оценочных средств 12
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 12
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 12
7.3. Оценочные средства 13

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Физическая химия» следует отнести:

– формирование у студентов целостного представления о взаимосвязи и взаимных переходах химических и физических форм движения материи;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению 22.03.02 "Металлургия" в том числе формирование умений по усовершенствованию и разработке процессов получения металлов, сплавов и металлических изделий требуемого качества, а также процессов обработки, при которых изменяются их химический состав и структура для достижения определенных свойств.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Физическая химия» следует отнести:

– изучение терминологии, определений и основополагающих физических и химических законов и закономерностей;

– приобретение навыков исследовательской работы и научной деятельности, используемых для подготовки презентаций, докладов и рефератов.

Планируемые результаты обучения заключаются формировании у обучающегося способности к проведению измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обработки и представления экспериментальных данных.

Обучение по дисциплине «Физическая химия» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Способен выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты	ИПК-1.1 - Знает методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений. Критерии выбора методов и методик исследований ИПК-1.2 Умеет проводить испытания, измерения и обработку результатов. Регистрировать показания приборов. Проводит расчёты и критически анализирует результаты, делает выводы ИПК-1.3 Владеет выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований. Выполняет оценки и обработки результатов исследования
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения

	поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится «Физическая химия» к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина "Физическая химия" взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОПОП бакалавриата

– Методы анализа и контроля веществ;

– Физико-химические методы анализа веществ;

– Защита металлов от коррозии;

– Металлургическая теплотехника;

–Металлургия железа и чугуна

–Металлургия цветных металлов.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(е) единиц(ы) (108 академических часов, из них 74 час –самостоятельная работа студентов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1. Очно-заочная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			5	
1	**Аудиторные занятия**	**34**	34	
	В том числе:			
	Лекции	26	26	
	Семинарские/практические занятия	-	-	
	Лабораторные занятия	8	8	
2	**Самостоятельная работа**	**74**	74	
	В том числе:			
	Подготовка к допуску и защите лабораторных работ	26	26	
	Изучение теоретического материала, предусмотренного программой	22	22	
	Промежуточное тестирование	26	26	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	экзамен	экзамен	
	Итого	**108**	108	

3.1.2. Заочная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			5	
1	**Аудиторные занятия**	**8**	**8**	
	В том числе:			
	Лекции	4	4	
	Семинарские/практические занятия			
	Лабораторные занятия	4	4	
3	**Самостоятельная работа**	**100**	**100**	
	В том числе:			
	Подготовка к допуску и защите лабораторных работ	16	16	
	Изучение теоретического материала, предусмотренного программой	34	34	
	Промежуточное тестирование	50	50	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	экзамен	экзамен	
	Итого	**108**	108	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очно-заочная форма обучения

п/п	Темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1.1	Тема 1. Введение. Первый закон термодинамики. Термодинамические системы и процессы.	6	2				4
1.2	Тема 2.Термохимия. Закон Гесса. Термохимические расчеты	6	2				4
1.3	Тема 3. Основы химической термодинамики. Второй и третий законы термодинамики.	6	2				4
1.4	Тема 4.Термодинамика химического равновесия. Закон действующих масс. Константа химического равновесия.	6	2				4

1.5	Тема 5.Фазовые равновесия в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса.	6	2				4
1.6	Тема 6. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах. Термический анализ.	6	2				4
1.7	Тема 7. Растворы. Классификация растворов. Растворы неэлектролитов.	6	2				4
1.8	Тема 8. Растворы электролитов. Причины и механизм электролитической диссоциации.	6	2				4
1.9	Тема 9.Формальная кинетика. Кинетическая классификация химических реакций. Реакции первого и второго порядка.	6	2				4
1.10	Тема 10.Теоретические основы химической кинетики. Влияние температуры на скорость химических реакций.	6	2				4
1.11	Тема 11 Электродные равновесия. Возникновение скачка электродного потенциала и двойной электрический слой.	6	2				4
1.12	Тема 12 Кинетика электродных процессов. Поляризация электрода.	6	2				4
1.13	Тема 13 Неравновесные электродные процессы. Особенности электродных процессов при электролизе.	6	2				4
1.14	Лабораторная работа №1. Определение константы диссоциации слабого электролита.	8			2		6
1.15	Лабораторная работа №2. Кинетика гомогенных химических реакций.	8			2		6
1.16	Лабораторная работа №3. Растворение твердых тел в жидкости.	8			2		6
1.17	Лабораторная работа №4.Набухание полимерных материалов.	8			2		4
	Итого	**108**	**26**		**8**		**74**

3.2.2. Заочная форма обучения

п/п	**Темы дисциплины**	**Трудоемкость, час**					
		се **го**	**Аудиторная работа**		**т** **ят** **ел** **ьн**		

			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1.1	Тема 3. Основы химической термодинамики. Второй и третий законы термодинамики.	27	2				25
1.2	Тема 4.Термодинамика химического равновесия. Закон действующих масс. Константа химического равновесия.	27	2				25
1.3	Лабораторная работа №1. Определение константы диссоциации слабого электролита.	27			2		25
1.4	Лабораторная работа №2. Кинетика гомогенных химических реакций.	27			2		25
	Итого	**108**	**4**		**4**		**100**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение

Предмет, цели и задачи дисциплины. Первый закон термодинамики. Изохорный, изобарный и изотермический процессы. Расчет работы расширения этих процессов. Термодинамические системы и процессы. Значение физической химии для эффективности протекания металлургических процессов обеспечения и экологической безопасности окружающей среды.

Тема 2. Термохимия

Термохимические реакции. Закон Гесса. Тепловой эффект химических реакций, его связь с энтальпией реакции. Стандартная энтальпия образования веществ. Связь энтальпии реакции с внутренней энергией. Влияние температуры на тепловой эффект химической реакции. Уравнение Кирхгофа.

Тема 3. Основы химической термодинамики.

Второй закон термодинамики. Энтропия, вероятностный характер энтропии. Энтропия в обратимых и необратимых процессах. Стандартные значения энтропии. Тепловая теорема Нернста, её применение для расчёта изменения энтропии химических реакций. Термодинамические потенциалы. Свободные энергии в изотермическом и изохорном процессах. Стандартное значение свободной энергии Гиббса. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Химический потенциал идеального и реального газа.

Тема 4.Термодинамика химического равновесия

Закон действующих масс, константа химического равновесия. Связь константы равновесия с изменением свободной энергии Гиббса. Уравнения изотермы и изобары химических реакций и их применение для расчётов химического равновесия. Зависимость изобарного и химического потенциалов идеального газа от давления. Равновесие в реальных газовых системах. Летучесть и активность.

Тема 5.Фазовые равновесия в гетерогенных системах. Фазовые равновесия в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса. Давление пара твердых и жидких тел.

Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния чистого вещества.

Тема 6. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах

Термический анализ. Построение диаграмм состав-температура кристаллизации (плавления). Основные типы диаграмм. Правило рычага. Равновесие «жидкий раствор-пар». Зависимость давления насыщенного пара от состава жидкого раствора. Закон Рауля. Растворы с положительными и отрицательными отклонениями от закона Рауля. Состав пара над раствором. Законы Коновалова. Диаграммы «состав - давление пара» и «состав-температура кипения». Перегонка и ректификация.

Тема 7. Растворы.

Классификация растворов. Разбавленные растворы неэлектролитов. Давление насыщенного пара растворителя над раствором. Температуры замерзания и кипения разбавленных растворов. Криоскопия и эбуллиоскопия. Осмос и осмотическое давление.

Тема 8. Растворы электролитов

Причины и механизм электролитической диссоциации. Связь степени диссоциации с изотоническим коэффициентом Вант-Гоффа. Электропроводимость растворов. Удельная и эквивалентная электропроводимости растворов электролитов. Зависимость электропроводимости от природы электролита, концентрации и температуры раствора. Кондуктометрия и ее применение. Растворы сильных электролитов. Активность и ионная сила раствора. Средняя активность раствора и ее связь с активностью отдельных ионов.

Тема 9.Формальная кинетика.

Основные положения и понятия. Кинетическая классификация химических реакций. Молекулярность и порядок реакции. Кинетические уравнения реакций первого и второго порядков. Расчётные и графические методы определения порядка реакции.

Тема 10.Теоретические основы химической кинетики.

Влияние температуры на скорость химических реакций. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Методы определения энергии активации. Энтропия активации. Классификация каталитических процессов. Гомогенный и гетерогенный катализ. Особенности действия катализаторов в гетерогенном катализе.

Тема 11 Электродные равновесия

Возникновение скачка электродного потенциала и двойного электрического слоя на границе «металл-раствор электролита». Термодинамическое выражение для скачка электродного потенциала. Уравнение Нернста. Классификация электродов. Электрохимические цепи. Связь электродвижущей силы с термодинамическими характеристиками. Потенциометрия и её применение.

Тема 12 Кинетика электродных процессов. Поляризация электрода. Плотность тока как характеристика электродного процесса. Кинетика и механизм выделения водорода из водных растворов электролитов. Теория замедленного разряда. Ток обмена и перенапряжения. Диффузионная кинетика при электрохимическом превращении веществ. Зависимость ток от потенциала. Уравнение Ильковича. Полярографический метод анализа и его применение.

Тема 13 Неравновесные электродные процессы. Особенности электродных реакций при электролизе. Закон Фарадея и его применение. Напряжение разложения при электролизе водных растворов. Применение электролиза для получения металлов и в других отраслях промышленности.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.2.Лабораторные занятия

Лабораторная работа №1. Определение константы диссоциации слабого электролита.

Лабораторная работа №2. Кинетика гомогенных химических реакций.

Лабораторная работа №3. Растворение твердых тел в жидкости.
Лабораторная работа №4.Набухание полимерных материалов.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ФГОС ВПО по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия», утвержденный, Минобрнауки России 25.05.2020
2. Приказ Минобрнауки России от 05.04.2017 №310 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по программам высшего профессионального образования- программам бакалавриата, программам специалитета ,программам магистратуры»
3. Приказ Минобрнауки от 25.08.2017 №816 «Об утверждении порядка применения организациями ,осуществляющими образовательную деятельность электронного обучения,дистационных образовательных технологий при реализации при реализации образовательных программ»
4. Нормативно-методические документы Минобрнауки России
5. Локальные нормативные акты Университета

4.2 Основная литература

1. Горшков, В.И. Основы физической химии / В.И. Горшков, И.А. Кузнецов. – М.: БИНОМ, 2006. – 407с
2. Методическое пособие по физической химии: Агрегатные состояния вещества. Основы химической термодинамики / Т.Д Казаринова, Л.А. Исайчева. – Саратов, 2009. - 40 с

4.3 Дополнительная литература

1. Физическая и коллоидная химия (в общественном питании): учебное пособие / С.В. Горбунцова, Э.А. Муллоярова, Е.С. Оробейко, Е.В. Федоренко. – М.: Альфа-М; ИНФРА-М, 2006. – 270 с.
2. Кругляков, П.М. Физическая и коллоидная химия / П.М. Кругляков, Т.Н. Хаскова. – М.:Высш. шк., 2005. – 319 с
3. Краткий справочник физико-химических величин. Под ред.К.П.Мищенко и А.А.Равделя. Химия, Л.,1976 ,с.182

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:. Разработанные ЭОР включают тренировочные и итоговые тесты.

1. Физическая химия https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=6930

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы. Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к

электронным библиотекам университета (elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам)

2. ANChem.ru –Профессиональный интернет ресурс , посвященный аналитической химии и химическому анализу и метрологии http://www.anchem.ru
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks http://www.iprbookshop.ru
4. Каталог ссылок на файлы с электронными книгами http://www.y10k.ru/books
5. Российский химико-аналитический портал http://www.anchem.ru/literature
6. Портал Химического факультета МГУ http://www.chem.msu.su/rus
7. Электронные химические библиотеки http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

	Наименование	**Разработчик ПО (правообладатель)**	**Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)**	**Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)**
	Astra Linux Common Edition	ООО "РУСБИТЕХ-АСТРА"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/305783/?sphrase_id=954036
	МойОфис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:

	Наименование	**Ссылка на ресурс**	**Доступность**
Информационно-справочные системы			
	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	
Электронно-библиотечные системы			
	Лань	https://e.lanbook.com	Доступна в сети Интернет без ограничений
	IPR Books	https://www.iprbooksh	Доступна в сети

		op.ru	Интернет без ограничений
	Профессиональный интернет ресурс , посвященный аналитической химии и химическому анализу и метрологии	http://www.anchem.ru	Доступна в сети Интернет
Профессиональные базы данных			
	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Физическая химия	Лекционная аудитория ПК 433,ПК 529. 129626, г. Москва, ул. Павла Корчагина, д.22, стр. 2	Столы учебные со скамьями, аудиторная доска, переносной мультимедийный комплекс (проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя
	Лаборатории кафедры «ХимБиотех» ПК 510, 526,529 129626, г. Москва, ул. Павла Корчагина, д.22, стр. 1	Лаборатория оснащена: вытяжными шкафами; термометрами ; термостатами; электронными аналитическими весами; весами лабораторными электронными; pH-метрами; аквадистилляторами; фотоколориметрами; кондуктометрами, кулонометром. При проведении лабораторных работ студенты используют специальную химическую посуду: мерные цилиндры, колбы конические и мерные; пипетки, бюретки, пробирки. Лабораторный практикум включает работы по кондуктометрическому и потенциометрическому титрованию.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Методика преподавания дисциплины «Физическая химия» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных и внеаудиторных занятий:

- чтение лекций с использованием интерактивных средств наглядности (презентации, видеофильмы с демонстрацией химического эксперимента);
- выполнение студентами индивидуальных самостоятельных работ и работ лабораторного практикума.

Предусмотрена возможность использования электронного обучения, дистанционных образовательных технологий. Все материалы размещаются в СДО Московского Политеха (https://online.mospolytech.ru).

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

1) контрольные вопросы,
2) индивидуальные задания,
3) подготовка и защита лабораторных работ,
4) тестовые задания в системе LMS.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по дисциплине «Физическая химия», при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра.

К экзамену допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Физическая химия» (промежуточные тестирования, выполнение и защита лабораторных работ, выполнение индивидуальных заданий).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение и защита студентом лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой и прохождение всех промежуточных тестов не ниже, чем на 60% правильных ответов. Промежуточные тестирования могут проводится как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

Шкала оценивания	**Описание**

Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, но допускаются незначительные ошибки, неточности при аналитических операциях, затрудняется при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, допускаются значительные ошибки, неточности при аналитических операциях, испытывает значительные затрудняется при применении навыков в новых ситуациях
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. **Текущий контроль**

Перечень оценочных средств по дисциплине «Физическая химия»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Разноуровневые задачи и задания (РЗЗ) для самостоятельное работы	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного	Комплект разноуровневых задач и заданий

		раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющиеоценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.	
2	Устный опрос, собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний, обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам дисциплины для допуска и защиты лабораторных работ
3	Тест (Т)	Перечень тестовых заданий для промежуточного и итогового контроля, позволяющий автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений	Фонд тестовых заданий

7.3.2. **Промежуточная аттестация**

Примеры разноуровневых задач и заданий по теме «Расчет тепловых эффектов и влияние температуры на величину тепловых эффектов химических реакций»

Задачи для самостоятельного решения с использованием стандартных значений изменения энтальпии

Согласно варианту, выданному преподавателем, вычислите тепловой эффект химической реакции по стандартным теплотам образования при 298^0К:а) при p = const; б) при V = const. Стандарные теплоты образования участников реакции возьмите из справочника [4]

Вариант Уравнение реакции

1. $4NH_3$ (г) + $5O_2$ (г) = 4NO (г) + $6H_2O$ (г)
2. 4HCl (г) + O_2 (г) = $2H_2O$ (г) + $2Cl_2$ (г)
3. $CaCO_3$ (т) = CaO (т) + CO_2 (г)
4. Fe_3O_4 (т) + H_2 (г) = 3FeO (т) H_2O (г)
5. $Ca(OH)_2$ (т) + CO_2 (г) = $CaCO_3$ (т) + H_2O (г)
6. 2CO (г) + SO_2 (г) = S(ромб) + $2CO_2$ (г)
7. $2NO_2$ (г) + O_3 (г) = O_2 (г) + N_2O_5 (г)
8. CH_4 (г) + $2O_2$ (г) = CO_2 (г) + $2H_2O$ (ж)
9. $2AgNO_3$ (т) = 2Ag (т) + $2NO_2$ (г) + O_2 (г)
10. H_2 (г) + CO_2 (г) = H_2O(г) + CO (г)

Задачи по закону Кирхгоффа

Согласно своему варианту вычислите тепловой эффект химической реакции при указанной температуре. Стандартные теплоты образования участников реакции и коэффициенты уравнения из справочных данных [4]

Вариант Уравнение реакции Т, К

1. $CaCO_3$ (т) = CaO (т) + CO_2 (г) Т= 550 К

2. Fe_3O_4 (т) + H_2 (г) = 3 FeO (т) + H_2O (г) T=480 K
3. $Ca(OH)_2$ (т) + CO_2 (г) = $CaCO_3$ (т) + H_2O (г) T=830 K
4. 2CO (г) + SO_2 (г) = S(ромб) + 2CO_2 (г) T=740 K
5. 2NO_2 (г) + O_3 (г) = O_2 (г) + N_2O_5 (г) T=530 K
6. 4NH_3 (г) + 5O_2 (г) = 4NO (г) + 6H_2O (г) T= 700 K
7. 4HCl (г) + O_2 (г) = 2H_2O (г) + 2Cl_2 (г) T= 600 K
8. $CaCO_3$ (т) = CaO (т) + CO_2 (г) T=550 K
9. Fe_3O_4 (т) + H_2 (г) = 3 FeO (т) + H_2O (г) T=480 K
10. $Ca(OH)_2$ (т) + CO_2 (г) = $CaCO_3$ (т) + H_2O (г) T=830 K

Пример тестовых заданий по теме «Химическое равновесие »

1. **Система, способная обмениваться с окружающей средой энергией и веществом называется**

a.закрытой
b.изолированной
c.открытой

2. **В изолированной системе переход самопроизвольного процесса от начального к конечному состоянию сопровождается:**

a.стремлением энтропии к минимуму
b.уменьшением энтропии
c.возрастанием энтропии

3. **Термодинамическая функция состояния является функцией которая**

a.определяется только начальным и конечным состоянием
b.определяется только начальным состоянием
c.зависит от пути процесса

4. **Вставьте пропущенное слово**: «Энергия не возникает из ничего и не исчезает, она может только переходить из одной формы в другую в_____ количествах»:

5. **Закончите определение: «**Степень нагретости тела, определяемая распределением молекул по энергетическим уровням, называется_____

6. **Закончите определение**: «Изобарным называется процесс, протекающий при постоянном_____

7. **Закончите формулировку**: «В изолированной системе сумма всех видов энергии_____

8. **Закончите определение**: «Отношение количества поглощённой телом теплоты к изменению температуры, вызванному этим поглощением, называется

9. **Вставьте пропущенное слово:** «Количество теплоты, затрачиваемой на нагревание одного моля вещества на один градус, называется _____теплоёмкостью»

10. **Вставьте пропущенное слово:** «Термодинамическое равновесие – это состояние системы, которое характеризуется _____значением всех параметров в любой части системы»:

Примерные варианты билетов для экзамена

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра «ХимБиотех»
Дисциплина Физическая химия

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 .

1. Первый закон термодинамики. Математическое выражение первого закона термодинамики и его значение.
2. Давление пара твердых и жидких тел. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.
3.Задача

Утверждено на заседании кафедры « » 202_ г., протокол № .

Зав. кафедрой /_____/ /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра «ХимБиотех»
Дисциплина Физическая химия

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2 .

1. Термохимия, термохимические уравнения. Стандартная энтальпия образования и растворения веществ.
2. Правило фаз Гиббса.
3. Задача

Утверждено на заседании кафедры « » 202_ г., протокол № .

Зав. кафедрой /_____/ /

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Предмет и основные понятия термодинамики. Теплота и работа. Закрытые и изолированные процессы. Параметры состояния.
2. Круговой процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые процессы.
3. Экстенсивные и интенсивные свойства чистых веществ. Влияние относительного количество компонентов (относительного состава) на интенсивные свойства растворов. Парциальные мольные величины.
4. Первый закон термодинамики. Математическое выражение первого закона термодинамики и его значение.
5. Изохорный и изобарный процессы. Связь между внутренней энергией и свободной энтальпией.
6. Теплоёмкость. Зависимость теплоёмкости от температуры для нтервала температур от 273 до 1500 К.
7. Зависимость внутренней энергии и энтальпии от температуры.
8. Термохимия, термохимические уравнения. Стандартная энтальпия образования и растворения веществ.
9. Закон Гесса. Расчет теплоты образования, растворения и энергии химической связи.
10. Зависимость энтальпии реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа.
11. Второй закон термодинамики. Его формулировка и применение к изолированной системе.
12. Третий закон термодинамики, энтропия и вероятность.
13. Термодинамические потенциалы. Свободная энергия Гиббса и свободная энергия Гельмгольца.
14. Изменение термодинамических потенциалов в изотермических условиях. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
15. Максимальная работа и возможность протекания химической реакции. Стандартные потенциалы образования веществ.
16. Термодинамика химического равновесия. Закон действующих масс и константа химического равновесия.
17. Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах.
18. Соотношение между изменением свободной энергии Гиббса и константой равновесия. Уравнение изотермы реакции.
19. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары реакции.
20. Термодинамическое равновесие в реальных газовых системах. Летучесть и активность.
21. Влияние различных факторов на скорость химических реакций. Правило Вант-Гоффа.
22. Термический анализ. Построение диаграмм состав-температура кристаллизации. Основные типы диаграмм.
23. Равновесие «жидкий раствор-пар». Диаграмма состояния чистого вещества.
24. Правило фаз Гиббса.
25. Давление пара твердых и жидких тел. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.
26. Давление насыщенного пара растворителя над раствором. Первый закон Рауля.
27. Температуры замерзания и кипения разбавленных растворов. Криоскопическая и эбуллиоскопическая постоянные.
28. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.
29. Растворы электролитов. Константа и степень диссоциации и связь между ними.
30. Растворы сильных электролитов. Активность и ионная сила раствора.
31. Электропроводимость растворов электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводимости растворов электролитов, их зависимость от концентрации.

32. Подвижность ионов и эквивалентная электропроводимость при бесконечном разбавлении. Кондуктометрический метод анализа.
33. Формальная кинетика. Основные положения и понятия. Определяющая стадия , скорость молекулярность химической реакции.
34. Вывод кинетического уравнения первого порядка.
35. Вывод кинетического уравнения второго порядка.
36. Частичный и общий порядок реакции. Способы определения порядка реакции.
37. Влияние температуры на скорость химической реакции. Энергия активации, ее смысл и графическое определение.
38. Катализ. Особенности и классификация каталитических процессов. Гомогенный и гетерогенный катализ. Катализаторы и промоторы. Старение катализаторов, каталитические яды.
39. Возникновение скачка потенциала на границе раздела фаз. Двойной электрический слой и его строение. Уравнение Нернста.
40. Электрохимические элементы. Гальванический элемент. электродвижущая сила гальванического элемента. Концентрационный гальванический элемент
41. Измерение электродных потенциалов. Стандартный водородный электрод. Хлорид-серебряный и стеклянный электроды сравнения и их применение.
42. Потенциометрическое титрование. Измерение pH растворов. Активность ионов.
43. Термодинамика обратимого гальванического элемента. Расчет константы равновесия электрохимической реакции гальванического элемента.

Задачи к экзамену по дисциплине «Физическая химия»

1. Рассчитать массу меди, выделившейся при электролизе раствора хлорида меди (II) при пропускании тока силой 10 А в течение 30 мин. Выход по току меди равен 85%.Написать уравнения реакций на катоде и аноде.
2. Рассчитать объем водорода, выделившегося при электролизе раствора серной кислоты при пропускании тока силой 5 А в течение 1,5 час Условия электролиза: температура 273 К и давление p=101325 Па; выход по току составляет 90%. Написать уравнения реакций на катоде и аноде.
3. Вычислить степень диссоциации воды при температуре 25^0C, если удельная электропроводимость чистой воды $5,5 \cdot 10^{-6}$ $Ом^{-1} \cdot см^{-1}$ и подвижности ионов H^+ и OH^- при бесконечном разбавлении соответственно равны $\lambda_{H+}=349,8$ и $\lambda_{\bar{H}}=198,0$ (размерности равны $см^2 \cdot моль^{-1}$ $Ом^{-1}$)
4. Степень диссоциации гидроксида аммония $NH_4OH=0,01$ рассчитать его константу диссоциации, если подвижности ионов NH_4^+ и OH- соответственно равны $\lambda_{NH4+}=73,4$ и $\lambda_{o_H^-}=198,0$ (размерности равны см 2 · $моль^{-1}$ $Ом^{-1}$).
5. Сколько времени необходимо затратить для выделения электролизом 0,75 г серебра из раствора $AgNO_3$ при силе тока 1,3 А.
6. При какой температуре замерзнет раствор хлорида магния $MgCl_2$ содержащий 2,6 г хлорида магния в 100 г воды. Криоскопическая постоянная воды $K=1,86^0$
7. Степень диссоциации α 0,001 М раствора хлорида калия KCl при 25^0C составляет 0,99. Рассчитать константу диссоциации хлорида калия.
8. Во сколько раз изменится скорость реакции получения хлорида водорода HCl

   $H_2 + Cl_2 = 2HCl$

   если молярные концентрации водорода увеличить в 2 раза и хлора в 3 раза.
9. Можно ли полностью выделить медь из раствора сульфата меди $CuSO_4$

   $Cu^{2+} + Fe \leftrightarrows Cu + Fe^{2+}$

   Стандартные значения электродных потенциалов равны

   $E^0_{Cu2+/Cu}=+0,34$ В и $E^0_{Fe2+/Fe}=-0,44$ В

10. Вычислить максимальную работу реакции в гальваническом элементе
    $Cu^{2+}+Ni \leftrightarrows Cu+ Ni^{2+}$
    $Cu| CuSO_4|| Ni SO_4| Ni$
    если молярные концентрации эквивалента $C (CuSO_4) = C_{экв} (Ni SO_4)$=1 моль экв/л
11. В реакции второго порядка
    $A+B \rightarrow П$ (продукты)
    концентрация веществ составит С (А) = 0,3 моль/л и С(В)= 0,2 моль/л. Как измениться скорость реакции, если концентрацию вещества увеличить до 0,2 моль/л, а концентрацию вещества С(В) увеличить до 0,6 моль/л.
12. Вычислить температуру кипения Тк и замерзания Тз раствора, содержащего 138 г глицерина в 816 г воды. Молярная масса глицерина $C_3H_80_3$ равна 92, эбулиоскопическая и криоскопическая постоянные воды соответственно равны 1,86 ^{0} и 0,32^0.
13. Период полураспада полония Ро составляет 140 дней. Вычислить константу скорости реакции распада полония, которая относится к реакциям первого порядка.
14. Период полураспада стронция Sr^{90} равен 27,7 года. Сколько потребуется времени, чтобы распалось 70% взятой массы стронция? Реакция радиоактивного распада относится к реакциям первого порядка.
15. Константа скорости химической реакции 1-го порядка при 293 и 393 К соответственно равны $3\cdot10^{-2}$ и $4\cdot10^{-1}$ с $^{-1}$. Вычислить энергию активации этой реакции и период полураспада
16. Рассчитать тепловой эффект реакции
    $CO_г+H_20_г \leftrightarrows CO_{2г} +H_{2г}$
    если стандартная энтальпии образования ΔH^0_{298} кДж/моль веществ равны С0=-110,5; H_20=-241,8; CO_2= -335,5.
    В каком направлении сместится равновесие реакции при повышении давления и уменьшении температуры?
17. Рассчитать объём, занимаемый 96 г кислорода при 17 ^{o}С и давлении 1.5 атм, универсальная газовая постоянная равна 0,082 л· атм/моль·К
18. Вычислить массу 1 м^3 воздуха при 20 ^{o}С и давлении 0.9 атм, считая среднюю молекулярную массу воздуха равной 29 г/моль
19. Осмотическое давление раствора глюкозы (М=312 г/моль) при 20 ^{o}С равно 2.46 атм. Рассчитать массу и массовую долю глюкозы в растворе.
20. Рассчитать тепловой эффект реакции $Zn+2AgCl \leftrightarrows ZnCl_2 +2Ag$, если ЭДС такого гальванического элемента при 0 ^{o}С равна 1,015 В и температурный коэффициент ЭДС $(\partial E/\partial T)p = - 4.02\cdot10^{-4}$
21. Найти активности ионов K^+ и Cl^- в растворе KCl с молярной концентрацией 0,01моль/л
22. Вычислить максимальную полезную работу реакции при температуре 1227 ^{o}С
    $2H_2 +O_2 \leftrightarrows 2H_2O$ +484 кДж ,
    если константы равновесия Кр при температурах 1227 ^{o}С и1278 ^{o}С равны $6.16\cdot10^{10}$ и $2.63\cdot10^{11}$ соответственно.
23. Для реакции
    $CO_г+H_20_г \leftrightarrows CO_{2г} +H_{2г}$
    константа равновесия 1000К равна 1,36, а при температуре 1200 К равна 0,68. Определить тепловой эффект реакции в данном температурном интервале и константу равновесия при 1100 К.
24. Вычислить энергию активации и константу скорости химической при t=30 ^{o}С, если константы скорости этой реакции при температурах 20 ^{o}С, и 40 ^{o}С соответственно равны $9,91\cdot10^{-1}$ мин $^{-1}$ и $43,9\cdot10^{-4}$ мин $^{-1}$.