

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(государственный университет)»



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе
и экономическому развитию

Д.А. Зубцов

Рабочая программа дисциплины (модуля)

по дисциплине: Основы химической физики
по направлению: Прикладные математика и физика (бакалавриат)
профиль подготовки: Химическая физика и свойства наноструктур
Факультет молекулярной и химической физики
Департамент молекулярной и биологической физики
курс: 2
квалификация: бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

4(Весенний) - Дифференцированный зачет

5(Осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 120 всего, в том числе:

лекции: 60 час.

практические и семинарские занятия: 60 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 138 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 288, всего зач. ед.: 8

Количество курсовых работ, заданий: 4

Программу составили:

А.В. Трофимов, д-р хим. наук, доцент

Ю.Н. Козлов, канд. хим. наук, доцент, доцент

А.Д. Калашников, канд. физ.-мат. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры

4 февраля 2016 г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

И.А. Попов

Начальник учебного управления

И.Р. Гарайшина

Декан факультета



В.М. Некипелов

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Ознакомлении обучающихся с основами химической физики (химической термодинамики и химической кинетики) в сфере наукоемких технологий и их практическая подготовка к дальнейшей самостоятельной работе в области энергетики, физики живых систем, материаловедении, технологии наноматериалов.

Задачи дисциплины

- ознакомление обучающихся с предметом, принципами, методами и моделями химической физики;
- приобретение обучающимися теоретических знаний, практических умений и навыков в области исследований молекулярных систем;
- оказание консультаций и помощи обучающимся в проведении их собственных теоретических и экспериментальных исследований.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы химической физики» включает разделы, которые могут быть отнесены к вариативной части цикла Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Основы химической физики» базируется на дисциплинах:

- Общая и неорганическая химия;
- Введение в математический анализ;
- Химия;
- Общая физика: лабораторный практикум;
- Общая физика: термодинамика и молекулярная физика;
- Общая физика: оптика;
- Кратные интегралы и теория поля;
- Общая физика: механика;
- Общая физика: электричество и магнетизм;
- Многомерный анализ, интегралы и ряды;
- Гармонический анализ;
- Общая физика: квантовая физика.

Дисциплина «Основы химической физики» предшествует изучению дисциплин:

- Физические методы исследований;
- Физические методы исследований: лабораторный практикум;
- Методы исследования макромолекул.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

- способность планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования (ПК-1);
- способность анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения) (ПК-2);

- способность выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области (ПК-3);
- способность критически оценивать применимость применяемых методик и методов (ПК-4);
- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-1);
- способность применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности (ОПК-2);
- способность понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации (ОПК-3);
- способность применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов (ОПК-4).

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы и теории химической термодинамики и кинетики;
- численные значения мировых констант и основных величин, употребляемых в химической физике;
- основные термодинамические потенциалы и их физический смысл;
- условия термодинамического равновесия, в т.ч. фазового, химического;
- законы действующих масс и действующих поверхностей.

уметь:

- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- делать выводы из сопоставлений результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в рассматриваемых задачах и проблемах;
- видеть физическую суть технических задач;
- планировать проведение сложного эксперимента;
- получить наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень достоверности полученных результатов;
- выявить источники погрешностей выполненных измерений;
- пользоваться справочной литературой для поиска необходимых физико-химических данных и понятий.

владеть:

- навыками самостоятельной работы в лаборатории на сложном экспериментальном оборудовании;
- навыками освоения больших объемов информации;
- культурой постановки и анализа физических задач;
- методами составления и решения кинетических уравнения химических систем;
- навыками грамотной обработки результатов эксперимента и сопоставления их с теоретическими значениями и табличными данными.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

		Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу
--	--	--

№	Тема (раздел) дисциплины	Лекции	Практические и семинарские занятия	Лаборат. работы	Задания, курсовые работы	Самост. работа
1	Энергетика химических реакций.	6	8			15
2	Термодинамическое равновесие и термодинамические потенциалы.	6	8			15
3	Фазовые равновесия в однокомпонентных системах.	4	4			15
4	Физические равновесия в растворах.	4	2			19
5	Химическое равновесие.	10	8			20
6	Эмпирическая и формальная кинетика.	10	10			18
7	Элементарная теория одностадийных реакций.	8	8			18
8	Кинетика сложных химических реакций.	12	12			18
Итого часов		60	60			138
Подготовка к экзамену		30 час.				
Общая трудоёмкость		288 час., 8 зач.ед.				

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 4 (Весенний)

1. Энергетика химических реакций.

1. ЭНЕРГЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

1.1. Введение

1.2. Термодинамическая система, термодинамические параметры, термодинамические процессы.

1.3. Взаимодействие термодинамической системы с окружением. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия.

1.4. Закон Гесса и тепловой эффект химических реакций.

1.5. Энергии связи в молекуле: истинная и средняя.

1.6. Теплоемкость. Зависимость теплового эффекта химических реакций от температуры.

2. Термодинамическое равновесие и термодинамические потенциалы.

2. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ

2.1. Второе начало термодинамики. Энтропия.

2.2. Понятие свободной энергии термодинамической системы. Условия термодинамического равновесия.

2.3. Свободные энергии Гиббса и Гельмгольца. Термодинамические потенциалы.

2.4. Химический потенциал.

2.5. Зависимость свободных энергий Гиббса и Гельмгольца от температуры.

2.6. Зависимость свободной энергии Гиббса от давления.

2.7. Выражение химического потенциала идеального газа.

3. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах.

3. ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ В ОДНОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМАХ

3.1. Условия равновесия фаз в однокомпонентной системе

3.2. Фазовые переходы I рода в однокомпонентной системе. Уравнение Клайперона–Клаузиуса.

3.3. Фазовый переход жидкость–газ. Фазовый переход твердое тело–газ. Фазовый переход твердое тело–жидкость.

3.4. Понятие фазовых диаграмм.

4. Физические равновесия в растворах.

4. ФИЗИЧЕСКИЕ РАВНОВЕСИЯ В РАСТВОРАХ

4.1. Правило фаз Гиббса.

4.2. Парциальные мольные величины компонентов смеси. Уравнения Гиббса–Дюгема.

4.3. Идеальные растворы. Закон Рауля. Растворимость газов.

4.4. Разбавленные неидеальные растворы. Закон Генри. Растворимость твердых веществ.

4.5. Криоскопия. Эбулиоскопия.

4.6. Реальные растворы. Активность и коэффициент активности.

5. Химическое равновесие.

5. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

5.1. Условие химического равновесия в гомогенной системе.

5.2. Равновесие в гетерогенных системах с участием газов и малорастворимых твердых веществ.

5.3. Уравнение изотермы химической реакции.

5.4. Влияние температуры на константу равновесия.

5.5. Равновесие в растворах электролитов. Закон Дебая–Хюккеля.

5.6. Расчет равновесия сложных химических систем.

Семестр: 5 (Осенний)

6. Эмпирическая и формальная кинетика.

6. ЭМПИРИЧЕСКАЯ ИЛИ ФОРМАЛЬНАЯ КИНЕТИКА

6.1. Основные определения и понятия химической кинетики.

6.2. Кинетика односторонних реакций.

6.3. Односторонние реакции в открытых системах. Струевые методы изучения быстрых реакций.

6.4. Обратимые реакции. Релаксационные методы изучения быстрых реакций.

6.5. Параллельные реакции. Метод конкурентных реакций. Сопряженные реакции.

6.6. Последовательные реакции. Лимитирующая стадия сложного процесса.

6.7. Приближения квазиравновесных и квазистатических концентраций.

7. Элементарная теория одностадийных реакций.

7. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ТЕОРИЯ ОДНОСТАДИЙНЫХ РЕАКЦИЙ

7.1. Признаки одностадийных реакций и принципы их осуществления.

7.2. Теория активных соударений (ТАС)

7.3. Теория переходного состояния (ТПС).

7.3.1. Основные положения ТПС. Стерический фактор.

- 7.3.2. Температурная зависимость предэкспоненциального множителя.
- 7.4. Влияние среды на константу скорости простой реакции.
- 7.4.1. Простая реакция в растворе. Клеточный эффект. Влияние вязкости среды на скорость реакции.
- 7.4.2. Зависимость бимолекулярной константы скорости взаимодействия ионов от ионной силы раствора.
- 7.4.3. Влияние диэлектрической проницаемости растворителя на константу скорости взаимодействия ионов.

8. Кинетика сложных химических реакций.

8. КИНЕТИКА СЛОЖНЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

- 8.1. Типы сложных реакций. Прямая и обратная задачи кинетики.
- 8.2. Каталитические реакции.
- 8.2.1. Гомогенный катализ. Кинетика гомогенно-каталитических реакций.
- 8.2.2. Адсорбция. Гетерогенный катализ. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций.
- 8.3. Цепные реакции.
- 8.3.1. Общие положения учения о цепных реакциях.
- 8.3.2. Окисление органических веществ.
- 8.3.3. Радикальная полимеризация ненасыщенных органических соединений.
- 8.3.4. Нерадикальные цепные процессы.
- 8.3.5. Ингибиторы цепных реакций.
- 8.3.6. Катализ цепных реакций.
- 8.4. Нестационарные химические процессы.
- 8.4.1. Тепловой взрыв.
- 8.4.2. Разветвленно-цепные реакции.
- 8.4.3. Реакции с энергетическим и вырожденным разветвлением цепей.
- 8.4.4. Автокаталитические реакции.
- 8.4.5. Автоколебательные реакции.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и экраном.

6. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература

1. Пригожин И., Дефэй Р. Химическая термодинамика. 2-е изд. Пер. с англ. — М.: Бином, 2010. — 533 с.
2. Щеголев И.Ф. Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики, 2-е изд., испр. — Долгопрудный: Интеллект, 2008. — 208 с.
3. Буданов В. В., Ломова Т. Н., Рыбкин В. В. Химическая кинетика. Учебн. пос. — СПб.: Лань, 2014. — 288 с.
4. Уманский С.Я. Теория элементарных химических реакций. — Долгопрудный: Интеллект, 2009. — 408 с.

Дополнительная литература

1. Чоркендорф И., Наймантмведрайт Х. Современный катализ и химическая кинетика, изд., пер. с англ. — Долгопрудный: Интеллект, 2013. — 504 с.
2. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия, М.: Высшая школа, 2009 - 528 с.
3. Тиноко И., Зауэр К., Вэнг Дж., Паглиси Дж. Физическая химия. Принципы и применение в биологических науках. Пер. с англ. — М.: Техносфера, 2005. - 744 с.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Простов В.Н., Калашников А.Д. Семинары по основам химической физики. Учебное пособие. — М.: МФТИ. — 2007, 188 с.
2. Захаров И.В., Никитаев А.Т., Простов В.Н., Пурмаль А.П. Химическая термодинамика (задачи, примеры, задания). Учебное пособие. 3-е изд., испр. и доп. — М.: МФТИ. — 2007, 128 с.
3. Пурмаль А.П., Простов В.Н., Козлов Ю.Н. Химическая кинетика (задачи, примеры, задания). Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. — М.: МФТИ. — 2009, 194 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://mipt.ru/dmcp/student/files/chmoph/lections/>
2. <http://mipt.ru/dmcp/student/files/chmoph/seminars/>
3. <http://mipt.ru/dmcp/student/files/chmoph/practicum/>
4. <http://ocw.mit.edu/courses/chemistry/5-60-thermodynamics-kinetics-spring-2008/video-lectures/>
5. <http://puccini.che.pitt.edu/~karlj/Classes/CHE2101/>
6. <http://www.uni-kiel.de/phc/temps/vorlesung/PC-3.pdf>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по итогам обучения

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

по направлению: Прикладные математика и физика (бакалавриат)
профиль подготовки: Химическая физика и свойства наноструктур
Факультет молекулярной и химической физики
Департамент молекулярной и биологической физики
курс: 2
квалификация: бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

4(Весенний) - Дифференцированный зачет

5(Осенний) - Экзамен

Разработчики:

А.В. Трофимов, д-р хим. наук, доцент

Ю.Н. Козлов, канд. хим. наук, доцент, доцент

А.Д. Калашников, канд. физ.-мат. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Освоение дисциплины направлено на формирование у обучающегося следующих общекультурных (ОК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

- способность планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования (ПК-1);
- способность анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения) (ПК-2);
- способность выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области (ПК-3);
- способность критически оценивать применимость применяемых методик и методов (ПК-4);
- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-1);
- способность применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности (ОПК-2);
- способность понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации (ОПК-3);
- способность применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов (ОПК-4).

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Основы химической физики» обучающийся должен:

знать:

- фундаментальные понятия, законы и теории химической термодинамики и кинетики;
- численные значения мировых констант и основных величин, употребляемых в химической физике;
- основные термодинамические потенциалы и их физический смысл;
- условия термодинамического равновесия, в т.ч. фазового, химического;
- законы действующих масс и действующих поверхностей.

уметь:

- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- делать выводы из сопоставлений результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в рассматриваемых задачах и проблемах;
- видеть физическую суть технических задач;
- планировать проведение сложного эксперимента;
- получить наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень достоверности полученных результатов;
- выявить источники погрешностей выполненных измерений;
- пользоваться справочной литературой для поиска необходимых физико-химических данных и понятий.

владеть:

- навыками самостоятельной работы в лаборатории на сложном экспериментальном оборудовании;
- навыками освоения больших объемов информации;
- культурой постановки и анализа физических задач;
- методами составления и решения кинетических уравнения химических систем;
- навыками грамотной обработки результатов эксперимента и сопоставления их с теоретическими значениями и табличными данными.

3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

Примеры задач, предлагаемых на самостоятельных и экзаменационных работах для решения обучающимися:

Для широкого температурного интервала (от 298 К до нескольких тысяч градусов) схематически нарисуйте график зависимости $\Delta_r H_0 = f(T)$ для реакции $\text{CH}_3\text{OCH}_3(\Gamma) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\Gamma) + \text{CO}(\Gamma) + \text{H}_2(\Gamma)$.

Получите выражение для частной производной $(dF/dV)_T$ как функции параметров состояния p , V , T системы.

В растворе может идти реакция $A + 2B \rightleftharpoons C$. При переходе от неравновесного состояния с $[A_0] = 1 \text{ M}$, $[B_0] = 2 \text{ M}$, $[C_0] = 0$ к равновесному степень превращения A равна 0.4. Рассчитайте величину константы равновесия K_C .

Домашние задания, предлагаемые для самостоятельного решения обучающимся.

Задание 1

Расчет максимальной температуры и давления адиабатической реагирующей системы

Для дициана C_2N_2 $\Delta_f H_{0298} = +345 \text{ кДж/моль}$. Берется горючая смесь состава $\text{C}_2\text{N}_2 : \text{O}_2 = 1:1$, в которой после поджига протекает реакция



Температурная зависимость теплоемкости продуктов сгорания описывается полиномами: $C_p(\text{CO}) = 28.4 + 4.1 \cdot 10^{-3} \cdot T - 4.6 \cdot 10^{-6} / T^2$ [Дж/(моль·К)], $C_p(\text{N}_2) = 27.9 + 4.3 \cdot 10^{-3} \cdot T$ [Дж/(моль·К)].

Адиабатическая бомба при давлении P_0 заполняется горючей смесью, разбавленной гелием $P_{\text{He}}/P_{\text{г.с.}} = \beta$. Рассчитать величины максимальной температуры и максимального давления взрыва для приведенных в таблице смесей:

№ 1 2 3 4 5 6 7 8

P_0 , атм 1.0 0.8 0.6 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4

β 2 2 2 2 4 6 8 10

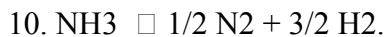
Задание 2

Расчет равновесного состава и температуры химической системы с одной реакцией

Рассчитать температуру T_1 , при которой степень диссоциации вещества X будет равна α при общем давлении равновесной смеси 1 атм. Построить график зависимости степени диссоциации от P в диапазоне от 0,1 атм до 10 атм при T_1 . Рассчитать степень диссоциации при $P = 1 \text{ атм}$, $T_2 = 0.5 T_1$ и $T_3 = 1.5 T_1$ и прокомментировать характер зависимости степени диссоциации от давления и температуры.

Для расчета предлагаются следующие равновесия:

1. $\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{SO}_2 + 1/2 \text{O}_2$,
2. $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$,
3. $\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$,
4. $\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + 1/2 \text{O}_2$,
6. $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2$,
7. $\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{NO} + 1/2 \text{O}_2$,
8. $\text{NOCl} \rightleftharpoons \text{NO} + 1/2 \text{Cl}_2$,
9. $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}_2 + 1/2 \text{S}_2$,



Задание 3.

Расчет предэкспоненциального множителя константы скорости и оценка энергии активации заданной реакции

На основании молекулярно-физических свойств реагентов и основных положений теории активных соударений и теории переходного состояния рассчитать значения предэкспоненциального множителя и стерического фактора константы скорости реакции. Расчет выполнить для температур T_1 , T_2 , T_3 в интервале 298–3000 К. Сравнить значения стерического фактора с его значением, определённым по приближённой формуле. Температуры и реакция задаются преподавателем. В том случае, когда это возможно, оценить энергию активации реакции.

Набор реакций для задания :

1. $\text{H} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{OH} + \text{O}$, 19. $\text{O} + \text{HOCl} \rightleftharpoons \text{OH} + \text{ClO}$,
2. $\text{H} + \text{O}_3 \rightleftharpoons \text{OH} + \text{O}_2$, 20. $\text{O} + \text{HCHO} \rightleftharpoons \text{OH} + \text{HCO}$,
3. $\text{H} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH} + \text{H}_2$, 21. $\text{O} + \text{CH}_4 \rightleftharpoons \text{OH} + \text{CH}_3$,
4. $\text{H} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{HO}_2 + \text{H}_2$, 22. $\text{O} + \text{CH}_3\text{COH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CO} + \text{OH}$,
5. $\text{H} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{HCO} + \text{O}$, 23. $\text{OH} + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{H}$,
6. $\text{H} + \text{N}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH} + \text{NO}$, 24. $\text{OH} + \text{OH} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{O}_2$,
7. $\text{H} + \text{CH}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{HCO}$, 25. $\text{OH} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{HOCl} + \text{Cl}$,
8. $\text{N} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{NO} + \text{O}$, 26. $\text{OH} + \text{HOCl} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{ClO}$,
9. $\text{N} + \text{OH} \rightleftharpoons \text{NO} + \text{H}$, 27. $\text{OH} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_2$,
10. $\text{N} + \text{NO} \rightleftharpoons \text{N}_2 + \text{O}$, 28. $\text{OH} + \text{CH}_4 \rightleftharpoons \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$,
11. $\text{N} + \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{NO} + \text{NO}$, 29. $\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HO}_2$,
12. $\text{O} + \text{OH} \rightleftharpoons \text{O}_2 + \text{H}$, 30. $\text{HO}_2 + \text{O}_3 \rightleftharpoons \text{OH} + 2\text{O}_2$,
13. $\text{O} + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{OH} + \text{Cl}$, 31. $\text{NO} + \text{O}_3 \rightleftharpoons \text{NO}_2 + \text{O}_2$,
14. $\text{O} + \text{N}_2 \rightleftharpoons \text{NO} + \text{N}$, 32. $\text{NO}_2 + \text{O}_3 \rightleftharpoons \text{NO}_3 + \text{O}_2$,
15. $\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH} + \text{OH}$, 33. $\text{SO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_2 + \text{O}$,
16. $\text{O} + \text{O}_3 \rightleftharpoons \text{O}_2 + \text{O}_2$, 34. $\text{SO} + \text{O}_3 \rightleftharpoons \text{SO}_2 + \text{O}_2$,
17. $\text{O} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{OH} + \text{SH}$, 35. $\text{CH}_3 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_4 + \text{H}$,
18. $\text{O} + \text{Cl}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{ClO} + \text{ClO}$, 36. $\text{CH}_3 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_2\text{O} + \text{OH}$.

Задание 4.

Кинетики сложных реакций: каталитических, индуцированных, цепных (решение набора задач из задачника [3])

Решить набор задач по кинетике сложных химических реакций одного из вариантов по указанию преподавателя:

Вариант 1:

Задачи 3.1.1; 3.1.7; 3.2.7; 3.3.8; 3.3.9; 3.4.1.

Вариант 2

Задачи 3.1.3; 3.1.10; 3.2.3; 3.3.7; 3.3.10; 3.4.3.

Вариант 3

Задачи 3.1.5; 3.1.8; 3.2.9; 3.3.5; 3.3.11; 3.4.5.

Вариант 4

Задачи 3.1.4; 3.1.9; 3.2.15; 3.3.4; 4.6.8; 3.4.7.

4. Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать одного астрономического часа.

При проведении устного дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном дифференцированном зачете не должен превышать одного астрономического часа.