

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Департамент образования Вологодской области**

**Администрация Вытегорского муниципального района**

**МБОУ "Вытегорская СОШ № 2"**

**УТВЕРЖДЕНО**

Директор школы



М.В.Робозёрова

приказ от «31» августа 2023г. № 103

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебного предмета «Физическая химия»**

для обучающихся 10 –11 классов

Разработчик Яковлева И.В.

г.Вытегра, 2023

## 1. Пояснительная записка

Учебный курс «Физическая химия» входит в часть учебного плана, формируемого участниками образовательных отношений, в соответствии с запросами обучающихся технологического профиля и их родителей (законных представителей).

Программа учебного курса «Физическая химия» разработана с учетом требований федерального государственного стандарта среднего общего образования к планируемым результатам освоения обучающимися основной образовательной программы среднего общего образования с интеграцией учебных предметов физики и химии.

Актуальность курса заключается в формировании познавательного направления физико-химического образования на уровне среднего общего образования и освоения некоторых фундаментальных знаний физической химии в соответствии с профессиональным самоопределением обучающихся профильного класса.

Программа реализуется в учебном пособии  
Белоногов В.А. Физическая химия. 10-11 классы: учебное пособие для общеобразовательных организаций/ В.А.Белоногов, Г.У.Белоногова. – М.:Просвещение, 2019. – (Профильная школа). – 192 с.: ил.

Курс рассчитан на 34 часа за 2 года обучения: по 0,5 недельных часа в 10 и 11 классе.

### **Цель программы:**

развитие целостного представления о связи химических и физических процессов; формирование навыков поиска логически верного пути решения нестандартных задач (комбинированных, для решения которых необходимы знания двух школьных дисциплин – физики и химии).

### **Задачи программы:**

- расширить и углубить знания учащихся по теоретическим и практическим основам химии и физики через систему расчетных и экспериментальных задач;
- развивать у учащихся интерес и творческий подход к предмету, навыки экспериментирования;
- максимально привлекать учащихся к выполнению индивидуальных заданий и на этой основе развивать их профессиональные стремления, склонности и способности;
- использовать в работе лаборатории метапредметные связи, обучать комплексному использованию знаний по разным предметам;
- развивать у обучающихся умения логически рассуждать, выбирать оптимальный способ решения конкретной задачи.

## 2. Планируемые результаты освоения курса

### Личностные результаты:

- ориентация обучающихся на реализацию позитивных жизненных перспектив, инициативность, креативность, готовность и способность к личностному самоопределению, способность ставить цели и строить жизненные планы;
- готовность и способность обеспечить себе и своим близким достойную жизнь в процессе самостоятельной, творческой и ответственной деятельности;
- готовность и способность обучающихся к отстаиванию личного достоинства, собственного мнения, готовность и способность вырабатывать собственную позицию по отношению к общественно-политическим событиям прошлого и настоящего на основе осознания и осмысления истории, духовных ценностей и достижений нашей страны;
- принятие и реализация ценностей здорового и безопасного образа жизни, бережное, ответственное и компетентное отношение к собственному физическому и психологическому здоровью;
- неприятие вредных привычек: курения, употребления алкоголя, наркотиков;
- российская идентичность, способность к осознанию российской идентичности в поликультурном социуме, чувство причастности к историко-культурной общности российского народа и судьбе России, патриотизм, готовность к служению Отечеству, его защите;
- уважение к своему народу, чувство ответственности перед Родиной, гордости за свой край, свою Родину, прошлое и настоящее многонационального народа России, уважение к государственным символам (герб, флаг, гимн);
- гражданственность, гражданская позиция активного и ответственного члена российского общества, осознающего свои конституционные права и обязанности, уважающего закон и правопорядок, осознанно принимающего традиционные национальные и общечеловеческие гуманистические и демократические ценности, готового к участию в общественной жизни;
- мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и общественной практики, основанное на диалоге культур, а также различных форм общественного сознания, осознание своего места в поликультурном мире;
- интериоризация ценностей демократии и социальной солидарности, готовность к договорному регулированию отношений в группе или социальной организации;
- готовность обучающихся противостоять идеологии экстремизма, национализма, ксенофобии; коррупции; дискриминации по социальным,

религиозным, расовым, национальным признакам и другим негативным социальным явлениям;

– нравственное сознание и поведение на основе усвоения общечеловеческих ценностей, толерантного сознания и поведения в поликультурном мире, готовности и способности вести диалог с другими людьми, достигать в нем взаимопонимания, находить общие цели и сотрудничать для их достижения;

– принятие гуманистических ценностей, осознанное, уважительное и доброжелательное отношение к другому человеку, его мнению, мировоззрению;

– способность к сопереживанию и формирование позитивного отношения к людям, в том числе к лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам; бережное, ответственное и компетентное отношение к физическому и психологическому здоровью других людей, умение оказывать первую помощь;

– формирование выраженной в поведении нравственной позиции, в том числе способности к сознательному выбору добра, нравственного сознания и поведения на основе усвоения общечеловеческих ценностей и нравственных чувств (чести, долга, справедливости, милосердия и дружелюбия);

– развитие компетенций сотрудничества со сверстниками, детьми младшего возраста, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности;

– заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества;

– готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;

– экологическая культура, бережное отношения к родной земле, природным богатствам России и мира; понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, ответственность за состояние природных ресурсов; умения и навыки разумного природопользования, нетерпимое отношение к действиям, приносящим вред экологии; приобретение опыта эколого-направленной деятельности;

– ответственное отношение к созданию семьи на основе осознанного принятия ценностей семейной жизни;

– положительный образ семьи, традиционных семейных ценностей;

– уважение ко всем формам собственности, готовность к защите своей собственности,

– осознанный выбор будущей профессии как путь и способ реализации собственных жизненных планов;

– готовность обучающихся к трудовой профессиональной деятельности как к возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем;

- потребность трудиться, уважение к труду и людям труда, трудовым достижениям, добросовестное, ответственное и творческое отношение к разным видам трудовой деятельности;
- готовность к самообслуживанию, включая обучение и выполнение домашних обязанностей;
- физическое, эмоционально-психологическое, социальное благополучие обучающихся в жизни образовательной организации, ощущение детьми безопасности и психологического комфорта, информационной безопасности.

## **Метапредметные результаты**

### **1. Регулятивные универсальные учебные действия**

#### **Выпускник научится:**

- самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;
- оценивать возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей, основываясь на соображениях этики и морали;
- ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;
- оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели;
- выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач, оптимизируя материальные и нематериальные затраты;
- организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;
- сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.

### **2. Познавательные универсальные учебные действия**

#### **Выпускник научится:**

- искать и находить обобщенные способы решения задач, в том числе, осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;
- критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций, распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;
- использовать различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках;
- находить и приводить критические аргументы в отношении действий и суждений другого; спокойно и разумно относиться к критическим замечаниям в отношении собственного суждения, рассматривать их как ресурс собственного развития;

- выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия;
- выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения;
- менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности.

### **3. Коммуникативные универсальные учебные действия**

#### **Выпускник научится:**

- осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за ее пределами), подбирать партнеров для деловой коммуникации исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;
- при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом команды в разных ролях (генератор идей, критик, исполнитель, выступающий, эксперт и т.д.);
- координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;
- развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;
- распознавать конфликтогенные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы, выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений.

#### **Предметные результаты**

#### **Выпускник научится:**

- раскрывать на примерах роль физической химии в формировании современной научной картины мира и в практической деятельности человека, взаимосвязь между химией и физикой;
- устанавливать взаимосвязь между строением атомов, молекул и их физическими и химическими свойствами;
- устанавливать возможность и направление течения процесса в физической химии, в которой изучаются тепловые балансы химических и физических процессов в различных условиях;
- определять основные понятия химической кинетики: скорость химических реакций и их зависимость от различных условий;
- решать задачи в области физической химии;
- определять взаимосвязи химических и физических процессов в растворах с электрическими явлениями;
- определять физико-химические свойства и закономерности их изменений в дисперсных системах;
- устанавливать причинно-следственные связи между строением атомов химических элементов и периодическим изменением свойств химических

элементов и их соединений в соответствии с положением химических элементов в периодической системе;

– составлять молекулярные и структурные формулы неорганических и органических веществ как носителей информации о строении вещества, его свойствах и принадлежности к определенному классу соединений;

– устанавливать зависимость реакционной способности органических соединений от характера взаимного влияния атомов в молекулах с целью прогнозирования продуктов реакции;

– устанавливать зависимость смещения химического равновесия от различных факторов с целью определения оптимальных условий протекания химических процессов;

– устанавливать генетическую связь между классами неорганических и органических веществ для обоснования принципиальной возможности получения неорганических и органических соединений заданного состава и строения;

– подбирать реагенты, условия и определять продукты реакций, позволяющих реализовать лабораторные и промышленные способы получения важнейших неорганических и органических веществ;

– определять характер среды в результате гидролиза неорганических и органических веществ и приводить примеры гидролиза веществ в повседневной жизни человека, биологических обменных процессах и промышленности;

– приводить примеры окислительно-восстановительных реакций в природе, производственных процессах и жизнедеятельности организмов, их физико-химическую основу;

– обосновывать практическое использование неорганических и органических веществ и их реакций в промышленности и быту;

– выполнять физико-химический эксперимент по распознаванию и получению неорганических и органических веществ, относящихся к различным классам соединений, в соответствии с правилами и приемами безопасной работы с химическими веществами и лабораторным оборудованием;

– проводить расчеты на основе химических формул и уравнений реакций: расчеты теплового эффекта реакции на основе закона Гесса; расчеты свободной энергии Гиббса и возможности протекания химических реакций; проводить расчеты на основе правил Вант-Гоффа и Кирхгофа; проводить простейшие термодинамические расчеты по термодинамическим уравнениям, расчеты равновесных систем и равновесных концентраций;

– использовать методы научного познания: анализ, синтез, моделирование химических процессов и явлений – при решении учебно-исследовательских задач по изучению свойств, способов получения и распознавания органических веществ;

– владеть правилами безопасного обращения с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии;

- осуществлять поиск химической информации по названиям, идентификаторам, структурным формулам веществ;
- критически оценивать и интерпретировать химическую информацию, содержащуюся в сообщениях средств массовой информации, ресурсах Интернета, научно-популярных статьях с точки зрения естественно-научной корректности в целях выявления ошибочных суждений и формирования собственной позиции;
- устанавливать взаимосвязи между фактами и теорией, причиной и следствием при анализе проблемных ситуаций и обосновании принимаемых решений на основе химических знаний;
- представлять пути решения глобальных проблем, стоящих перед человечеством, и перспективных направлений развития химических технологий, в том числе технологий современных материалов с различной функциональностью, возобновляемых источников сырья, переработки и утилизации промышленных и бытовых отходов.

**Выпускник получит возможность научиться:**

- формулировать цель исследования, выдвигать и проверять экспериментально гипотезы о химических свойствах веществ на основе их состава и строения, их способности вступать в химические реакции, о характере и продуктах различных химических реакций;
- самостоятельно планировать и проводить физико-химические эксперименты с соблюдением правил безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием;
- интерпретировать данные о составе и строении веществ, полученные с помощью современных физико-химических методов;
- описывать состояние электрона в атоме на основе современных квантово-механических представлений о строении атома для объяснения результатов спектрального анализа веществ;
- прогнозировать возможность протекания окислительно-восстановительных реакций, лежащих в основе природных и производственных процессов;
- рассчитывать процессы электролиза с объяснением катодно-анодных процессов, определять массу (объём) продуктов электролиза с использованием закона Фарадея.

### **3. Содержание учебного курса «Физическая химия»**

10 класс

#### **Введение**

Предмет физической химии. Основные методы физической химии. Роль и место физических законов и процессов в курсе химии. Общие рекомендации к решению и оформлению расчетных задач.



## **Тема 1. Химическая термодинамика**

Основные понятия термодинамики. Первый закон (начало) термодинамики.

Термохимия. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса.

Зависимость теплового эффекта от температуры. Уравнение Кирхгофа.

Второй закон (начало) термодинамики. Энтропия.

Определение возможности и предела протекания процесса. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Зависимость энтропии и энергии Гиббса от температуры.

**Практическая работа №1.** Калориметрия.

**Зачет №1** по теме «Химическая термодинамика»

## **Тема 2. Химическая кинетика**

Основные понятия химической кинетики. Скорость химической реакции и факторы, влияющие на неё.

Зависимость скорости реакции от концентрации. Порядок и молекулярность реакции. Методы определения кинетического порядка реакции. Формальная кинетика реакций различных порядков.

Зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации. Теория Аррениуса. Фотохимические реакции.

Основные понятия катализа. Гомогенный катализ. Кинетика ферментативных реакций, катализ и кинетика реакций с иммобилизованными ферментами. Адсорбция и гетерогенный катализ. Каталитические реакции.

**Практическая работа №2.** Зависимость скорости химических реакций от концентрации реагентов.

**Практическая работа №3.** Зависимость скорости реакции от температуры.

**Практическая работа №4.** Каталитические реакции.

**Зачет №2** по теме «Химическая кинетика»

Заключение

11 класс

## **Тема 1. Химическое равновесие.**

Основные понятия химического равновесия. Обратимые и необратимые химические реакции. Виды химического равновесия.

Закон действующих масс. Константы равновесия.

Влияние различных факторов на состояние химического равновесия.

**Практическая работа №1.** Химическое равновесие.

**Зачет №1** по теме Химическое равновесие.

## **Тема 2. Поверхностные явления.**

Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение.

Смачивание и несмачивание. Растекание. Когезия и адгезия. Адсорбция. Адсорбция на поверхности жидкости. Адсорбция на поверхности твёрдых тел.

Хроматография.

**Практическая работа №2.** Измерение поверхностного натяжения жидкостей.

**Практическая работа №3.** Сравнение поверхностной активности растворов веществ одного гомологического ряда.

**Практическая работа №4.** Сравнение эффективности моющих средств.

**Практическая работа №5.** Адсорбция уксусной кислоты активированным углем.

**Практическая работа №6.** Обнаружение катионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  с помощью бумажной хроматографии.

Заключение.

**Итоговый зачет по курсу «Физическая химия»**

#### **4. Учебно-тематическое планирование курса «Физическая химия»**

##### **10 класс**

№ п/п	Наименование разделов, тем	Всего часов	Количество часов		
			теоретические занятия	практические работы	зачетные работы
1	Введение	1	1		
2	Химическая термодинамика	8	6	1	1
3	Химическая кинетика	7	3	3	1
4	Заключение	1	1		
<b>ИТОГО</b>		<b>17</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

##### **11 класс**

№ п/п	Наименование разделов, тем	Всего часов	Количество часов		
			теоретические занятия	практические работы	зачетные работы
1	Химическое равновесие	5	3	1	1
2	Поверхностные явления	11	5	5	1
4	Заключение	1			1
<b>ИТОГО</b>		<b>17</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>3</b>

**Фонд оценочных средств  
(примерные зачетные работы) по учебному курсу  
«Физическая химия» 10-11 класса**

Фонд оценочных средств предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу общего учебного курса «Физическая химия». Фонд оценочных средств включает зачетные работы для проведения тематического и промежуточного контроля обучающихся: в 10 классе предусмотрено два тематических зачета, а в 11 классе – два тематических и один итоговый зачет.

**Оценка зачетных работ**

**1. Оценка экспериментальных умений**

Оценка «зачет»/«незачет» ставится на основании наблюдения за учащимися и письменного отчета за работу.

**Оценка «зачет»:**

- работа выполнена полностью и правильно, сделаны правильные наблюдения и выводы;
- эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и оборудованием;
- проявлены организационно-трудовые умения (поддерживаются чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).

**или**

- работа выполнена правильно, сделаны правильные наблюдения и выводы, но при этом эксперимент проведен не полностью или допущены несущественные ошибки в работе с веществами и оборудованием.

**или**

- работа выполнена правильно не менее чем наполовину или допущена существенная ошибка в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которая исправляется по требованию учителя.

**Оценка «незачет»:**

- допущены две (и более) существенные ошибки в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые учащийся не может исправить даже по требованию учителя.

## **2. Оценка умений решать экспериментальные задачи**

### **Оценка «зачет»:**

- план решения составлен правильно;
- правильно осуществлен подбор химических реактивов и оборудования;
- дано полное объяснение и сделаны выводы.

### **или**

- план решения составлен правильно;
- правильно осуществлен подбор химических реактивов и оборудования, при этом допущено не более двух несущественных ошибок в объяснении и выводах.

### **или**

- план решения составлен правильно;
- правильно осуществлен подбор химических реактивов и оборудования, но допущена существенная ошибка в объяснении и выводах.

### **Оценка «незачет»:**

- допущены две (и более) ошибки в плане решения, в подборе химических реактивов и оборудования, в объяснении и выводах.

## **3. Оценка умений решать расчетные задачи**

### **Оценка «зачет»:**

- в логическом рассуждении и решении нет ошибок, задача решена рациональным способом.

### **или**

- в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок.

### **или**

- в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущена существенная ошибка в математических расчетах.

### **Оценка «незачет»:**

- имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении.

## **4. Оценка письменных зачетных работ**

### **Оценка «зачет»:**

- ответ полный и правильный, возможна несущественная ошибка.

### **или**

- ответ неполный или допущено не более двух несущественных ошибок.

### **или**

- работа выполнена не менее чем наполовину, допущена одна существенная ошибка и при этом две-три несущественные.

### **Оценка «незачет»:**

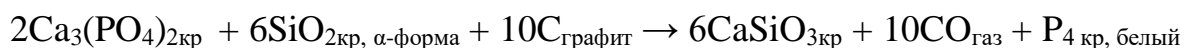
- работа выполнена меньше чем наполовину или содержит несколько существенных ошибок.

## Примерные тексты зачетных работ

### 10 класс

#### Зачетная работа по теме «Химическая термодинамика»

Дано уравнение химической реакции промышленного получения белого фосфора:



На основании уравнения химической реакции с использованием стандартных термодинамических величин:

- 1) Определите тепловой эффект данной реакции (ответ запишите с точностью до сотых). Составьте термохимическое уравнение и укажите, к какому типу относится данная химическая реакция.
- 2) Рассчитайте минимальную температуру, при которой возможна данная реакция (ответ запишите с точностью до целых).
- 3) Рассчитайте массу (объем, н.у.) компонентов реакции, если известно, что для её проведения израсходовали 12,4 г твердого ортофосфата кальция ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ), очищенного от примесей.
- 4) Рассчитайте, какой объем занимает угарный газ (CO) в условиях проведения реакции при постоянном давлении.
- 5) Рассчитайте количество теплоты, выделившееся (поглотившееся) в ходе реакции с определенным количеством реагентов.

#### Зачетная работа по теме «Химическая кинетика»

##### Скорость химических реакций. График зависимости концентрации от времени.

1. Реакция описывается условным уравнением  $\text{D} \rightarrow \text{F} + \text{C}$ . Начальная концентрация вещества D ( $\text{C}_{\text{D0}}$ ) была равна 6 моль/л и измерялась в промежутки времени ( $\Delta\tau$ ) от 1 до 18 секунд. Известно, что изменение концентрации описывается математическим уравнением  $c = \frac{6}{\tau}$ .

Постройте график зависимости концентрации от времени и определите мгновенную скорость реакции в момент времени 2, 4, 6, 8, 10 сек.

2. Реакция описывается условным уравнением  $\text{A} \rightarrow \text{B} + \text{C}$ . Начальная концентрация вещества A ( $\text{C}_{\text{A0}}$ ) была равна 14 моль/л и измерена в

промежуток времени ( $\Delta\tau$ ) от 5 до 12 секунд. Известно, что изменение концентрации описывается математическим уравнением  $c = \frac{14}{\tau-4}$ .

Постройте график зависимости концентрации от времени и определите мгновенную скорость реакции в момент времени 6, 8, 10, 12 сек.

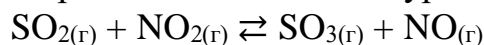
3. Реакция описывается условным уравнением  $F \rightarrow N + K$ . Начальная концентрация вещества F ( $C_{F0}$ ) была равна 1 моль/л и измерена в промежуток времени ( $\Delta\tau$ ) от 1 до 4 секунд. Известно, что изменение концентрации описывается математическим уравнением  $c = \frac{1}{x^3}$ .

Постройте график зависимости концентрации от времени и определите мгновенную скорость реакции в момент времени 1,4; 1,6; 1,8; 2 сек.

## 11 класс

### Зачет по теме «Химическое равновесие. Расчет равновесных концентраций»

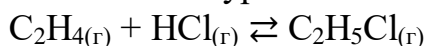
1. Обратимая газофазная реакция описывается уравнением



При 800°C и нормальном давлении смешали по 1 моль всех веществ (и реагентов, и продуктов). После установления равновесия в смеси обнаружено 1,5 моль  $\text{SO}_3$ .

- 1) Определите константу равновесия при данных условиях.
- 2) Рассчитайте тепловой эффект реакции при температуре проведения реакции.
- 3) Определите действие факторов, смещающее химическое равновесие в сторону продуктов.

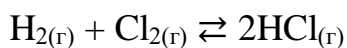
2. Для реакции, которая описывается уравнением химической реакции



при 230°C константа равновесия равна 0,13.

- 1) Определите состав равновесной смеси, полученной из 2 моль этилена и 1 моль HCl.
- 2) Рассчитайте тепловой эффект реакции при температуре проведения реакции.
- 3) Определите действие факторов, смещающее химическое равновесие влево, в сторону реагентов.

3. Константа равновесия реакции, протекающей по следующему уравнению

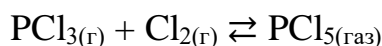


при 450°C равна 40.

- 1) Определите состав равновесной смеси, если исходные концентрации веществ составляют:

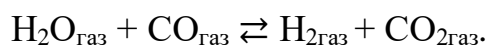
$$C_{\text{исх.}}(\text{Cl}_2) = 0,01 \text{ моль/л}, C_{\text{исх.}}(\text{H}_2) = 0,03 \text{ моль/л}.$$

- 2) Рассчитайте тепловой эффект реакции при температуре проведения реакции.
  - 3) Определите действие факторов, смещающее химическое равновесие в сторону продукта.
4. Газовая смесь, состоящая из 2 моль/л  $\text{PCl}_3$  и 2,5 моль/л  $\text{Cl}_2$ , реагирует при 800 К по уравнению



Константа равновесия при данной температуре равна 3.

- 1) Определите состав равновесной смеси.
  - 2) Рассчитайте тепловой эффект реакции при температуре проведения реакции.
  - 3) Определите действие факторов, смещающее химическое равновесие в сторону исходных веществ.
5. Определить состав равновесной смеси в паровоздушном генераторе при 986 °С, если константа равновесия реакции равна 0,623. Реакция протекает по уравнению



Начальный состав смеси:  $\text{CO}_2$  – 12 моль/л;  $\text{H}_2$  – 10 моль/л;  $\text{CO}$  – 10 моль/л;  $\text{H}_2\text{O}$  – 15 моль/л.

- 1) Определите состав равновесной смеси.
- 2) Рассчитайте тепловой эффект реакции при температуре проведения реакции.
- 3) Определите действие факторов, смещающее химическое равновесие в сторону продуктов реакции.

### **Зачет по теме «Поверхностные явления»**

1. Укажите единицу, измерения поверхностного натяжения жидкости:
  - 1) Дж/м<sup>2</sup>;
  - 2) Дж/моль;
  - 3) Н/м<sup>2</sup>;
  - 4) моль/м<sup>2</sup>.
2. Какая из жидкостей, граничащих с воздухом, имеет наибольшее значение  $\sigma$ ?
  - 1)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ;
  - 2)  $\text{H}_2\text{O}$ ;
  - 3) раствор  $\text{NaCl}$
  - 4)  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$
3. Какой из компонентов является ПАВ по отношению к воде?
  - 1)  $\text{NaCl}$ ;
  - 2)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ;
  - 3)  $\text{KCl}$ ;
  - 4) мочева кислота.

4. Какое значение  $\sigma$  соответствует повышенному, по сравнению с нормой (57-68 Эрг/см<sup>2</sup>), содержанию солей желчных кислот в моче?
- 1) 78;
  - 2) 71;
  - 3) 63;
  - 4) 53.
5. Укажите, в каких единицах не измеряется адсорбция на твердом сорбенте:
- 1) Дж/м<sup>2</sup>
  - 2) моль/г;
  - 3) моль/м<sup>2</sup>
  - 4) г/м<sup>2</sup>.
6. Какой фактор является одной из причин неполной адсорбции на поверхности твердого адсорбента?
- 1) сродство адсорбента и растворителя;
  - 2) наличие активных центров на поверхности адсорбента;
  - 3) сродство адсорбтива и адсорбента;
  - 4) поверхностная энергия твердого адсорбента.
7. Какой фактор является одной из причин неполной адсорбции на поверхности твердого адсорбента?
- 1) сродство адсорбента и растворителя
  - 2) наличие активных центров на поверхности адсорбента
  - 3) сродство адсорбента и адсорбтива
  - 4) поверхностная энергия твердого адсорбента

**Примерные вопросы к итоговому зачету по учебному курсу  
«Физическая химия»**

Химическая термодинамика

1. Термодинамическая система. Типы термодинамических систем (открытая, закрытая и изолированная). Дайте определения. Приведите примеры. Приведите формулировку нулевого закона термодинамики. Уравнения состояния. Привести примеры уравнений состояния для идеального и реального газов.
2. Первое начало термодинамики. Первое начало термодинамики для изобарного, изохорного и изотермического процессов. Что такое внутренняя энергия? Внутренняя энергия как термодинамическая функция. Теплота (определение). Работа (определение).
3. Второе начало термодинамики. Энтропия как термодинамическая функция. Статистическая природа второго начала термодинамики. Изменение энтропии в различных фазовых превращениях (плавление, кристаллизация, испарение, конденсация).
4. Способ вычисления стандартной энтропии химической реакции по энтропиям образования исходных и конечных реагентов. Уточненный расчет энтропии для заданной температуры с использованием закона Кирхгофа.



5. Тепловой эффект химической реакции. Экзо- и эндотермические реакции. Укажите знаки теплового эффекта ( $Q$ ) и энтальпии ( $\Delta H_r$ ) для экзотермической и эндотермической реакций. Запись термохимических уравнений.
6. Теплоемкость. Определение теплоемкости в классической термодинамике. В каких единицах измеряется. Виды теплоемкостей: удельная, молярная, изобарная, изохорная. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа в интегральной и дифференциальной формах для изобарного и изохорного процессов. Написать выражение и нарисовать график зависимости  $\Delta H(T)$  при  $C_p > 0, C_p = 0, C_p < 0$  (считать теплоемкость постоянной).
7. Энтальпия как термодинамическая функция. Приведите определение стандартной энтальпии образования химических веществ. Чему равна стандартная энтальпия образования простых веществ? Приведите определение стандартной энтальпии сгорания химических веществ. Чему равна стандартная энтальпия сгорания высших оксидов? Назовите стандартные условия реакции (температура, давление).
8. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Способы расчета энтальпий реакций с использованием закона Гесса. Как по стандартной энтальпии образования (сгорания) исходных и конечных реагентов вычислить стандартную энтальпию химической реакции? (описать метод расчета). Теплота растворения (определение). Теплота гидратации (определение).
9. Термодинамические переменные. Экстенсивные и интенсивные переменные. Температура, давление, объем. Единицы измерения.
10. Энергия Гельмгольца как термодинамическая функция. Критерий протекания самопроизвольных процессов в изохорно-изотермических условиях. Энергия Гиббса как термодинамическая функция. Критерий протекания самопроизвольных процессов в изобарно-изотермических условиях.
11. Сдвиг химического равновесия. Принцип Ле-Шателье. Как влияет на смещение равновесия изменение давления, температуры, концентраций реагирующих веществ.
12. Условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса. Степень свободы, компонент, фаза. Фазовое равновесие. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона и его анализ. Фазовые переходы. Виды фазовых переходов. Диаграмма состояния однокомпонентной системы. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста.
13. Дать определение гомогенной и гетерогенной системам. Закон распределения. Дать формулировку, записать уравнение. Что такое коэффициент распределения и от чего он зависит?

### Химическая кинетика

1. Основные понятия и постулаты формальной кинетики. Прямая и обратная кинетические задачи. Основные положения теории

активированного комплекса. Основные положения теории активных соударений.

2. Дать определение скорости химических реакций в гомогенных системах. В каких единицах измеряется скорость химической реакции? Записать формулу для расчета скорости с пояснениями. От каких факторов зависит скорость гомогенных процессов?

3. Дать определение скорости химических реакций в гетерогенных системах. В каких единицах измеряется скорость химической реакции? Записать формулу для расчета скорости с пояснениями. От каких факторов зависит скорость гетерогенных процессов?

4. Влияние концентрации на скорость реакции. Закон действующих масс. Записать уравнения закона действующих масс для прямой и обратной реакций (через парциальные давления реагентов и молярные концентрации).

5. Уравнение закона действующих масс для обратимой реакции. Почему обратимые реакции носят динамический характер? Константа скорости реакции. Запишите соотношение, связывающее константу равновесия обратимой реакции и кинетические константы прямой и обратной реакций.

6. Что такое порядок реакции? Время полупревращения. Способы экспериментального определения порядка реакции (интегральные и дифференциальные методы). Записать выражения закона действующих масс для реакций нулевого, первого, второго и третьего порядков.

7. Уравнение Аррениуса. Параметры уравнения Аррениуса (энергия активации, стерический множитель). Дать определение энергии активации. Способы определения опытной энергии активации.

8. Дать определение энергии активации. Записать уравнение, связывающее энергии активации прямой и обратной реакций. Привести энергетическую диаграмму для экзотермической реакции. Привести энергетическую диаграмму для эндотермической реакции.

9. Влияние температуры на скорость химической реакции. Правило Вант-Гоффа. Что такое температурный коэффициент реакции?

10. Что называется элементарной стадией химической реакции? По какому признаку классифицируют элементарные реакции? Что такое порядок и молекулярность реакции? Причины несовпадения порядка и молекулярности реакций.

11. Классификация сложных реакций. Последовательные реакции. Параллельные реакции. Цепные реакции. Механизм цепных реакций. Какие этапы характерны для цепных реакций?

12. Скорости реакций в открытых системах. Реактор идеального смешения и реактор идеального вытеснения. Уравнение для стационарной скорости реакции в реакторах идеального смешения и идеального вытеснения.

13. Кинетика гетерогенных процессов. Гетерогенные реакции. Диффузия. Условия протекания реакции в диффузионном, кинетическом и переходном режимах. Что такое лимитирующая стадия?

14. Фотохимические реакции. Основные закономерности протекания фотохимических реакций. Что такое квантовый выход реакции?

15. Катализ. Катализатор. Виды катализа. Привести общие закономерности катализа. Гомогенный катализ (привести схему гомогенного катализа). 16. Гетерогенный катализ (основные стадии). Теории гетерогенного катализа.

### Поверхностные явления

1. Определение, основные задачи и направления коллоидной химии. Дисперсные системы, универсальность дисперсного состояния вещества. Классификация дисперсных систем. Роль коллоидной химии в геологии. Границы раз дела фаз. Поверхностное натяжение, его связь с межмолекулярными взаимодействиями. Работа когезии. Межфазное натяжение. Работа адгезии.
2. Смачивание идеальных и реальных поверхностей. Уравнение Юнга. Термодинамические основы несмачивания, смачивания и растекания. Избирательное смачивание. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Капиллярное давление. Капиллярные явления: капиллярное поднятие, стягивание частиц менисками смачивающих жидкостей. Зависимость давления насыщенных паров (растворимости частиц) от радиуса кривизны поверхности. Закон Томсона (Кельвина) и его следствия: изотермическая перегонка, перекристаллизация, капиллярная конденсация.
3. Адсорбция поверхностно-активных веществ (ПАВ) из растворов на границах раздела фаз водный раствор/воздух, водный раствор/неполярная жидкость и раствор/твердое тело. Влияние ПАВ на поверхностное натяжение. Влияние адсорбционных слоев ПАВ на смачивание. Гидрофилизация и гидрофобизация твердых поверхностей. Использование явления адсорбции в геологии: флотационное обогащение руд, очистка водных растворов от растворенных веществ.
4. Образование термодинамически устойчивых и неустойчивых дисперсных систем в результате процессов диспергирования и конденсации (или кристаллизации). Эффект Ребиндера.
5. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Броуновское движение. Диффузия. Седиментация. Седиментационно-диффузионное равновесие. Оптические свойства дисперсных систем. Дисперсионный анализ.
6. Электроповерхностные свойства дисперсных систем. Причины образования и модели строения двойного электрического слоя. Ионный обмен. Значение ионного обмена в геологии (образование вторичных месторождений, концентрирование и разделение элементов в земной коре, ионный обмен в почвах и др.). Электрокинетические явления. Понятие об электрокинетическом потенциале. Влияние электролитов на строение двойного электрического слоя и величину электрокинетического потенциала.
7. Устойчивость и эволюция дисперсных систем. Седиментационная и агрегативная устойчивость. Коагуляция зелей под действием электролитов. Основы теории ДЛФО. Роль процессов коагуляции в

- геологии. Факторы, обеспечивающие стабильность и разрушение дисперсных систем.
8. Структурообразование и структурно-механические свойства дисперсных систем. Типы дисперсных структур. Образование и прочность дисперсных структур. Явление тиксотропии. Основы реологии. Реологическое поведение свободно- и связнодисперсных систем.
  9. Коллоидно-химические методы охраны окружающей среды. Использование процессов седиментации, адсорбции, коагуляции, флокуляции, ионного обмена, диализа, электрофореза в технологиях очистки сточных вод.