

**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: лабораторный практикум  
**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) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 120 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

практические и семинарские занятия: 0 час.

лабораторные занятия: 120 час.

Самостоятельная работа: 96 час.

Всего часов: 216, всего зач. ед.: 6

Количество курсовых работ, заданий: 4

**Программу составили:**

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

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

В.Б. Киреев, канд. физ.-мат. наук, доцент, 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

Цель дисциплины состоит в ознакомлении обучающихся с основами 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 практических умений и навыков в области исследований молекулярных систем;
- оказание консультаций и помощи обучающимся в проведении их собственных экспериментальных исследований.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к вариативной части образовательной программы.

Дисциплина «Основы химической физики: лабораторный практикум» базируется на дисциплинах:

- Введение в математический анализ;
- Экология;
- Общая физика: лабораторный практикум;
- Информатика;
- 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: лабораторный практикум» предшествует изучению дисциплин:

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

## 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 использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);

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);  
способность логически точно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь, формулировать свою точку зрения, владением навыками ведения научной и общекультурной дискуссий (ОПК-5);  
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 понимать принципы составления проектов работ в избранной области и экономические аспекты проектной деятельности (ПК-5);  
способность понимать и применять методологии проектирования (ПК-6);  
способность демонстрировать осведомленность в сфере проектного менеджмента и бизнеса, знание и понимание влияния рисков и изменяющихся условий (ПК-7).

## **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

№	Тема (раздел) дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу				
		Лекции	Практические и семинарские занятия	Лаборат. работы	Задания, курсовые работы	Самост. работа
1	Определение тепловых эффектов химических реакций.			8		8
2	Фазовые равновесия I рода.			10		8
3	Адсорбция.			14		8
4	Формальная кинетика.			8		8
5	Химические равновесия в газовой фазе.			12		8
6	Формальная кинетика.			8		8
7	Химические равновесия в растворах.			10		10
8	Кинетика мономолекулярного распада сложной молекулы.			14		10
9	Бимолекулярные реакции в растворе.			14		10
10	Кинетика сложных реакций.			12		10
11	Моделирование кинетики цепных реакций.			10		8
Итого часов				120		96
Подготовка к экзамену		0 час.				
Общая трудоёмкость		216 час., 6 зач.ед.				

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

Семестр: 4 (Весенний)

1. Определение тепловых эффектов химических реакций.

Определение тепловых эффектов химических реакций.

2. Фазовые равновесия I рода.

Фазовые равновесия I рода.

3. Адсорбция.

Адсорбция.

4. Формальная кинетика.

Формальная кинетика (коллоквиум).

5. Химические равновесия в газовой фазе.

Химические равновесия в газовой фазе.

6. Формальная кинетика.

Семестр: 5 (Осенний)

7. Химические равновесия в растворах.

Химические равновесия в растворах.

8. Кинетика мономолекулярного распада сложной молекулы.

Кинетика мономолекулярного распада сложной молекулы.

9. Бимолекулярные реакции в растворе.

Бимолекулярные реакции в растворе.

10. Кинетика сложных реакций.

Кинетика сложных реакций.

11. Моделирование кинетики цепных реакций.

Моделирование кинетики цепных реакций.

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

Перечень экспериментальных установок и оборудования:

1. Химическая термодинамика. Работа №3. Термохимия: Термистор, пресс-таблетер, установка для сжигания таблеток, компьютер
2. Химическая термодинамика. Работа №20. Измерение изотермы адсорбции газа на твердой поверхности: Стеклоанальная установка, вакуумметр ВТ – 3б вакуумметр – 1 кГс/см<sup>2</sup>, вакуумносос RV 5/2А, весы торсионные
3. Химическая термодинамика. Работа коэффициент активности: рН – метр рН-150, иономер Эксперт 002
4. Химическая термодинамика. Работа №2. Равновесие между фазами: Установка по авторскому Свидетельству SU 1026024А (ультратермостат UTU – 2. Вакуумметр деформационный – 1 кГс/см<sup>2</sup>)
5. Химическая термодинамика. Работа №8. Термодинамика растворов смеси жидкостей: Установка по авторскому Свидетельству SU 1026024А (ультратермостат UTU-2. Микрофотоколориметр МКМФ-1).
6. Химическая термодинамика. Работа 3А. Закон Гесса. Теплоты образования солей и их гидратов. Калориметр Эксперт-001 (рН-метр-иономер), спектрофотометр СФ-46, фотоколориметр КФ – 77, лаб. весы
7. Химическая термодинамика. Работа №29. Изучение равновесия диссоциации N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> в газовой фазе. Колориметр КФК-2, термостат UTU - 2
8. Химическая термодинамика. Работа №12. Измерение константы диссоциации слабых электролитов: Ультратермостат UTU – 2, измеритель LCR E7-11, стеклянная ячейка
9. Химическая термодинамика. Работа №13. Кислотно-основные равновесия: Спектрофотометр Spectromom-361, ультратермостат UTU-2
11. Химическая термодинамика. Определение теплоты адсорбции: Хроматограф Цвет-800, компьютер, гелий 40л
12. Химическая кинетика. Работа №25. Определение прочности химических связей кинетическим методом: Установка по авторскому свидетельству SU 1026024А.
13. Химическая кинетика. Работа №26. Изучение жидкофазных реакций окисления хемилюминисцентным методом: Установка окислительно-восстановительного катализа, компьютер, спектрофотометр DR – 5000 Hoch Lange, термостат UT – 2/77
14. Химическая кинетика. Работа №6. Кинетика разложения хлористого этила: Вакуумметр ВТ-3, потенциометр КСП-4, прибор комбин. цифровой Щ 4313, стеклянная установка.
15. Химическая кинетика. Работы 1, 2, 2А. Кинетика цепных неразветвленных реакции водорода и хлора. Кинетика цепных разветвленных реакций водорода и кислорода. Адиабатический тепловой взрыв: компьютер с установленной программой "Химический верстак".
16. Химическая кинетика. Работа № 23. Радикально-цепные реакции жидкофазного окисления: Стеклоанальная установка, магнитная мешалка, термостат UTU -4.
17. Химическая кинетика. Работа № 5. Флуоресценция: Флуориметр ЭФ-3МФ.
18. Химическая кинетика. Компьютерная работа №1. Моделирование кинетики цепных неразветвленных реакций: Компьютер с установленной программой "Химический верстак".
19. Химическая кинетика. Компьютерная работа №2. Моделирование кинетики цепных разветвленных реакций: Компьютер с установленной программой "Химический верстак".

## **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.
5. Чоркендорф И, Наймантмведрайт Х. Современный катализ и химическая кинетика, 2 изд., пер. с англ. — Долгопрудный: Интеллект, 2013. — 504 с.
6. Тиноко И., Зауэр К., Вэнг Дж., Паглиси Дж. Физическая химия. Принципы и применение в биологических науках. Пер. с англ. — М.: Техносфера, 2005. — 744 с.

#### Дополнительная литература

1. Герасимов Я.И., Древинг В.П., Еремин Е.Н., Киселев А.В., Лебедев В.П., Панченков Г.М., Шлыгин А.И. Курс физической химии. Т.1. — М.-Л.: Химия, 1964.
2. Герасимов Я.И., Древинг В.П., Еремин Е.Н., Киселев А.В., Лебедев В.П., Панченков Г.М., Шлыгин А.И. Курс физической химии. Т.2. — М.-Л.: Химия, 1973.
3. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика. Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: Химия, 1975. — 584 с.
4. Мелвин-Хьюз Э.А. Физическая химия. Книга 1. Пер. с англ. — М.: Издательство иностранной литературы, 1962. — 519 с.
5. Мелвин-Хьюз Э.А. Физическая химия. Книга 2. Пер. с англ. — М.: Издательство иностранной литературы, 1962. — 628 с.
6. Полторацк О.М. Термодинамика в физической химии. — М.: Высшая школа, 1991. — 319 с.
7. Физическая химия. Теоретическое и практическое руководство. Под ред. Никольского Б.П. — Л.: Химия, 1987. — 880 с.
8. Хачкурузов Г.А. Основы общей и химической термодинамики. — М.: Высшая Школа, 1979. — 271 с.
9. Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия. — М.: Металлургия, 1968. — 520 с.
10. Шляпинтох В.Я., Замараев К.И., Пурмаль А.П. Химическая термодинамика. — М.: МФТИ, 1975. — 280 с.
11. Эткинс П. Физическая химия. Т.1. Пер. с англ. — М.: Мир, 1980. — 580 с.
12. Эткинс П. Физическая химия. Т.2. Пер. с англ. — М.: Мир, 1980. — 584 с.
13. Леенсон И.А. Как и почему происходят химические реакции. Элементы химической термодинамики и кинетики. — Долгопрудный: Интеллект, 2010. — 224 с.
14. Пурмаль А.П. А, Б, В... химической кинетики. — М.: Академкнига, 2004. — 277 с.
15. Веденеев В.И., Лебедев Я.С., Энтелис С.Г. Лекции по химической кинетике (Вводный курс). — М.: МФТИ, 1974. — 292 с.
16. Денисов Е.Т., Саркисов О.М., Лихтенштейн Г.И. Химическая кинетика. Учебник для вузов. — М.: Химия, 2000. — 568 с.
17. Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. Учебник для химических факультетов университетов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1984. — 463 с.
18. Уманский С.Я. Теория элементарного акта химического превращения в газе. — М.: ХимФак МГУ, 2000. — 286 с.

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

1. 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.
2. 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.
3. Фазовые равновесия. Изучение зависимости давления насыщенного пара жидкости от температуры. Сост. И.В. Захаров. — М.: МФТИ, 1989.



4. Определение теплот сгорания органических соединений. Сост. В.Н. Простов, Д.А. Зубцов, Ж.И. Зубцова, В.А. Яворский. — М.: МФТИ, 2012.
5. Определение стандартных теплот образования солей с помощью калориметрического метода. Сост. А.П. Богданов, А.Д. Калашников. — М.: МФТИ, 2009.
6. Равновесие в растворах слабых электролитов. Сост. К.С. Казанский. — М.: МФТИ, 1990.
7. Измерение теплоты адсорбции предельных углеводородов на газовом аналитическом хроматографе. Сост. А.П. Богданов, Д.А. Зубцов, Ж.И. Зубцова, А.Д. Калашников. — М.: МФТИ, 2012.
8. Изучение равновесия диссоциации  $N_2O_4$  в газовой фазе спектрофотометрическим методом. Сост. К.С. Казанский. — М.: МФТИ, 2001.
9. Активность и коэффициент активности. Сост. А.П. Богданов, А.А. Гавричков. — М.: МФТИ, 2009.
10. Химическое равновесие термических реакций диссоциации и синтеза в молекулярных газах. Сост. И.А. Кириллов, В.Н. Щеглов. — М.: МФТИ, 2009.
11. Бимолекулярные реакции. Кинетика омыления этилацетата. Сост. И.В. Захаров — М.: МФТИ, 1991.
12. Кинетика персульфатного окисления иодид-иона. Сост. К.С. Казанский. — М.: МФТИ, 2001.
13. Мономолекулярные реакции. Кинетика термического разложения хлористого этила. Сост. А.М. Чайкин, И.В. Захаров. — М.: МФТИ, 1991.
14. Изучение кинетики фотохимических реакций. Сост. А.П. Богданов. — М.: МФТИ, 2001.

## **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. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

При самостоятельном изучении учебного материала необходимо наличие установленных: Acrobat Reader, DJVU Reader.

При обработке экспериментальных данных могут потребоваться программы, позволяющие проводить статистическую обработку данных и строить графики, например: Matlab, Origin, SigmaPlot, MathCad и т.д.

При подготовке отчета о лабораторной работе может потребоваться следующее программное обеспечение: MS Word, MS Power Point, MS Visio, MathCad.

## **10. 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.

## **11. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по итогам обучения**

Приложение

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

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

Семестры, формы промежуточной аттестации:

4(Весенний) - Дифференцированный зачет

5(Осенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчики:**

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

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

В.Б. Киреев, канд. физ.-мат. наук, доцент, 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 использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);
- 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);
- способность логически точно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь, формулировать свою точку зрения, владением навыками ведения научной и общекультурной дискуссий (ОПК-5);
- 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 понимать принципы составления проектов работ в избранной области и экономические аспекты проектной деятельности (ПК-5);
- способность понимать и применять методологии проектирования (ПК-6);
- способность демонстрировать осведомленность в сфере проектного менеджмента и бизнеса, знание и понимание влияния рисков и изменяющихся условий (ПК-7).

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Основы химической физики: лабораторный практикум» 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;
- выяснить 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**

Домашние задания, предлагаемые для самостоятельного решения обучающимся.

#### Задание 1

Расчет максимальных температуры и давления адиабатической реагирующей системы

Для дициана  $C_2N_2$   $\Delta_f H_{0298} = +345$  кДж/моль. Берется горючая смесь состава  $C_2N_2 : O_2 = 1:1$ , в которой после поджига протекает реакция



Температурная зависимость теплоемкости продуктов сгорания описывается полиномами:  $CP(CO) = 28.4 + 4.1 \cdot 10^{-3} \cdot T - 4.6 \cdot 10^4 / T^2$  [Дж/(моль·К)],  $CP(N_2) = 27.9 + 4.3 \cdot 10^{-3} \cdot T$  [Дж/(моль·К)].

Адиабатическая бомба при давлении  $P_0$  заполняется горючей смесью, разбавленной гелием  $P_{He}/P_{г.с.} = \beta$ . 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

$\beta$  2 2 2 2 4 6 8 10

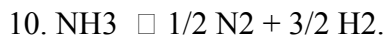
#### Задание 2

Расчет равновесного состава и температуры химической системы с одной реакцией

Рассчитать температуру  $T_1$ , при которой степень диссоциации вещества  $X$  будет равна  $\alpha$  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  $P = 1$  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:

- $SO_3 \rightleftharpoons SO_2 + 1/2 O_2$ ,
- $COCl_2 \rightleftharpoons CO + Cl_2$ ,
- $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ ,
- $CO_2 \rightleftharpoons CO + 1/2 O_2$ ,
- $N_2O_4 \rightleftharpoons 2 NO_2$ ,
- $NO_2 \rightleftharpoons NO + 1/2 O_2$ ,
- $NOC \rightleftharpoons NO + 1/2 Cl_2$ ,
- $H_2S \rightleftharpoons H_2 + 1/2 S_2$ ,

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