

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«Томский государственный педагогический университет»**  
**(ТГПУ)**

Утверждаю

декан факультета

« 2 » 09 20 11 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б.3.04. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Трудоёмкость (в зачетных единицах) – 12

Шифр и направление подготовки: 020100.62 Химия

Профиль подготовки: Физическая химия

Степень (квалификация): бакалавр

**1. Цель изучения дисциплины:** раскрытие связей между физическими и химическими явлениями и на этой основе более глубокое понимание сущности химических процессов, протекающих в природе и технике, путей и способов управления последними.

**Задачи:**

- формирование естественнонаучного мировоззрения на основе взаимосвязи естественных наук;
- приобретение студентами основ знаний о физико-химических закономерностях химических процессов, протекающих в природе и технике;
- формирование практических навыков и умений постановки физико-химических экспериментов, их математической обработки, умений решать физико-химические задачи;
- привитие навыков соблюдения правил безопасности при работе с химическими реактивами;
- формирование представлений о современных проблемах экологии.

**2. Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программы.**

Дисциплина «Физическая химия» относится к базовой части профессионального цикла Основной образовательной программы. Она изучается на 2 курсе. Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе освоения дисциплин: неорганическая химия, аналитическая химия. Физическая химия является основой для изучения курса ВМС, химической технологии, химии окружающей среды, неорганического синтеза.

**3. Требования к уровню освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие профессиональных компетенций (ПК-1, ПК-2, ПК-6, ПК-8, ПК-11), общекультурных компетенций (ОК-6-9).

В соответствии с ГОС ВПО в области физической химии студент должен:

- знать основные закономерности, определяющие возможность, направленность, скорость и пределы протекания химических процессов, их механизм и оптимальные условия их проведения;
- уметь решать физико-химические расчетные задачи всех типов; программировать и пользоваться ПМК и ПЭВМ для обработки данных физико-химических экспериментов и расчетных задач
- владеть основными методами и приборами физико-химического анализа и исследований.

**4. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) 12 зачетных единиц и виды учебной работы.**

Вид учебной работы	Трудоемкость (в соответствии с учебным планом) (час)	Распределение по семестрам (в соответствии с учебным планом) (час)
--------------------	---	---

	Всего	3	4
Аудиторные занятия	240	114	126
Лекции	80	38	42
Практические занятия			
Семинары			
Лабораторные работы	160	76	84
Другие виды аудиторных работ: занятия в интерактивной форме	72	36	36
Другие виды работ: экзамен	54	24	30
Самостоятельная работа	138	76	62
Курсовой проект (работа)			
Реферат			
Расчётно-графические работы			
Формы текущего контроля		Коллоквиумы, контрольные работы, тестирование	Коллоквиумы, контрольные работы, тестирование
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом		Экзамен	Экзамен

## 5. Содержание учебной дисциплины (модуля).

### 5.1. Разделы учебной дисциплины (модуля).

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Аудиторные часы					Самостоятельная работа (час)
		всего	лекции	практические (семинары)	лабораторные	В т.ч. интерактивные формы обучения	
3 семестр							
1	Введение. Предмет и задачи физической химии	2	2			2	4
2	Первое начало термодинамики	18	6		12	6	16
3	Второе и третье начала термодинамики	28	8		20	6	18
4	Химическое и фазовое равновесие	28	8		20	8	18
5	Термодинамика растворов неэлектролитов	20	8		12	6	10
6	Растворы электролитов	18	6		12	8	10
	Итого за третий семестр	114	38		76	36	76
4 семестр							
7	Электрохимия	42	14		28	12	22

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Аудиторные часы					Самостоятельная работа (час)
		всего	лекции	практические (семинары)	лабораторные	В т.ч. интерактивные формы обучения	
8	Химическая кинетика	48	16		32	12	24
9	Катализ	36	12		24	12	16
	Итого за четвертый семестр	126	42		84	36	62
	Итого	240	80		160	72/30%	138

## 5.2. Содержание разделов дисциплины:

### (3 семестр)

5.2.1. *Введение. Предмет и задачи дисциплины.* Место физической химии среди естественнонаучных дисциплин.

5.2.2. *Первое начало термодинамики.* Внутренняя энергия, теплота и работа. Первое начало термодинамики. Работа расширения газов. Равновесные процессы. Тепловые эффекты реакции при постоянном давлении и объеме. Понятие об энтальпии. Термохимия. Закон Гесса. Термохимические уравнения. Теплоты образования и сгорания. Термохимические расчеты. Следствия из закона Гесса. Теплоемкость, ее связь с термодинамическими функциями. Зависимость теплоемкости и теплового эффекта реакции от температуры (закон Кирхгофа). Модель идеального газа. Опытные законы идеального газа. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа, его теплоемкость. Работа расширения идеального газа в изопроцессах. Адиабата.

5.2.3. *Второе и третье начала термодинамики.* Обратимые и необратимые, самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Формулировки второго начала термодинамики. Цикл Карно и максимальный коэффициент полезного действия. Понятие об энтропии, ее изменение в обратимых и необратимых процессах. Математическая формулировка второго начала термодинамики. Энтропия как критерий направленности процессов в изолированной системе. Изменение энтропии при фазовом переходе и нагревании, в процессах с идеальным газом. Связь энтропии с термодинамической вероятностью, уравнение Больцмана. Третье начало термодинамики. Постулат Планка и вычисление абсолютных значений энтропий. Объединенное уравнение первого и второго начал термодинамики. Изохорный и изобарный потенциалы. Термодинамические потенциалы как критерий самопроизвольного протекания процессов и достижения равновесия, в закрытых системах.

5.2.4. *Химическое и фазовое равновесие.* Химический потенциал и общие условия равновесия систем. Характеристические функции. Химический потенциал идеального и реального газа. Фугитивность. Изотерма химической реакции и константа равновесия. Направление химической реакции. Стандартный изобарный потенциал реакции и вычисление константы равновесия при любой температуре. Уравнение Гиббса – Гельмгольца для изохорного и изобарного потенциалов. Влияние температуры на химическое равновесие. Уравнение изобары и изохоры реакции. Принцип подвижного равновесия Ле – Шателье. Гетерогенное химическое равновесие. Условие фазового равновесия. Правило фаз Гиббса. Диаграммы состояния. Равновесие в одно-, двух- и трехкомпонентных системах. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса для фазовых превращений.

5.2.5. *Термодинамика растворов неэлектролитов.* Основные понятия. Парциальные молярные величины. Уравнения Гиббса – Дюгема. Идеальные, предельно разбавленные и неидеальные растворы. Химический потенциал компонентов идеального

раствора. Давление насыщенного пара над раствором. Законы Рауля и Генри. Кипение и замерзание растворов. Эбулиоскопия и криоскопия. Осмотическое давление растворов. Закон Вант – Гоффа. Взаимная растворимость жидкостей. Законы Коновалова. Перегонка смеси жидкостей. Ректификация. Ограниченно и взаимно нерастворимые жидкости. Перегонка с водяным паром. Закон распределения. Экстрагирование.

5.2.6. *Растворы электролитов.* Отклонение растворов электролитов от законов Рауля и Вант – Гоффа. Изотонический коэффициент. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов. Закон независимости движения ионов. Скорость движения ионов и числа переноса. Измерение электропроводности растворов электролитов. Кондуктометрия. Закон разбавления слабых электролитов. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Буферные растворы. Произведение растворимости труднорастворимых соединений.

#### (4 семестр)

5.2.7. *Электрохимия.* Понятие об электродных потенциалах. Уравнение Нернста. Гальванический элемент и его ЭДС. Нормальный водородный электрод. Измерение ЭДС. Классификация электродов. Химические электрохимические цепи. Нормальный элемент Вестона. Концентрационные цепи с переносом и без переноса. Определение коэффициента активности. Потенциометрическое титрование. Термодинамика электрохимических цепей и механизм электрохимических реакций. Электрохимическая и концентрационная поляризация. Предельный ток диффузии. Напряжение разложения и перенапряжения. Полярография. Электролиз водных растворов и расплавов электролитов. Законы электролиза. Электролиз в промышленности. Кислотные и щелочные аккумуляторы. Топливные элементы. Электрохимическая коррозия металлов. Защита металлов от коррозии.

5.2.8. *Химическая кинетика.* Механизм, скорость, молекулярность, порядок и константа скорости химических реакций. Закон действия масс. Реакции первого, второго и третьего порядка. Частный и общий порядок реакции. Определение константы и порядка реакции из кинетических зависимостей. Реакции  $n$ -ого порядка и определение порядка реакции по времени полураспада. Сложные реакции. Последовательные реакции первого порядка. Метод стационарных концентраций Боденштейна. Влияние температуры на скорость реакции. Правило Вант – Гоффа и уравнение Аррениуса. Теории активных столкновений и переходного состояния.

Сопряженные реакции. Цепные процессы. Неразветвленная цепная реакция (получение фосгена). Разветвленные цепные реакции. Фотохимические реакции. Закон фотохимической эквивалентности и квантовый выход. Скорость фотохимической реакции на примере получения хлористого водорода. Кинетика гетерогенных процессов.

5.2.9. *Катализ.* Общие сведения о катализе. Теория промежуточных соединений в гомогенном катализе. Гомогенный катализ в растворах. Техническое значение гетерогенного катализа. Физическая адсорбция и хемосорбция. Адсорбция на границе твердого тела с газом и жидкостью. Уравнения Фрейндлиха и Лангмюра. Кинетика адсорбционно-каталитических реакций. Активационный процесс в гетерогенных каталитических реакциях. Теория активных центров Тейлора. Мультиплетная теория Баландина. Теория активных ансамблей Кобозева. Ферментативный катализ. Катализ полупроводниками.

#### 5.3. Лабораторный практикум:

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	5.2.2	Молекулярно-кинетическая теория и законы идеальных газов
2	5.2.2	Первое начало термодинамики
3	5.2.2	Термохимия. Тепловой эффект реакции при постоянном объеме и постоянном давлении. Закон Гесса и следствия из него

4	5.2.2	Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Теплоемкость
5	5.2.3	Второе начало термодинамики. Максимальный коэффициент полезного действия тепловой машины.
6	5.2.3	Определение энтропии фазового перехода и нагревания
7	5.2.3	Энтропия идеального газа
8	5.2.4	Изобарный потенциал. Изотерма реакции. Определение константы равновесия по стандартному изобарному потенциалу
9	5.2.4	Изобара и изохора реакции. Определение зависимости константы равновесия от температуры
10	5.2.4	Фазовый анализ. Термический анализ.
11	5.2.5	Термодинамика растворов неэлектролитов. Определение молярной массы вещества методами криоскопии и эбулиоскопии.
12	5.2.5	Экстрагирование. Определение коэффициента распределения.
13	5.2.5	Перегонка жидких смесей
14	5.2.6	Растворы электролитов. Изотонический коэффициент и степень электролитической диссоциации
15	5.2.6	Константа диссоциации слабой кислоты
16	5.2.6	Буферные растворы
17	5.2.7	Удельная и эквивалентная электропроводность. Определение степени и константы диссоциации электролита из измерения электропроводности.
18	5.2.7	Числа переноса. Произведение растворимости.
19	5.2.7	Определение концентрации растворов методом кондуктометрии.
20	5.2.7	Электродный потенциал. Измерение ЭДС электрохимических цепей компенсационным методом.
21	5.2.7	Определение термодинамических потенциалов и константы равновесия из измерений ЭДС и ее зависимости от температуры.
22	5.2.7	Определение коэффициента активности на основании измерения ЭДС компенсационным методом.
23	5.2.7	Определение концентрации растворов электролитов методом потенциометрии.
24	5.2.7	Исследование механизма и продуктов электролиза водных растворов и расплавов электролитов. Законы электролиза.
25	5.2.7	Изучение электрохимической коррозии металлов в зависимости от условий окружающей среды. Водородная, кислородная деполяризация.
26	5.2.8	Основные понятия химической кинетики: константа скорости, порядок и период полупревращения реакции. Закон действующих масс.
27	5.2.8	Определение порядка и константы скорости реакций методом подстановки и графическим методом.
28	5.2.8	Определение порядка и константы скорости реакций по периоду полупревращения.
29	5.2.8	Исследование кинетики сложных реакций.
30	5.2.8	Влияние температуры на скорость реакции. Определение температурного коэффициента реакции по правилу Вант-Гоффа и энергии активации по уравнению Аррениуса.
31	5.2.9	Адсорбция. Определение констант в уравнениях адсорбции Лэнгмюра и Фрейндлиха.
32	5.2.9	Изучение влияния катализатора на скорость химических реакций.

## **6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.**

### **6.1. Основная литература по дисциплине:**

1. Стромберг, А.Г. Физическая химия : учеб для вузов / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко; под ред А.Г. Стромберга. - Изд. 5-е, испр. - М. : Высш. шк., 2003. - 527 с.

### **6.2. Дополнительная литература:**

1. Байрамов, В.М. Основы химической кинетики и катализа : учеб пособие для вузов / В.М. Байрамов; под ред В.В. Лунина. - М. : Академия, 2003. - 251 с.
2. Дулицкая, Р.А. Практикум по физической и коллоидной химии: учеб пособие для нехимических вузов / Р.А. Дулицкая, Р.И. Фельдман. - Изд. 2-е, перераб, испр. и доп. - М. : Высш. шк., 1978. — 296 с.
3. Задачи по физической химии: учеб пособие для вузов / В.В Ерёмин [и др] — М. : Экзамен, 2003. - 318 с.
4. Зимон, А.Д. Физическая химия: учеб для вузов / А.Д. Зимон. — М.: Агар, 2003 — 315 с.
5. Климов, И.И. Сборник вопросов и задач по физической и коллоидной химии : учеб пособие для пед. институтов / И.И. Климов, А.И. Филько. М. :Просвещение, 1975 — 192 с.
6. Кудряшов, И.В. Сборник примеров и задач по физической химии: учеб пособие для вузов / И.В. Кудряшов, Г.С. Каретников. — Изд. 6-е перераб. и доп. - М. : Высш шк., 1991. - 527 с.
7. Сборник задач по электрохимии: учеб пособие для вузов / Н.А. Колпакова [и др]; под ред Н.А. Колпаковой. - М. : Высш. шк., 2003. - 143 с.
8. Физическая химия. В 2 кн. Кн.1. Строение вещества. Термодинамика : учеб для вузов / К.С. Краснов [и др]; под ред К.С. Краснова. - Изд. 3-е, испр. - М.: Высш шк, 2001. - 511 с.
9. Физическая химия. В 2 кн. Кн.2. Электрохимия.: учеб для вузов / К.С. Краснов [и др]; под ред К.С. Краснова. - Изд. 3-е, испр. - М. : Высш шк, 2001. - 318 с.

### **6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины:**

Контролирующая программа по физической химии (электронный вариант).

- <http://top.msu.ru> - каталог научно-образовательных программ МГУ. Программы курсов по химии. Лекции по химии,
- <http://www.chem.msu.su/> - портал химического образования России. Российский химический журнал,
- <http://www.chem.km.ru/> - мир химии,
- <http://rushim.ru/books/books.htm> - электронная библиотека по химии,
- <http://www.chemport.ru> - химический портал ChemPort. ru. Литература по химии,
- <http://www.rushim.ru> – электронные учебники,

### **6.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Специализированная лаборатория – большая химическая лаборатория, оснащенная учебно-лабораторным комплексом «Химия» для выполнения лабораторных работ по физической химии.

## **7. Методические рекомендации и указания по организации изучения дисциплины:**

### **7.1. Методические рекомендации преподавателю:**

В третьем семестре студенты изучают разделы: три начала термодинамики, химическое и фазовое равновесие, термодинамику растворов неэлектролитов, растворы электролитов, в четвертом – электрохимию, химическую кинетику и катализ. Теоретические знания, полученные из курса лекций, закрепляются на лабораторных занятиях. На лабораторных занятиях вырабатываются навыки

самостоятельного проведения химических экспериментов, обращения с приборами, математической обработки экспериментальных данных. Промежуточные срезы знаний проводятся после изучения основных тем курса. Промежуточный срез знаний проводится посредством проведения письменных контрольных работ и (или) тестированием. Тестирование проводится с использованием практикумов, разработанных на кафедре неорганической химии, либо в компьютерном классе с использованием специальной программы. Задания находятся на сайте ТГПУ. Тестирование студенты могут осуществлять в свободном доступе в качестве самостоятельной подготовки, как по отдельным темам, так и по семестрам. В течение всего курса обучения студенты выполняют домашние задания, разработанные по всем изучаемым темам курса, могут выполнять курсовую работу или рефераты. Каждый семестр заканчивается итоговым экзаменом.

## **7.2. Методические указания для студентов:**

Перед началом семестра студент должен ознакомиться с разделами изучаемой дисциплины и их содержанием, получить перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу и на экзамен. Студент должен быть знаком с требованиями к уровню освоения дисциплины, формами текущего, промежуточного и итогового контроля. После изучения каждого раздела дисциплины студент должен сдать коллоквиум, индивидуальные задания, пройти тестирование и защитить лабораторные работы.

## **8. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.**

### **8.1. Тематика рефератов (докладов, эссе):**

1. Термодинамические потенциалы в качестве критериев самопроизвольного протекания процессов и достижения равновесия.
2. Термодинамические циклы двигателей внутреннего сгорания.
3. Определение коэффициента активности путем электрохимических измерений.
4. Использование принципа стационарных концентраций Боденштейна в химической кинетике.
5. Ферментативный катализ и его значение в биологии.

### **8.2. Вопросы и задания для самостоятельной работы, в том числе групповой самостоятельной работы обучающихся:**

1. Молекулярно-кинетическая теория газов.
2. Основы термодинамики.
3. Тепловые эффекты химических реакций.
4. Химическое и фазовое равновесие.
5. Теории растворов.
6. Термодинамика электрохимических цепей.
7. Электролиз.
8. Основные теории химической кинетики.

### **8.3. Вопросы для самопроверки, диалогов, обсуждений, дискуссий, экспертиз:**

1. Основные закономерности экстракции.
2. Перегонка смесей жидкостей.
3. Электрохимическая коррозия металлов.
4. Методы определения порядка реакции.
5. Мультиплетная теория Баландина.
6. Теория активных ансамблей Кобозева.



7. Катализ полупроводниками.

#### 8.4. Примеры тестов:

1. Общий запас энергии системы за вычетом кинетической и потенциальной энергии в целом называется:

- 1) работа                      2) теплота                      3) внутренняя энергия                      4) энтальпия

2. Мерой передачи энергии за счет хаотичного, беспорядочного столкновения молекул при контакте двух тел (систем) является:

- 1) работа                      2) теплота                      3) внутренняя энергия                      4) энтальпия

3. Приведите математическую формулировку первого начала термодинамики:

4. Величина, изменение которой в условиях постоянного давления равно тепловому эффекту химической реакции, называется:

- 1) энтропия                      2) теплота                      3) внутренняя энергия                      4) энтальпия

5. Процессом, для которого максимальная работа расширения идеального газа равна 0, является:

- 1) изохорный                      2) изобарный                      3) изотермический                      4) адиабатный

6. Чтобы максимальная работа в закрытой системе совершалась за счет убыли энергии Гиббса, необходимо поддерживать постоянными:

- 1) P и T                      2) V и T                      3) P и V                      4) P и S

7. Критерием направления процесса в изолированной системе является изменение:

- 1) внутренней энергии                      2) энтропии                      3) энергии Гиббса                      4) энергии Гельмгольца

8. Стандартная энтальпия образования простого вещества, взятого в термодинамически устойчивом состоянии:

- 1)  $\Delta H^0 > 0$                       2)  $\Delta H^0 < 0$                       3)  $\Delta H^0 = 0$

9. Соотношение между  $C_p$  и  $C_v$  для идеального газа:

- 1)  $C_p = C_v$                       2)  $C_p > C_v$                       3)  $C_p = C_v + R$                       4)  $C_v = C_p + R$

10. Реакцией, которая представляет стандартную энтальпию образования углекислого газа, является:

- 1)  $\text{CaCO}_3 (\text{к}) = \text{CaO} (\text{к}) + \text{CO}_2 (\text{г})$                        $\Delta H^0 = 178 \text{ кДж}$   
2)  $\text{C} (\text{к}) + \text{O}_2 (\text{г}) = \text{CO}_2 (\text{г})$                        $\Delta H^0 = -393,5 \text{ кДж}$   
3)  $\text{CO} (\text{г}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{г}) = \text{CO}_2 (\text{г})$                        $\Delta H^0 = -281 \text{ кДж}$   
4)  $\text{CO} (\text{г}) + \text{H}_2\text{O} (\text{г}) = \text{CO}_2 (\text{г}) + \text{H}_2 (\text{г})$                        $\Delta H^0 = -41 \text{ кДж}$

11. Величина  $\Delta H$  превращения графита в алмаз, рассчитанная с использованием термохимических уравнений

$\text{C} (\text{графит}) + \text{O}_2 = \text{CO}_2 (\text{г})$                        $\Delta H^0 = -393,51 \text{ кДж/моль}$   
 $\text{C} (\text{алмаз}) + \text{O}_2 = \text{CO}_2 (\text{г})$                        $\Delta H^0 = -396,34 \text{ кДж/моль}$ , равна:

- 1) -2,83 кДж                      2) 2,83 кДж                      3) -789,85 кДж                      4) 789,85 кДж

12. При взаимодействии 14 г железа с серой с образованием FeS выделилось 23,765 кДж теплоты. Стандартная энтальпия образования FeS (кДж/моль) равна:  
 1) -95,06                      2) 95,06                      3) 47,53                      4) 47,53
13. Молярная теплоемкость метана при постоянном давлении, полагая его идеальным газом, равна:  
 1) 1,5 R                      2) 2,5 R                      3) 3,0 R                      4) 4,0 R
14. Работа изобарного расширения 160 г кислорода, если при этом температура газа изменилась от 25<sup>0</sup>С до 65<sup>0</sup>С, равна (кДж):  
 1) 3,32                      2) 6,64                      3) 1,66                      4) 53,2
15. При постоянном давлении  $1,013 \cdot 10^5$  Па газу сообщено 3,113 кДж теплоты. Изменение внутренней энергии, если газ расширился от 0,01 м<sup>3</sup> до 0,02 м<sup>3</sup>, равно (Дж):  
 1) 1200                      2) 4126                      3) 1016                      4) 3112
16. Изменение энтропии при испарении 0,2 кг воды при 100<sup>0</sup>С, если удельная теплота испарения воды 2257 Дж/г, равно:  
 1) 451 Дж/К                      2) 1210 Дж/К                      3) 251 Дж/К                      4) 4514 Дж/К
17. В двух сосудах одинаковой емкости при 27<sup>0</sup>С находятся 2,8 г азота и 4 г аргона. Изменение энтропии при диффузии, возникающей в результате соединения сосудов с газами, равно (Дж/К):  
 1) 5,76                      2) 3,21                      3) 1,15                      4) 11,48
18. Приведите формулировку третьего начала термодинамики:
19.  $\Delta G_{298}$ (Дж/моль) реакции  $\text{CaO (к)} + \text{CO}_2 \text{ (г)} = \text{CaCO}_3 \text{ (к)}$ , если термодинамические характеристики веществ  $\Delta H^0(\text{CaO (к)}) = -635,09$  кДж/моль,  $\Delta H^0(\text{CO}_2 \text{ (г)}) = -393,51$  кДж/моль,  $\Delta H^0(\text{CaCO}_3 \text{ (к)}) = -1206,9$  кДж/моль,  $S^0(\text{CaO (к)}) = 39,75$  Дж/К моль,  $S^0(\text{CO}_2 \text{ (г)}) = 213,74$  Дж/К моль,  $S^0(\text{CaCO}_3 \text{ (к)}) = 92,9$  Дж/К моль, равно:  
 1) -130 444                      2) 130 444                      3) 47 678                      4) -47 678

### 8.5. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (к экзамену):

#### 3 семестр

1. Понятие системы. Чем отличаются открытая и изолированная системы?
2. Дайте понятия теплоты и работы. В чём их различия?
3. Функции состояния и процессы. Их малые изменения (обозначения).
4. Напишите математическое выражение первого начала термодинамики. Что такое внутренняя энергия?
5. Понятие о равновесном процессе.
6. Через какие параметры вычисляют работу в химии? Выведите формулу для элементарной работы.
7. Что называется тепловым эффектом химической реакции?
8. Чему равны тепловые эффекты реакций при постоянном объёме и постоянном давлении? Понятие об энтальпии.
9. Объясните, почему закон Гесса есть чистый случай первого начала термодинамики.
10. Какие химические реакции называют экзотермическими и эндотермическими?

11. Правило математических знаков для теплоты и работы в термодинамике и термохимии.
12. Какие уравнения называют термохимическими? Чем они отличаются от обычных?
13. Что такое теплоты образования и сгорания в стандартном состоянии?
14. Выведите следствия из закона Гесса по теплотам образования и сгорания?
15. Теплоёмкость удельная и молярная, при постоянных объёме и давлении, привести соответствующие формулы. Зависимость теплоёмкости от температуры.
16. Как зависит тепловой эффект химической реакции от температуры? Напишите математическое выражение закона Кирхгофа. В каких случаях тепловой эффект реакции не зависит от температуры? Почему?
17. Что такое идеальный газ?
18. Каким законам подчиняется идеальный газ? Напишите математические выражения этих законов.
19. Выведите уравнение Клапейрона для идеального газа и уравнение Клапейрона — Менделеева.
20. Какой физический смысл имеет газовая постоянная  $R$ . Её единица измерения в СИ.
21. Что такое степень свободы? Степени свободы поступательного и вращательного движения для одно-, двух- и многоатомных идеальных газов.
22. Теплоёмкость идеального газа при постоянных объёме и давлении. Их соотношение.
23. Вывести уравнения для работы расширения идеального газа в изопроцессах (изобара, изохора, изотерма и изобарно-изотермный процесс).
24. Что такое адиабатный процесс? Показатель адиабаты.
25. Вывести уравнения адиабаты.
26. Что такое обратимые и необратимые процессы? Какие процессы называются самопроизвольными и несамопроизвольными?
27. В чём состоит значение второго начала термодинамики для химической технологии?
28. Что такое термодинамический коэффициент полезного действия (КПД)?
29. Из каких процессов состоит цикл Карно? Вывести формулу максимального термодинамического КПД?
30. Что такое приведенная теплота? Чему равна сумма приведенных теплот в цикле Карно? Обосновать математическим выводом.
31. Показать, что в любом цикле сумма приведенных теплот равна нулю и является функцией состояния. Понятие об энтропии.
32. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. Математическая формулировка второго начала термодинамики.
33. Физический смысл энтропии. Изменение энтропии как критерий направленности и равновесия в изолированной системе.
34. Как вычисляется изменение энтропии при фазовом переходе и нагревании? Вывести формулу для изменения энтропии при нагревании вещества, когда зависимость его теплоёмкости от температуры выражается степенным рядом.
35. Вывести формулы для изменения энтропии в процессах с идеальным газом.
36. Что такое макроскопическое и микроскопическое описание системы? Понятие о термодинамической вероятности.
37. Вывести уравнение Больцмана функциональной зависимости энтропии и термодинамической вероятности.
38. Сформулируйте постулат Планка (третье начало термодинамики). Как на основе постулата вычислить абсолютное значение энтропии? Как постулат Планка подтверждается уравнением Больцмана?
39. Выведите объединенное уравнение первого и второго начал термодинамики. Из объединенного уравнения получите выражение для полезной работы в изохорном процессе (потенциал Гельмгольца) в изобарном процессе (потенциал Гиббса). Что такое связанная и свободная энергия?

40. Получить математические формулы для дифференциалов термодинамических потенциалов: внутренней энергии, энтальпии, энергии Гельмгольца и энергии Гиббса. В каких условиях термодинамические потенциалы могут использоваться в качестве критериев самопроизвольного протекания процессов и достижения их равновесия в закрытых системах? Каким образом они при этом изменяются?
41. Зависимость изобарного потенциала при протекании в системе химической реакции при постоянных давлении и температуре. Что такое химический потенциал?
42. Запишите формулу, выражающую общее условие равновесия систем (через химические потенциалы).
43. Что такое характеристические функции? Дать их выражения на примере выражений для дифференциала энергии Гиббса.
44. Вывести формулу для химических потенциалов идеального и реального газов. Что такое фугитивность?
45. На основании общего условия равновесия систем получить выражение стандартной константы равновесия реакции.
46. Получить уравнение изотермы реакции.
47. Как найти стандартную константу равновесия реакции через изменение стандартного изобарного потенциала (энергии Гиббса).
48. Запишите уравнение Гиббса-Гельмгольца для изменений энергии Гиббса и энергии Гельмгольца. Вывести уравнения изобары и изохоры реакции.
49. Сформулируйте условия равновесия в гетерогенных системах.
50. Запишите и обоснуйте правило фаз Гиббса.
51. Что такое физико-химический и термический анализ? Постройте диаграмму состояния двухкомпонентной системы с эвтектикой.
52. Изобразите диаграмму состояния воды.
53. Как будет выглядеть диаграмма состояния двухкомпонентной системы, в которой образуются химические соединения?
54. Как изменяется температура фазовых переходов от изменения давления? Уравнение Клапейрона-Клаузиса.
55. Дайте определение парциальных молярных величин. Каково их значение в термодинамике растворов?
56. Уравнение Гиббса-Дюгема.
57. Что такое идеальные, предельно разбавленные и неидеальные растворы? Как выражается химический потенциал компонентов идеального раствора?
58. Термодинамический вывод законов Раули и Генри для разбавленных растворов неэлектролитов.
59. Как на основании закона Рауля определить молярную массу растворенного вещества?
60. Почему повышается температура кипения и понижается температура замерзания молекулярных растворов? Формулы соответствующих зависимостей.
61. Определение массы вещества методами эбуллиоскопии и криоскопии.
62. Что называют осмотическим давлением? Как его вычислить?
63. Каким эффектом сопровождается взаимное растворение жидкости?
64. Что такое отрицательное и положительное отклонение от линейной зависимости между давлением паров и составом жидкой фазы?
65. Диаграммы состояния при взаимном растворении жидкостей.
66. Что такое азеотропный состав? Как это отражается на диаграммах состояния?
67. Что называют ректификацией? Дайте схему ректификационной колонны и объясните, как она работает.
68. Для чего применяют перегонку с водяным паром. Обоснуйте соответствующими формулами.

69. Что такое экстрагирование? В чем преимущество многоступенчатого экстрагирования?
70. Как объяснить возникновение скачка потенциала на границе металл/раствор?
71. На основании уравнения изотермы реакции выведите уравнение Нернста для электродного потенциала.
72. Что такое диффузионный потенциал? Как объясняется его возникновение?
73. Что такое гальванический элемент? Какие скачки потенциалов возникают в гальваническом элементе?
74. Выведите формулу для электродвижущей силы (ЭДС) гальванического элемента. Как собирают гальванический элемент, чтобы диффузионный потенциал был устранен?
75. Начертите схему, применяемую для определения ЭДС элемента. Укажите стрелками направление тока. Выведите формулу для определения ЭДС элемента.
76. Что такое стандартный водородный электрод? Приведите его схему и уравнение электродных процессов.
77. Как устроен нормальный элемент? Какие реакции идут на электродах и во всей цепи? Для какой цели он применяется?
78. Что представляет каломельный электрод? Какая идет реакция на нем, если он является: а) положительным и б) отрицательным электродом в элементе? Для какой цели применяется каломельный электрод?
79. Что такое концентрационная цепь? Какие процессы протекают на электродах? За счет какого процесса возникает ток в этом элементе? Для какой цели используются концентрационные элементы?
80. Какие электроды применяются для определения рН электрометрическим методом? Укажите соответствующие формулы.
81. Что такое хингидронный электрод? Какие процессы протекают в этом электроде? Объясните, почему он может применяться для определения рН.
82. Что такое электролиз? Его практическое значение? В какой последовательности восстанавливаются катионы на катоде при электролизе водных растворов?
83. Можно ли получить любой металл при электролизе водного раствора его соли?
84. Активные и неактивные аноды. Чем различаются электродные процессы в зависимости от природы анода?
85. Почему кислородсодержащие кислоты и щелочи различаются почти при одном и том же напряжении (анод инертный)?
86. Какие виды поляризации наблюдаются при электролизе? Можно ли их устранить и как?
87. Что такое напряжение разложения и перенапряжение?
88. Что такое выход по току? Как его увеличить?
89. Сформулируйте законы Фарадея. Напишите и поясните уравнение, объединяющее оба закона.
90. Объясните, почему у различных кислородсодержащих кислот напряжение разложения одно и почти одинаковое, а у бескислородных – другое. Разберите на примерах.
91. В чем состоит сущность электрохимической коррозии? Водородная и кислородная деполяризация.
92. Изложите основные методы защиты металлов от электрохимической коррозии.
93. Что такое химическая кинетика?
94. Что понимают под столкновением молекул?
95. Что такое элементарный акт химической реакции?
96. Что понимают под механизмом химической реакции?
97. Дайте характеристику простых и сложных реакций.

19. Что такое выход по току? Как его увеличить?
20. Сформулируйте законы Фарадея. Напишите и поясните уравнение, объединяющее оба закона.
21. Объясните, почему у различных кислородсодержащих кислот напряжение разложения одно и почти одинаковое, а у бескислородных – другое. Разберите на примерах.
22. В чем состоит сущность электрохимической коррозии? Водородная и кислородная деполяризация.
23. Изложите основные методы защиты металлов от электрохимической коррозии.
24. Что такое химическая кинетика?
25. Что понимают под столкновением молекул?
26. Что такое элементарный акт химической реакции?
27. Что понимают под механизмом химической реакции?
28. Дайте характеристику простых и сложных реакций.
29. Что такое скорость химических реакций? Что понимают под средней и истинной скоростью химической реакции? Как они могут быть определены?
30. Что такое молекулярность реакции? Дайте характеристику моно-, би- и тримолекулярным реакциям. Приведите примеры.
31. Сформулируйте закон действующих масс и напишите его математическое выражение для простой и сложной реакции.
32. Поясните, в чем состоит физический смысл константы скорости реакции. От каких факторов она зависит?
33. Что такое порядок реакции? Как его определяют?
34. Когда порядок реакции совпадает с ее молекулярностью?
35. Сформулируйте правило Вант – Гоффа о влиянии температуры на скорость химической реакции. Что показывает температурный коэффициент скорости реакции? Как он выражается математически?
36. Что такое энергия активации реагирующих молекул? В какой зависимости находится скорость реакции от энергии активации?
37. Какие реакции называются цепными? Неразветвленные и разветвленные цепные реакции.
38. Что такое катализ и какие вещества называются катализаторами? Положительный и отрицательный катализ?
39. Как объяснить, что обычно для реакции требуется небольшое количество катализатора?
40. Что понимается под избирательностью действия катализатора?
41. Способен ли катализатор смещать химическое равновесие обратимых реакций? Почему?
42. Гомогенный и гетерогенный катализ.
43. Изобразите энергетическую схему пути реакции без катализатора и при гомогенном катализе. Сравните энергии активации данной реакции с катализатором и без него.
44. Изменится ли тепловой эффект реакции при применении катализатора? Почему?
45. Из каких стадий состоит процесс гетерогенного катализа? Какова сущность каждой стадии?
46. В чем состоит сущность мультиплетной теории катализа Баландина? Что такое мультиплет?
47. В чем состоит смысл геометрического и энергетического соответствия в мультиплетной теории?
48. Как мультиплетная теория объясняет избирательность катализаторов?
49. Сущность теории ансамблей в гетерогенном катализе по Кобозеву. Обоснуйте.
50. Ферментативный катализ.

60. Характеристика кинетических методов анализа. Уравнение зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ и катализатора. Индикаторные реакции и требования предъявляемые к ним.

61. Количественные определения: построение кинетических кривых (способ тангенсов), способ фиксированного времени, способ фиксированной концентрации. Применение метода.

62. Особенности анализа металлов и сплавов, высокочистых веществ, геологических объектов, объектов окружающей среды, органических и биологических объектов.

#### **8.6. Темы для написания курсовой работы.**

1. Тест-методы определения микроэлементов в продуктах питания.
2. Вольтамперометрическое определение мышьяка в природных водах.
3. Вольтамперометрическое определение токсичных металлов в молочных продуктах.
4. Методы модифицирования поверхности твердых электродов.

#### **8.7. Формы контроля самостоятельной работы:**


Формами контроля самостоятельной работы студентов являются коллоквиумы, индивидуальные задания, промежуточное тестирование, подготовка и выступление с докладами.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки

020100.62 Химия Профиль Физическая химия


(указывается код и наименование направления подготовки)

Программу составил:

д.х.н., профессор, профессор кафедры неорганической химии  Ерёмин Л.П.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры неорганической химии

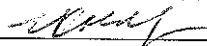
протокол № 1 от 30.08.2011 года.

Зав. кафедрой неорганической химии  Ковалева С.В.

Программа учебной дисциплины одобрена методической комиссией биолого-химического факультета ТГПУ

протокол № 7 от 02.09.2011 года.

Председатель методической комиссии биолого-химического факультета

 Е.П.Князева



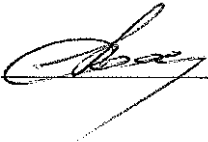
### Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в программу учебной дисциплины Б.3.04. Физическая химия на 2014-2015 учебный год.

Дополнить пункт 6.3 «Средства обеспечения освоения дисциплины» программы следующими электронными ресурсами:

- 1) **Архив журнала Science**, The American Association for the Advancement of Science (AAAS) - Американская ассоциация по развитию науки - некоммерческая организация, сообщество ученых, созданное в целях поддержки науки, НП «НЭИКОН». Лицензионной договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 01.01.2012 – бессрочно. **Сумма договора:** бесплатно. **Количество ключей (пользователей):** со всех компьютеров вуза. <http://www.sciencemag.org/content/by/year#classic>
- 2) **Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU**. При поддержке РФФИ. Лицензионное соглашение №916 от 12.01.2004 г. на период с 12.01.2004 – бессрочно. **Сумма договора:** бесплатно. **Количество ключей (пользователей):** со всех компьютеров ТГПУ. <http://elibrary.ru>
- 3) **Архив научных журналов 2011 Cambridge Journals Digital**. Издательство Cambridge University Press, НП «НЭИКОН». Лицензионной договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 30.03.12 - бессрочно. **Сумма договора:** бесплатно. **Количество ключей (пользователей):** со всех компьютеров вуза. <http://journals.cambridge.org/action/stream?pageId=3216&level=2>
- 4) **Архивы 169 журналов издательства Oxford University Press**. Издательство Oxford University Press, НП «НЭИКОН». Лицензионной договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 14.03.12 - бессрочно. **Сумма договора:** бесплатно. **Количество ключей (пользователей):** со всех компьютеров вуза. <http://www.oxfordjournals.org/>
- 5) **Цифровой архив электронных журналов издательства Taylor&Francis**. Издательство Taylor&Francis Group, НП «НЭИКОН». Договор №316-РН-211 от 01.09.2011 г. на период с 06.05.2013 – бессрочно. **Сумма договора:** бесплатно. **Количество ключей (пользователей):** со всех компьютеров ТГПУ. <http://arch.neicon.ru/xmlui/>
- 6) **УИС Россия (Университетская информационная система РОССИЯ)**. Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова (Научно-исследовательский вычислительный центр, Экономический факультет), Автономная некоммерческая организация Центр информационных исследований (АНО ЦИИ). Письмо-заявка № 21/300 от 01.03.2010 г. на период с 01.03.2010 – бессрочно. **Сумма договора:** бесплатно. **Количество ключей (пользователей):** с компьютеров библиотеки ТГПУ и при индивидуальной регистрации по запросу. <http://uisrussia.msu.ru/is4/main.jsp>
- 7) **БД «Марс» - сводная база данных аналитической росписи статей из периодических изданий (архив 2001-2006)**. Ассоциация региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН). Договор № С/161-1/3 от 12.10.2009 г. на период с 12.10.2009 – бессрочно. **Сумма договора:** бесплатно. **Количество ключей (пользователей):** со всех компьютеров вуза. [http://arbicon.ru/services/mars\\_analitic.html](http://arbicon.ru/services/mars_analitic.html)
- 8) **Архив журнала Nature**. Научное издательство Nature Publishing Group, НП «НЭИКОН». Лицензионный договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 27.09.12 - бессрочно. **Сумма договора:** оплата оказанных услуг производится из средств Минобрнауки. **Количество ключей (пользователей):** со всех компьютеров ТГПУ. <http://www.nature.com/nature/index.html>
- 9) **Архив 16 научных журналов издательства Wiley**. Издательство Wiley, издательство Taylor&Francis Group, НП «НЭИКОН». Лицензионный договор № 317.55.11.4002 от 01.09.2011 г. на период с 06.05.13 – бессрочно. <http://onlinelibrary.wiley.com/>
- 10) **Архив научных журналов SAGE Journals Online**. Издательство SAGE Publications, НП «НЭИКОН». Договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 05.02.2012 – бессрочно. <http://online.sagepub.com/>
- 11) **Архив научных журналов издательства IOP Publishing**. Издательство IOP Publishing Института физики Великобритании, НП «НЭИКОН». Договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 13.04.2012 – бессрочно. <http://iopscience.iop.org/>
- 12) **Архив электронных журналов Electronic Back Volume Sciences Collection издательства Annual Reviews**. Издательство Annual Reviews, НП «НЭИКОН». Договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 06.05.2013 – бессрочно. <http://www.annualreviews.org/>
- 13) **Электронная библиотека ТГПУ**. <http://libserv.tspu.edu.ru/>

Программа утверждена на заседании кафедры химии и методики обучения химии, протокол 1 от 29.08 2014 г.

Заведующий кафедрой химии и методики обучения химии  О.Х. Полецук