

Компонент 04.03.01 Химия

Б1.О.20

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Дисциплины
(модуля)

Физическая химия

Разработчик:

Воронько Н.Г.

ФИО

доцент кафедры химии

должность

доктор хим. наук, доцент

ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры

химии

наименование кафедры

протокол № 6 «16» февраля 2024 г.

Заведующий кафедрой химии



Дякина Т.А.
ФИО

Мурманск
2024

1. Критерии и средства оценивания компетенций и индикаторов их достижения, формируемых дисциплиной (модулем)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора(ов) достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)			Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточной аттестации
		<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>		
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ИД-1опк-1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов. ИД-2опк-1 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии. ИД-3опк-1 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической	физико-химические основы протекания процессов в различных системах; теоретические и практические основы физико-химических методов исследования систем для решения вопросов, связанных с практической деятельностью; современные физико-химические методы исследования; основные физико-химические величины, константы, их определение, единицы измерения	использовать физико-химические свойства различных систем при решении профессиональных задач; использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; определять основные физико-химические характеристики веществ	методами экспериментальных определений физико-химических величин; навыками постановки эксперимента и обработки экспериментальных результатов; навыками выполнения химических лабораторных операций химических лабораторных операций	Комплект заданий для выполнения и защиты лабораторных работ, выполнения контрольных работ	Результаты текущего контроля

	направленности.					
ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ИД-1опк-2 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности. ИД-2опк-2 Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик. ИД-3опк-2 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе. ИД-4опк-2 Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.	физико-химические основы протекания процессов в различных системах; теоретические и практические основы физико-химических методов исследования систем для решения вопросов, связанных с практической деятельностью; современные физико-химические методы исследования; основные физико-химические величины, константы, их определение, единицы измерения	использовать физико-химические свойства различных систем при решении профессиональных задач; использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; определять основные физико-химические характеристики веществ	методами экспериментальных определений физико-химических величин; навыками постановки эксперимента и обработки экспериментальных результатов; навыками выполнения химических лабораторных операций	Комплект заданий для выполнения и защиты лабораторных работ, выполнения контрольных работ	Результаты текущего контроля
ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием	ИД-1опк-3 Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности. ИД-2опк-3 Использует стандартное программное обеспечение при	физико-химические основы протекания процессов в различных системах; теоретические и практические основы физико-химических методов исследования систем для решения вопросов, связанных с практической	использовать физико-химические свойства различных систем при решении профессиональных задач; использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; определять основные физико-	методами экспериментальных определений физико-химических величин; навыками постановки эксперимента и обработки экспериментальных результатов; навыками выполнения химических лабораторных операций	Комплект заданий для выполнения и защиты лабораторных работ, выполнения контрольных работ	Результаты текущего контроля

современной вычислительной техники	решении задач химической направленности.	деятельностью; современные физико-химические методы исследования; основные физико-химические величины, константы, их определение, единицы измерения	химические характеристики веществ	операций		
ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	ИД-1оПК-4 Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности. ИД-2оПК-4 Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик. ИД-3оПК-4 Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.	физико-химические основы протекания процессов в различных системах; теоретические и практические основы физико-химических методов исследования систем для решения вопросов, связанных с практической деятельностью; современные физико-химические методы исследования; основные физико-химические величины, константы, их определение, единицы измерения	использовать физико-химические свойства различных систем при решении профессиональных задач; использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; определять основные физико-химические характеристики веществ	методами экспериментальных определений физико-химических величин; навыками постановки эксперимента и обработки экспериментальных результатов; навыками выполнения химических лабораторных операций химических лабораторных операций	Комплект заданий для выполнения и защиты лабораторных работ, выполнения контрольных работ	Результаты текущего контроля

2. Оценка уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)

Показатели оценивания компетенций (индикаторов их достижения)	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)			
	Ниже порогового («неудовлетворительно»)	Пороговый («удовлетворительно»)	Продвинутый («хорошо»)	Высокий («отлично»)
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки.
Наличие умений	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объёме без недочётов.
Наличие навыков (владение опытом)	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочётами.	Продemonстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочётами.	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
Характеристика сформированности компетенции	Компетенции фактически не сформированы. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Зачетное количество баллов не набрано согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач. Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков достаточно для решения стандартных профессиональных задач. Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в полной мере достаточно для решения сложных, в том числе нестандартных, профессиональных задач. Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону

3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля

3.1 Критерии и шкала оценивания лабораторных работ

Перечень лабораторных работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требования к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ, а также в пособии:

Путинцев, Н. М. Практикум по физической химии / Н. М. Путинцев, Н. Г. Воронько. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2008. – 119 с. (Библиотека МАУ – 93 экз.)

Оценка	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по лабораторной работе, задания по практической работе выполнены качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
<i>Хорошо</i>	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
<i>Удовлетворительно</i>	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на лабораторную/практическую работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
<i>Неудовлетворительно</i>	Задание выполнено со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. Задание не выполнено.

Примерный перечень вопросов, задаваемых при защите лабораторных работ по дисциплине «Физическая химия»:

№	Вопрос	Формируемые компетенции
1.	Что называется диполем? Что называется дипольным моментом молекулы?	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4
2.	Что представляет собой постоянный дипольный момент молекулы? Какие молекулы имеют постоянный дипольный момент?	
3.	Что называется поляризацией вещества? Какие виды поляризации Вы знаете?	
4.	Что называется молярной поляризацией вещества P_m ? В каких единицах измеряется молярная поляризация вещества в СИ?	
5.	Что называется поляризуемостью молекулы? В каких единицах измеряется поляризуемость молекулы в СИ?	
6.	Что называется молярной рефракцией? Что позволяет определить молярная рефракция вещества?	
7.	Что называется показателем преломления вещества (абсолютным и относительным)? Сформулировать законы преломления света.	
8.	Что называется диэлектрической восприимчивостью вещества?	
9.	Что называется диэлектрической проницаемостью вещества?	
10.	Какая связь называется полярной связью?	
11.	Что называется внутренней энергией системы?	
12.	Сформулируйте и запишите математически первое начало термодинамики.	
13.	Какие функции являются функциями состояния и функциями	

	перехода термодинамической системы?
14.	Дайте определение интегральной теплоты растворения.
15.	Дайте определение энергии кристаллической решетки. Как связана энергия кристаллической решетки с энергией разрушения кристаллической решетки?
16.	Дайте определение теплоемкости вещества (удельной, молярной).
17.	Сформулировать закон Кирхгофа для зависимости энтальпии реакции от температуры.
18.	Дайте определение эндотермического и экзотермического процессов. К каким процессам относятся процессы разрушения кристаллической решетки растворяемого вещества и гидратации его частиц?
19.	Приведите физический смысл постоянной калориметра.
20.	Дайте понятие адиабатического процесса.
21.	Что называется криоскопической постоянной?
22.	Что называется химическим потенциалом системы?
23.	Как определяется степень диссоциации вещества криоскопическим методом?
24.	Почему стакан с солью между оконными рамами предохранит стекла от запотевания.
25.	Дайте определение парциальной молярной величине.
26.	Запишите формулу Клапейрона–Клаузиуса для «чистого» вещества и объясните ее.
27.	Что такое моляльность раствора?
28.	Сформулируйте закон Рауля и запишите его в разных формах (с использованием x_1 и x_2).
29.	Что принимается за температуру замерзания раствора?
30.	Что называется эвтектической температурой и эвтектикой?
31.	Что представляют собой кристаллогидраты солей?
32.	Почему криоскопическая и эбулиоскопическая постоянные имеют разные знаки?
33.	Дайте определение идеального и предельно разбавленного растворов.
34.	Что называется молярной и удельной энтальпиями плавления?
35.	Какого рода бывают проводники электрического тока? В чём их различие?
36.	Что такое электрическая проводимость (электропроводность)?
37.	Дайте определение понятий <i>удельная</i> и <i>молярная электропроводности</i> раствора электролита? Какова связь между ними?
38.	Как влияют на удельную электропроводность температура, давление, концентрация электролита? Объясните зависимость удельной электропроводности от концентрации.
39.	Что такое абсолютная скорость движения иона? Какова зависимость молярной электропроводности от скорости движения ионов?
40.	Что такое числа переноса ионов?
41.	Что такое предельная молярная электропроводность электролита? Сформулируйте закон Кольрауша (закон независимого движения ионов) и приведите математическое выражение.
42.	В чём заключаются электрофоретический и релаксационный

	эффекты?	
43.	Как зависит молярная электропроводность растворов слабых и сильных электролитов от концентрации? Приведите уравнение Дебая–Гюккеля–Онзагера.	
44.	Как, зная молярную электропроводность раствора слабого электролита, определить степень и константу диссоциации электролита?	
45.	Как по экспериментальным данным можно определить предельную молярную электропроводность сильного и слабого электролита?	
46.	В чём заключается сущность метода компенсации? Опишите принципиальную схему четырёхплечного моста переменного тока (моста Кольрауша).	
47.	Из чего складывается полное сопротивление цепи переменного тока (импеданс)?	
48.	Опишите принципиальное устройство кондуктометрической ячейки. Из чего складывается импеданс кондуктометрической ячейки?	
49.	Как можно устранить реактивные сопротивления в отдельных плечах моста Кольрауша?	
50.	Дайте определения понятий <i>элементарная химическая реакция</i> , <i>элементарный химический акт</i> , <i>молекулярность реакции</i> . Как классифицируются реакции по признаку молекулярности?	
51.	Дайте определения понятий <i>скорость элементарной химической реакции</i> , <i>средняя скорость реакции</i> , <i>истинная скорость реакции</i> . В каких единицах измеряется скорость реакции?	
52.	Какие значения может принимать общий порядок реакции? В каких случаях он совпадает, а в каких не совпадает с молекулярностью?	
53.	Сформулируйте принцип независимости протекания реакции и следствие из него.	
54.	Приведите кинетические уравнения для реакций нулевого, первого, второго и n -го порядков в дифференциальной и в интегральной формах.	
55.	Что такое период полураспада? Приведите математические выражения периода полураспада для реакций нулевого, первого, второго и n -го порядков.	
56.	Для реакций какого порядка константа скорости не зависит от способа выражения концентрации? Докажите математически.	
57.	Для реакций какого порядка период полураспада не зависит от начальной концентрации реагирующего вещества? Докажите это математически.	
58.	Какие вы знаете способы определения порядка реакции?	
59.	Сформулируйте законы Бугера–Ламберта, Бера, Бугера–Ламберта–Бера приведите их математические выражения.	

3.2 Критерии и шкала оценивания контрольных работ

Контрольные работы предназначены для формирования и проверки знаний/умений/навыков в рамках оцениваемых компетенций по дисциплине. Методические рекомендации по выполнению КР представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

Оценка/баллы	Критерии оценивания
<i>Отлично/20</i>	Работа выполнена полностью, без ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием непонимания материала).
<i>Хорошо/17-19</i>	Работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны, допущена одна негрубая ошибка или два-три недочета, не влияющих на правильную последовательность рассуждений.
<i>Удовлетворительно 15-16</i>	В работе допущено более одной грубой ошибки или более двух-трех недочетов, но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.
<i>Неудовлетворительно Меньше 15</i>	В работе есть грубые ошибки и недочеты ИЛИ Контрольная работа не выполнена.

4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении промежуточной аттестации

Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины с экзаменом

Для дисциплин, заканчивающихся экзаменом, результат промежуточной аттестации складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля и при проведении экзамена.

В ФОС включен список вопросов к экзамену и типовой вариант экзаменационного билета.

Список вопросов к экзамену:

1. Предмет химической термодинамики. Классификация термодинамических систем. Функции состояния и процесса. Внутренняя энергия, энтальпия, теплота, работа.
2. Факторы интенсивности и экстенсивности. Работа против внешнего давления и полезная работа. Первый закон термодинамики. Виды термодинамических процессов.
3. Понятие о теплоёмкости. Теплоёмкость истинная и средняя, при постоянном объёме и постоянном давлении. Зависимость теплоёмкости от температуры. Связь между C_p и C_v .
4. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Закон Кирхгофа в дифференциальной и интегральной форме. Вывод развёрнутого уравнения Кирхгофа.
5. Термохимия. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса, его следствия. Стандартные теплоты образования и сгорания. Теплота растворения.
6. Калориметрия, калориметры. Назначение и классификация калориметров. Постоянная калориметра.
7. Бомбовый калориметр, пламенный калориметр, калориметр растворения, микрокалориметр Кальве.
8. Смысл и значение второго закона термодинамики. Неравновесные и равновесные процессы. Цикл Карно. Теорема Клаузиуса–Карно.

9. Энтропия по определению Клаузиуса. Второй закон термодинамики как закон возрастания энтропии. Энтропия и термодинамическая вероятность системы. Формула Больцмана–Планка.
10. Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Критерии самопроизвольности процесса и равновесия системы.
11. Характеристические функции. Соотношения Максвелла. Уравнения Гиббса–Гельмгольца.
12. Химический потенциал. Фундаментальные уравнения Гиббса. Уравнение Гиббса–Дюгема. Химические потенциалы идеального и реального газа, компонентов идеального и реального растворов.
13. Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка. Принцип недостижимости абсолютного нуля. Расчёт абсолютной энтропии.
14. Связь константы равновесия с максимальной работой реакции. Уравнение изотермы химической реакции.
15. Химическое сродство. Принцип Бертло–Томсена. Уравнения изохоры и изобары реакции.
16. Основные понятия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса.
17. Равновесие чистого вещества в двух фазах однокомпонентной системы. Уравнение Клаузиуса–Клапейрона.
18. Применение правила фаз Гиббса к анализу диаграммы состояния однокомпонентных систем. Диаграмма состояния воды.
19. Физико-химический анализ. Термический анализ. Построение диаграммы плавкости двухкомпонентной системы с одной эвтектикой. Правило рычага.
20. Коллигативные свойства растворов. Закон Рауля. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения разбавленных растворов. Криоскопия и эбулиоскопия.
21. Проводники первого и второго рода. Электропроводность растворов электролитов. Удельная и молярная электропроводность. Подвижности ионов. Уравнения Кольрауша–Онзагера. Релаксационный и электрофоретический эффекты.
22. Определение электропроводности растворов. Мост Кольрауша. Принципиальное устройство кондуктометрической ячейки. Кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование, его применение.
23. Кинетика химических реакций. Скорость химических реакций. Закон действующих масс. Порядок и молекулярность реакции. Реакции 1-го, 2-го и n -го порядка.

Типовой вариант экзаменационного билета

МУРМАНСКИЙ АРКТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Естественно-технологический институт

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № ____

по Физической химии для 04.03.01 Химия

1. Факторы интенсивности и экстенсивности. Работа против внешнего давления и полезная работа. Первый закон термодинамики. Виды термодинамических процессов.
2. Проводники первого и второго рода. Электропроводность растворов электролитов. Удельная и молярная электропроводность. Подвижности ионов. Уравнения Кольрауша–Онзагера. Релаксационный и электрофоретический эффекты.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры « ____ » _____ 20__ г.

Профессор кафедры химии _____ Н.Г. Воронько

<i>Хорошо</i>	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет специальной терминологией на достаточном уровне; могут возникнуть затруднения при ответе на уточняющие вопросы по рассматриваемой теме; в целом демонстрирует общую эрудицию в предметной области.
<i>Удовлетворительно</i>	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, плохо владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, недостаточно ориентируется в источниках специализированных знаний.
<i>Неудовлетворительно</i>	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеет специальной терминологией, не ориентируется в источниках специализированных знаний. Нет ответа на поставленный вопрос.

Оценка, полученная на экзамене, переводится в баллы («5» – 20 баллов, «4» – 15 баллов, «3» – 10 баллов) и суммируется с баллами, набранными в ходе текущего контроля.

Итоговая оценка по дисциплине (модулю)	Суммарные баллы по дисциплине (модулю), в том числе	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	91–100	Выполнены все контрольные точки текущего контроля на высоком уровне. Экзамен сдан
<i>Хорошо</i>	81–90	Выполнены все контрольные точки текущего контроля. Экзамен сдан
<i>Удовлетворительно</i>	70–80	Контрольные точки выполнены в неполном объеме. Экзамен сдан
<i>Неудовлетворительно</i>	69 и менее	Контрольные точки не выполнены; не сдан экзамен

5. Задания диагностической работы для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках внутренней независимой оценки качества образования

ФОС содержит задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующих уровень сформированности компетенций и индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины (модуля).

Комплект заданий разработан таким образом, чтобы осуществить процедуру оценки каждой компетенции, формируемых дисциплиной (модулем), у обучающегося в письменной форме.

Содержание комплекта заданий включает: *тестовые задания, практико-ориентированные задания.*

Перечень задач для тестирования:

Код и наименование компетенции

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений

ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием

1. Удельное сопротивление 0,01М раствора KCl $\rho = 709,22 \cdot 10^{-2}$ Ом·м. Вычислите удельную и молярную электропроводности раствора.
2. Кондуктометрическая ячейка содержит 0,1М водный раствор KCl при $T = 298\text{K}$. Молярная электропроводность раствора $\lambda(\text{KCl}) = 129 \cdot 10^{-4} \frac{\text{См} \cdot \text{м}^2}{\text{моль}}$. Измеренное сопротивление ячейки составляет 28,44 Ом. Когда эту же ячейку заполнили 0,05М водным раствором NaOH, её сопротивление стало 31,6 Ом. Найдите молярную электропроводность водного раствора NaOH.
3. Рассчитайте электропроводность 1М раствора AgNO_3 при 291К, если расстояние между электродами 5 см, а площадь каждого электрода 2 см². Молярная электропроводность раствора $\lambda = 94,3 \cdot 10^{-4} \frac{\text{См} \cdot \text{м}^2}{\text{моль}}$.
4. При 273К удельная электропроводность насыщенного раствора TlBr равна $2,158 \cdot 10^{-2} \frac{\text{См}}{\text{м}}$. Удельная электропроводность чистой воды, применяемой для опыта, равна $4,85 \cdot 10^{-6} \frac{\text{См}}{\text{м}}$. Предельная молярная электропроводность соли равна $138,3 \cdot 10^{-4} \frac{\text{См} \cdot \text{м}^2}{\text{моль}}$. Вычислите растворимость TlBr.
5. При 18°C удельная электропроводность насыщенного раствора BaCO_3 равна $25,475 \cdot 10^{-4} \frac{\text{См}}{\text{м}}$. Удельная электропроводность чистой воды, применяемой для опыта, равна $4,41 \cdot 10^{-6} \frac{\text{См}}{\text{м}}$. Вычислите растворимость BaCO_3 .
6. Рассчитайте скорость движения иона Rb^+ в водном растворе при температуре 25°C, если разность потенциалов 35 В приложена к электродам, находящимся на расстоянии 0,8 см друг от друга.

7. Рассчитайте скорость движения иона Na^+ в водном растворе при температуре 25°C , если разность потенциалов 10 В приложена к электродам, находящимся на расстоянии 1 см друг от друга. Сколько времени понадобится иону, чтобы пройти расстояние от одного электрода до другого?
8. Абсолютные скорости движения эквивалентов ионов Sr^{2+} и Cl^- в предельно разбавленном растворе при 291К равны соответственно $5,2 \cdot 10^{-8}$ и $6,8 \cdot 10^{-8} \frac{\text{м}^2}{\text{В} \cdot \text{с}}$. Определите молярные электропроводности и числа переноса эквивалентов ионов, молярную электропроводность раствора SrCl_2 .
9. Предельная молярная электропроводность KClO_4 при 291К равна $122,8 \cdot 10^{-4} \frac{\text{См} \cdot \text{м}^2}{\text{моль}}$. Число переноса иона ClO_4^- равно 0,481. Определите абсолютные скорости движения ионов K^+ и ClO_4^- .
10. Вычислите молярную электропроводность уксусной кислоты при бесконечном разведении λ_0 при 298К, если предельные молярные электропроводности HCl , CH_3COONa , NaCl равны соответственно: $426,15 \cdot 10^{-4}$; $91 \cdot 10^{-4}$; $126,45 \cdot 10^{-4} \frac{\text{См} \cdot \text{м}^2}{\text{моль}}$.
11. Вычислите молярную электропроводность сульфата алюминия при бесконечном разведении λ_0 при 298К, если предельные молярные электропроводности AlCl_3 , H_2SO_4 , HCl равны соответственно: $418,05 \cdot 10^{-4}$; $859,6 \cdot 10^{-4}$; $426,15 \cdot 10^{-4} \frac{\text{См} \cdot \text{м}^2}{\text{моль}}$.
12. Вычислите молярную электропроводность 0,001 н раствора хлорида лития при 291К, если молярные электропроводности 0,001 н растворов LiNO_3 , NaNO_3 , NaCl при 291К равны соответственно: $92,9 \cdot 10^{-4}$; $102,9 \cdot 10^{-4}$; $106,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{См} \cdot \text{м}^2}{\text{моль}}$.
13. Рассчитайте удельную электропроводность абсолютно чистой воды при 25°C . Ионное произведение воды при этой температуре равно $1,00 \cdot 10^{-14}$.
14. Вычислите степень диссоциации абсолютно чистой воды при 25°C . При расчёте используйте: плотность воды, удельную электропроводность воды, подвижности ионов. Данные возьмите из справочника [6].
15. Вычислите степень и константу диссоциации муравьиной кислоты при разведении $64 \frac{\text{л}}{\text{моль}}$ при 298К, если удельная электропроводность раствора κ равна $6,75 \cdot 10^{-2} \frac{\text{См}}{\text{м}}$.
16. Вычислите степень и константу диссоциации уксусной кислоты, если при 298К и концентрации 0,1М молярная электропроводность раствора $\lambda = 5,2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{См} \cdot \text{м}^2}{\text{моль}}$.
17. Вычислите степень диссоциации, константу диссоциации и рН раствора масляной кислоты $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ при разведении $128 \frac{\text{л}}{\text{моль}}$ и 298К, если молярная электропроводность раствора $\lambda = 16,3 \cdot 10^{-4} \frac{\text{См} \cdot \text{м}^2}{\text{моль}}$.
18. Вычислите степень диссоциации, константу диссоциации и рН раствора гидроксида аммония при концентрации 0,0156М и 298К, если молярная электропроводность раствора $\lambda = 9,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{См} \cdot \text{м}^2}{\text{моль}}$.

19. Вычислите предельную молярную электропроводность монохлоруксусной кислоты при $T=298\text{K}$, если константа диссоциации кислоты $K_d = 1,55 \cdot 10^{-3}$, а молярная электропроводность при разведении $32 \frac{\text{л}}{\text{моль}}$ равна $77,2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{См} \cdot \text{м}^2}{\text{моль}}$.
20. Вычислите молярную электропроводность раствора хлорида натрия концентрацией $5 \cdot 10^{-4}$ и $2 \cdot 10^{-3}\text{M}$ по уравнению Дебая-Гюккеля-Онзагера при $T = 298\text{K}$. Данные о подвижностях эквивалентов ионов, вязкости и диэлектрической проницаемости воды возьмите из справочника [6].

Код и наименование компетенции

ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники

ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач

21. Период полураспада трития составляет около 12 лет. Через сколько лет распадается 90% трития, содержащегося в воздухе? Пополнение содержания трития в воздухе за счёт реакции синтеза не учитывать.
22. Период полураспада радиоактивного изотопа ^{14}C равен 5730 лет. При археологических раскопках было найдено деревянное изделие, содержание ^{14}C в котором составляет 72% от нормального. Каков возраст изделия?
23. Период полураспада радиоактивного изотопа ^{90}Sr , который попадает в атмосферу при ядерных испытаниях, равен 28,1 лет. Предположим, что организм новорождённого ребёнка поглотил 1,00 мг этого изотопа. Сколько стронция останется в организме через: а) 18 лет, б) 70 лет, если считать, что он не выводится из организма?
24. Константа скорости для реакции первого порядка $\text{SO}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{Cl}_2$ равна $2,2 \cdot 10^{-5} \text{с}^{-1}$ при температуре 320°C . Сколько процентов SO_2Cl_2 разложится при выдерживании его в течение 2 ч при данной температуре?
25. Разложение N_2O_5 является реакцией первого порядка, константа скорости которой равна $0,002 \text{мин}^{-1}$ при температуре 300°C . Определите, сколько процентов N_2O_5 разложится за 2ч.
26. В некоторой макромолекулярной реакции половина вещества распадается за 1000 с. Сколько времени необходимо для разложения 90% первоначального количества вещества?
27. Во сколько раз потребуется больше времени, чтобы в мономолекулярной реакции прореагировало 99,9% исходного вещества по сравнению с тем временем, которое необходимо для реагирования 50% исходного вещества?
28. Константа скорости реакции первого порядка $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{г}) \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г})$ при 25°C равна $3,38 \cdot 10^{-5} \text{с}^{-1}$. Чему равен период полураспада N_2O_5 ? Чему будет равно давление в системе через: а) 10 с, б) 10 мин, если начальное давление $P_0 = 500 \text{Торр}$?
29. Раствор сахара концентрацией $0,3 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}$ в течение 30 мин инвертируется на 33%. Через сколько времени инвертируется 80 и 90% сахара?

30. 20%-ный раствор тростникового сахара инвертируется в 0,5 н растворе молочной кислоты при $T = 298\text{K}$. Раствор сахара вращает плоскость поляризации вправо, а смесь продуктов инверсии – влево. Угол вращения в обоих случаях пропорционален концентрации растворённых веществ. Реакция протекает по уравнению первого порядка. Вычислите среднюю константу скорости и период полураспада. Определите, сколько времени потребуется, чтобы инверсии подверглось 90% сахара. Зависимость угла вращения от времени приведена в таблице:

τ , мин	0	1435	11360	∞
α , °	+34,50	+31,10	+13,98	-10,77

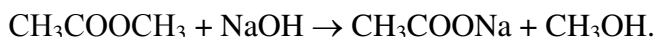
31. Кинетика реакции первого порядка, в которой происходит образование кислоты, изучалась путём отбора проб реакционной смеси и их титрования одним и тем же раствором щёлочи. Объёмы щёлочи, пошедшие на титрование, указаны в таблице:

τ , мин	0	2,7	60	∞
$V_{\text{щ}}$, мл	0	18,1	26,0	29,7

Докажите, что реакция имеет первый порядок, рассчитайте период полураспада.

32. Установлено, что реакция второго порядка (1 реагент) завершается на 75% за 92 мин при исходной концентрации реагента $C_0 = 0,24 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$. Какое время потребуется, чтобы при тех же условиях концентрация реагента достигла $0,16 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$?
33. Константа скорости рекомбинации ионов H^+ и ФГ^- (фенилглиоксинат) в молекулу НФГ при 298K равна $10^{11,59} \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{с}}$. Рассчитайте время, в течение которого реакция прошла на 99,999%, если исходные концентрации обоих ионов равны $0,001 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$.
34. Скорость окисления бутанола-1 хлорноватистой кислотой не зависит от концентрации спирта и пропорциональна $C(\text{HClO})^2$. За какое время реакция окисления при $T = 298\text{K}$ пройдёт на 90%, если исходный раствор содержал $0,1 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$ HClO и $1 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$ спирта.
Константа скорости реакции $k = 24 \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$.
35. При омылении гидроксидом натрия в течение 10 мин омыляется 20% метилацетата $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$, если начальные концентрации обоих растворов составляют $C_0 = 0,01 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$. Какова будет концентрация метилового спирта через 30 мин после начала реакции?
36. Реакция $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{CHNO}_2^-$ имеет второй порядок и константу скорости $k = 39,1 \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$ при температуре 0°C . Был приготовлен раствор, содержащий $0,004 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$ нитроэтана и $0,005 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$ NaOH . Через сколько времени прореагирует 90% нитроэтана?

37. При определённой температуре раствор этилацетата концентрацией $0,01 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}$ омыляется раствором NaOH концентрацией $0,002 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}$ на 10% за 23 мин. Через сколько минут он будет омылен до такой же степени раствором KOH концентрацией $0,005 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}$? Данная реакция имеет второй порядок, а щёлочи диссоциированы полностью.
38. Реакция второго порядка «A + B → Продукты» проводится в растворе с начальными концентрациями $C_{0,A} = 0,05 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}$ и $C_{0,B} = 0,08 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}$. Через 1 ч концентрация вещества A уменьшилась до $0,02 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}$. Рассчитайте константу скорости и периоды полураспада обоих веществ.
39. Константа скорости бимолекулярной реакции образования муравьиной кислоты действием пероксида водорода H_2O_2 на формальдегид HCHO равна $0,754 \frac{\text{Л}}{\text{МОЛЬ} \cdot \text{Ч}}$. Сколько граммов муравьиной кислоты образуется через 1 ч, если смешать 1 л раствора HCOOH концентрацией $1 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}$ с 3 л раствора H_2O_2 концентрацией $1 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}$.
40. Вещество A смешали с веществами B и C в равных концентрациях $1 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}$. Через 1000 с осталось 50% вещества A. Сколько вещества A (в процентах от первоначального) остаётся через 2000 с, если реакция имеет: а) нулевой порядок, б) первый порядок, в) второй порядок, г) третий порядок?
41. Реакция омыления метилацетата при $T = 298\text{K}$ описывается уравнением



Для этой реакции получены следующие кинетические данные:

τ, мин	0	3	5	7	10	15	25
C(NaOH), $\frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{Л}}$	10,00	7,40	6,34	5,50	4,64	3,63	2,54

Исходные концентрации эфира и щёлочи равны. Определите порядок реакции методом подстановки и среднюю константу скорости реакции.

42. В некоторой реакции при изменении начальной концентрации от $0,502$ до $1,007 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}$ период полураспада уменьшился с 51 до 26 с. Определите порядок реакции и среднюю константу скорости.
43. В некоторой реакции целого порядка «nA → Продукты» концентрация исходного вещества $1 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}$ была достигнута за 5,00 мин при начальной концентрации $C_0 = 3 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}$ и за 6,25 мин при $C_0 = 6 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}$. Установите порядок реакции, рассчитайте среднюю константу скорости реакции.

44. Реакция имеет целочисленный порядок. Отношение периодов превращения на кратную часть равно: $\frac{\tau_{1/2}}{\tau_{1/3}} = 2$. Определите порядок реакции.

Примерный вариант тестового задания:

1. Запишите формулу Клапейрона–Клаузиуса для «чистого» вещества и объясните её. Что такое свободная поверхностная энергия? Объясните причину её возникновения.
2. Что такое предельная молярная электропроводность электролита? Сформулируйте закон Кольрауша (закон независимого движения ионов) и приведите математическое выражение.
3. Константа скорости рекомбинации ионов H^+ и ФГ^- (фенилглиоксинат) в молекулу НФГ при 298К равна $10^{11,59} \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{с}}$. Рассчитайте время, в течение которого реакция прошла на 99,999%, если исходные концентрации обоих ионов равны $0,001 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$.
4. Абсолютные скорости движения эквивалентов ионов Sr^{2+} и Cl^- в предельно разбавленном растворе при 291К равны соответственно $5,2 \cdot 10^{-8}$ и $6,8 \cdot 10^{-8} \frac{\text{м}^2}{\text{В} \cdot \text{с}}$. Определите молярные электропроводности и числа переноса эквивалентов ионов, молярную электропроводность раствора SrCl_2 .
5. Вычислите молярную электропроводность 0,001 н раствора хлорида лития при 291К, если молярные электропроводности 0,001 н растворов LiNO_3 , NaNO_3 , NaCl при 291К равны соответственно: $92,9 \cdot 10^{-4}$; $102,9 \cdot 10^{-4}$; $106,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{См} \cdot \text{м}^2}{\text{моль}}$.

Содержание комплекса заданий

Код и наименование компетенции

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений

ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием

1. В зависимости от характера взаимодействия с окружающей средой термодинамические системы разделяют на:

- а) статические, полустатические, динамические
- б) открытые, закрытые, изолированные
- в) гомогенные, гетерогенные, замкнутые
- г) газообразные, конденсированные

2. Химический потенциал i -го компонента системы μ_i можно выразить уравнением:

а) $\mu_i = \frac{p_i V_i}{RT}$

б) $\mu_i = U_i + p_i V_i$

в) $\mu_i = \left[\frac{\partial G}{\partial n_i} \right]_{P, T, n_1 \dots n_{i-1}}$

г) $\mu_i = Q_i - p_i \Delta V_i$

3. Термодинамическим условием состояния равновесия системы является выражение:

а) $\sum \mu_i dn_i = 0$

б) $\Delta U = Q - P \Delta V$

в) $\sum \mu_i dn_i < 0$

г) $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$

4. Согласно правилу фаз Гиббса число степеней свободы (вариантность) системы C можно выразить следующим образом:

а) $C = \frac{PV}{RT}$

б) $C = K - \Phi + n$

в) $C = nRT$

г) $C = \frac{\Delta H}{T}$

5. Рассчитайте вариантность C системы с числом независимых компонентов $K = 3$, находящейся под постоянным давлением и состоящей из расплава и 2-х видов кристаллов

а) $C = 0$

б) $C = 2,5$

в) $C = 3$

г) $C = 1$

д) $C = 2$

6. Из какого максимального числа фаз Φ могут состоять четырёхкомпонентные системы, параметрами которых являются давление и температура

а) $\Phi = 1$

б) $\Phi = 2$

в) $\Phi = 3$

г) $\Phi = 4$

д) $\Phi = 5$

е) $\Phi = 6$

7. Уравнение Клаузиуса – Клапейрона имеет следующий вид:

а) $PV = nRT$

б) $C_v = C_p - R$

в) $\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta H}{T\Delta V}$

г) $dG = -SdT + VdP$

8. Эвтектическая точка это:

а) точка на диаграмме состояния, соответствующая равновесию между жидкой, кристаллической и газообразной фазами

б) точка, в которой исчезает различие между жидкостью и её паром

в) точка, в которой давление насыщенного пара над жидкой фазой вещества становится равным давлению насыщенного пара над кристаллами этого же вещества

г) точка на диаграмме состояния, соответствующая равновесию между жидким раствором (расплавом) и двумя кристаллическими фазами

9. Линия ликвидуса это:

- а) линия на диаграмме состояния, отвечающая температурам конца равновесной кристаллизации растворов различного состава
- б) кривая на диаграмме состояния, характеризующая зависимость давления насыщенного пара над жидкой фазой от температуры
- в) кривая на диаграмме состояния, отвечающая температурам начала кристаллизации
- г) кривая на диаграмме состояния, характеризующая зависимость давления насыщенного пара над переохлаждённой жидкостью от температуры

10. Линия солидуса это:

- а) кривая на диаграмме состояния, отвечающая температурам конца равновесной кристаллизации растворов различного состава
- б) кривая на диаграмме состояния, отвечающая температурам начала кристаллизации
- в) кривая на диаграмме состояния, характеризующая зависимость давления насыщенного пара над твёрдой фазой от температуры
- г) кривая на диаграмме состояния, характеризующая зависимость температуры плавления твёрдой фазы от внешнего давления

11. Перитектическая точка это:

- а) точка, в которой исчезает различие между жидкостью и её паром
- б) точка на диаграмме состояния на пересечении кривой ликвидуса с изотермой инконгруэнтного плавления химического соединения, плавящегося с разложением
- в) точка на диаграмме состояния, соответствующая равновесию между жидкой, кристаллической и газообразной фазами
- г) точка на диаграмме состояния, соответствующая равновесию между жидким раствором (расплавом) и двумя кристаллическими фазами

12. Ноды (конноды) это:

- а) линии на диаграмме состояния, отвечающие равновесному состоянию двух фаз
- б) кривая на диаграмме состояния, отвечающая температурам начала кристаллизации
- в) отрезки прямых на диаграмме состояния, соединяющие своими концами точки составов фаз, находящихся в равновесии при данной температуре
- г) линия на диаграмме состояния, отвечающая температурам конца равновесной кристаллизации растворов различного состава

Код и наименование компетенции

ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники

ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач

13. Правило рычага имеет следующую формулировку:

- а) если одна фаза при изменении параметров системы разлагается на две другие фазы, то количественное соотношение образующихся фаз будет обратно пропорционально длинам отрезков от точки состава исходной фазы до точек составов образующихся фаз
- б) если одна фаза при изменении параметров системы разлагается на две другие фазы, то количественное соотношение образующихся фаз будет прямо пропорционально длинам отрезков от точки перитектики до точек составов образующихся фаз
- в) если одна фаза при изменении параметров системы разлагается на две другие фазы, то количественное соотношение образующихся фаз будет прямо пропорционально длинам отрезков от точки состава исходной фазы до точек составов образующихся фаз
- г) если одна фаза при изменении параметров системы разлагается на две другие фазы, то количественное соотношение образующихся фаз будет обратно пропорционально длинам отрезков от точки эвтектики до точек составов образующихся фаз

14. Для трёхкомпонентной системы, на равновесие которой из внешних факторов оказывает влияние только давление и температура, правило фаз Гиббса выражается уравнением:

- а) $C = 2 + \Phi$
- б) $C = 3 - \Phi + n$
- в) $C = 4 - \Phi$
- г) $C = 5 - \Phi$

15. Для трёхкомпонентной системы при постоянных давлении и температуре правило фаз Гиббса выражается уравнением:

- а) $C = 5 - \Phi$
- б) $C = 1 + \Phi$
- в) $C = 3 - \Phi$
- г) $C = 4 - \Phi$

16. Из каких основных элементов строения состоит плоскостное изображение диаграммы состояния трёхкомпонентной системы?

- а) треугольник концентраций, изотермы, точки составов химических соединений, пограничные кривые, поля первичной кристаллизации, тройные точки,

соединительные прямые, элементарные треугольники, бинадальные кривые, кривые полиморфных превращений

- б) координатные оси, линии упругости пара, области стабильного существования отдельных фаз, тройные точки
- в) треугольник концентраций, координатные оси, вертикали составов, линии ликвидуса и солидуса, точки эвтектики и перитектики, изотермы, линии упругости пара, тройные точки
- г) координатные оси, вертикали составов, изотермы, точки составов, кривые ликвидуса и солидуса, точки эвтектики и перитектики, эвтектоидные точки, изотермы полиморфных превращений, бинадальные кривые

17. Основой диаграммы состояния трёхкомпонентной системы является равносторонний треугольник концентраций, в котором:

- а) вершины соответствуют трёхкомпонентным системам с одинаковым содержанием каждого компонента, а каждая точка на стороне – определённому составу трёхкомпонентной системы
- б) каждая точка на стороне соответствует определённому составу трёхкомпонентной системы, а каждая точка внутри – определённому составу двухкомпонентной системы
- в) вершины соответствуют чистым компонентам, каждая точка на стороне – двойной системе из компонентов, указанных при вершинах, каждая точка внутри – определённому составу трёхкомпонентной системы
- г) вершины соответствуют чистым компонентам, каждая точка на стороне – двойной системе из компонентов, указанных при вершинах, каждая точка на высоте – определённому составу трёхкомпонентной системы

18. В основе метода Гиббса лежит использование следующего свойства равностороннего треугольника:

- а) сумма отрезков прямых, проведённых параллельно сторонам равностороннего треугольника через любую точку, лежащую внутри этого треугольника, есть величина постоянная, равная стороне треугольника
- б) любая высота равностороннего треугольника является биссектрисой и медианой
- в) сумма длин перпендикуляров, опущенных из любой точки, лежащей внутри равностороннего треугольника, есть величина постоянная, равная высоте этого треугольника
- г) сумма углов равностороннего треугольника равна 180°

19. В основе метода Розебума лежит использование следующего свойства равностороннего треугольника:

- а) сумма углов равностороннего треугольника равна 180°
- б) любая высота равностороннего треугольника является биссектрисой и медианой

- в) сумма длин перпендикуляров, опущенных из любой точки, лежащей внутри равностороннего треугольника, есть величина постоянная, равная высоте этого треугольника
- г) сумма отрезков прямых, проведённых параллельно сторонам равностороннего треугольника через любую точку, лежащую внутри этого треугольника, есть величина постоянная, равная стороне треугольника

20. Вязкость (внутреннее трение) жидкости это:

- а) способность жидкости изменять свой объём под действием всестороннего давления
- б) свойство жидкости необратимо деформироваться под действием механических нагрузок
- в) свойство жидкости сопротивляться изменению объёма под действием механических напряжений
- г) свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению одного её слоя относительно другого

21. Вязкость η определяется законом вязкого течения Ньютона, который можно выразить уравнением:

а) $F = 6\pi\eta rv$

б) $\eta = Ae^{\frac{E_\eta}{RT}}$

в) $\eta = \nu\rho$

г) $F = \eta \frac{dv}{dx} S$

22. Зависимость коэффициента диффузии D от температуры T выражается уравнением:

а) $D = a + b \ln T$

б) $D = Ae^{\frac{-E_a}{RT}}$

в) $D = a + bT + cT^2$

г) $D = a + bT + \frac{c}{T^2}$

23. Зависимость константы скорости реакции k от температуры T выражается уравнениями:

а) $\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$

б) $k = Ae^{\frac{E_a}{RT}}$

$$\text{в) } k = Ae^{\frac{-E_a}{RT}}$$

$$\text{г) } k = a + \frac{b}{T} + \frac{c}{T^2}$$

$$\text{д) } \ln k = a + \frac{b}{T} + \frac{c}{T^2}$$

24. Согласно диффузионной теории Нернста скорость отложения вещества $\frac{dm}{d\tau}$ на гранях кристалла описывается 1-м законом Фика:

$$\text{а) } \frac{dm}{d\tau} = kC$$

$$\text{б) } \frac{dm}{d\tau} = kC^2$$

$$\text{в) } \frac{dm}{d\tau} = -D(C - C_0)S$$

$$\text{г) } \frac{dm}{d\tau} = D \frac{C - C_0}{\delta} S$$