

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



С УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

А.В. Толстиков

29 марта 2022 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
**ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**  
по научной специальности 1.4.4. Физическая химия

## 1. Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Темы дисциплины в ходе текущего контроля, вид промежуточной аттестации	Код и содержание компетенции	Оценочные материалы (виды и количество)
1	2	3	4
1.	Химическая термодинамика	ПК-10 - способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 1.4.4. Физическая химия; ПК-11 - способность использовать современную научную аппаратуру и методы, используемые при выполнении научных исследований в области физической химии (газовая и жидкостная хроматография, ИК-, УФ-, ЯМР-спектроскопия и масс-спектрометрия, электронная микроскопия, рентгенофазовый анализ, физико-химический анализ; методы математического моделирования и статистической обработки данных)	Устные ответы на практических занятиях. Работа при обсуждение лекционного материала. Анализ 2-3 статей по тематикам учебных встреч. Составление глоссария по лекционному материалу
2.	Поверхностные явления и адсорбция		
3.	Фазовые равновесия		
4.	Методы физико-химического анализа		
5.	Физико-химический анализ нефтяных коллекторов		
6.	Электрохимические процессы		
7.	Кинетика и катализ		
8.	Промежуточная аттестация 5 семестр Кандидатский экзамен		Вопросы к экзамену

## 2. Виды и характеристика оценочных средств

Устные ответы. Используются преподавателем для получения быстрой обратной связи от обучающихся по рассматриваемым темам; показывают вовлеченность в обсуждаемый материал.

Анализ статей. Оценивается умение находить статьи/монографии по тематикам дисциплины; выделение обучающимися ключевых моментов публикаций.

Составление глоссария. Оценивается умение обучающихся выделять ключевые понятия темы и давать им определения.

Вопросы к экзамену. Устное собеседование служит для оценки теоретической подготовки обучающегося, знания фактического материала, грамотного использования химической и общенаучной терминологии; владение категориальным аппаратом неорганической химии; умения находить и объяснять взаимосвязи экзаменационного вопроса с темой диссертационного исследования.

## 3. Оценочные средства

Кандидатский экзамен сдается по завершению изучения дисциплины "Физическая химия" в формате устного собеседования. Каждый экзаменационный билет содержит 5 вопросов, в т.ч. один вопрос по содержанию (теоретическим разделам и экспериментальной части) частично выполненной кандидатской диссертации.

Для проведения кандидатского экзамена утверждается состав комиссии по приему экзамена «Физическая химия». Нормативы времени: на подготовку ответа – не более 60 мин; на ответ аспиранта – не более 60 мин. При ответе обучающийся может пользоваться

записями, сделанными на экзамене при подготовке ответов. Кандидатский экзамен проводится в соответствии с установленными требованиями и по заранее утвержденному расписанию.

Процедура проведения экзамена предусматривает дополнительные вопросы по тем же или другим разделам программы, не вошедшим в экзаменационный билет. Каждый вопрос билета оценивается в максимум 1 балл, итого за весь ответ аспирант может набрать 5 баллов.

### **Критерии оценки результатов кандидатского экзамена**

Оценка «отлично» (5 баллов) ставится при соблюдении следующих условий:

- грамотное и правильное использование в ответах химической и общенаучной терминологии;

- безошибочное владение категориальным аппаратом науки;
- умение обозначить основные проблемы сформулированных в билетах вопросов;
- безошибочное знание фактического материала;
- историографические знания в рамках вопросов билета;
- умение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- логичность, связность ответа.

Оценка «хорошо» (4 балла) ставится при соблюдении следующих условий:

- грамотное использование в ответах экономической и общенаучной терминологии;
- проблемное изложение сформулированных в билетах вопросов;
- отдельные ошибки при изложении фактического материала;
- неполнота изложения историографических сведений в рамках вопросов билета;
- умение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- логичность, связность ответа.

Оценка «удовлетворительно» (3 балла) ставится за:

- недостаточное использование в ответах химической и общенаучной терминологии;
- недостаточное владение категориальным аппаратом науки;
- умение обозначить только одну из проблем, сформулированных в билетах вопросов;
- ошибки при изложении фактического материала;
- поверхностные историографические знания в рамках вопросов билета;
- нарушение логичности и связности ответа.

Оценка «неудовлетворительно» (2 балла) ставится за:

- отсутствие в ответах необходимой химической и общенаучной терминологии;
- описательное изложение сформулированных в билетах вопросов, неумение обозначить и изложить проблемы;
- грубые ошибки при изложении фактического материала;
- незнание историографии вопросов билета;
- неумение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- нарушение логичности, связности ответа.

### **Вопросы для кандидатского экзамена (формируют 1-4 вопросы билета):**

1. Синтетико-препаративный метод. Физико-химический анализ. Зависимости состав – свойство. Принципы физико- химического анализа.

2. Сходства и различия в синтетико- препаративном и физико-химическом методах изучения химических систем. Проиллюстрируйте принципы физико-химического анализа на примере диаграммы состояния конкретной системы.

2. Диаграмма состояния однокомпонентной системы. Процессы испарения, возгонки, сублимации, плавления. Тройная точка. Полиморфизм, энантиотропия, монотропия. Положение линий фазовых равновесий и линии метастабильных равновесий.

3. Эвтектика, эвтектоид. Укажите фазовые равновесия происходящие в точках эвтектики и эвтектоида, их сходство и различие. Основные линии фазовых равновесий

бинарной системы: ликвидус, солидус, сольвус. Равновесные и метастабильные линии фазовых равновесий в бинарной системе.

4. Степень свободы, компонент, внешние параметры. Полиморфизм. Скорость полиморфных переходов. Как изменяется симметрия кристаллической структуры при полиморфных переходах, происходящих с повышением температуры. Кристаллизация. Укажите степень свободы для всех геометрических элементов диаграммы состояния эвтектического типа.

5. Классификация фазовых диаграмм по Розебому. Примените правило фаз Гиббса к каждому типу диаграмм. Объясните, почему существование диаграмм без взаимной растворимости компонентов маловероятно.

6. Каковы возможные причины образования в области твёрдого раствора минимумов и максимумов в положении линий ликвидус и солидус. Чем химические соединения отличаются от твёрдых растворов.

7. Химическое соединение. Признаки химического соединения. Фазовые диаграммы с образованием химических соединений. Характер плавления химических соединений: конгруэнтный, перитектический. Максимум плавления. Эндотермические, экзотермические соединения. Какую информацию можно получить из положения линий солидус и ликвидус вблизи максимума плавления. Прочность каких соединений увеличивается с повышением температуры эндотермических или экзотермических и почему.

8. Дальтонида, бертоллиды твердые растворы. Закон кратных отношений Джона Дальтона. Сингулярные точки. Характер зависимость свойств от состава. Реальные и мнимые соединения. Могут ли мнимые соединения стать реальными. Укажите возможные пути возникновения бертоллидов в системах. Какие взгляды отстаивал Бертолле в споре с Прустом. В чем ограниченность закона постоянства состава.

9. Провести построение фазовой диаграммы квазибинарной системы по данным метода термического анализа с учётом результатов микроструктурного и рентгенофазового анализов (термические зависимости, описание микроструктуры и дифрактограммы прилагаются).

10. Выбор составов для экспериментального исследования фазовых равновесий. Определение условий проведения опытов. Обработка экспериментальных данных. Сопоставление данных микроструктурного, термического, рентгенофазового анализов. Построение фазовой диаграммы в соответствии с правилом фаз Гиббса. Из экспериментальных данных определить соотношение в первичных кристаллах на шлифах образцов и пика их плавления на термограммах.

11. Тройная система. Политермический разрез, изотермический разрез. Проекция линии ликвидус. Изотермы. Поля кристаллизации. Подчинённые системы. Сколько фаз может находиться в равновесии в тройной системе. В чём сущность триангуляции, зачем проводят триангуляцию. Какие разрезы называют квазибинарными. С помощью каких методов узнают положение плоскостей первичной кристаллизации фаз. С какой целью осуществляют построение изотермических разрезов.

12. Рентгенофазовый анализ, сущность метода, его применение к изучению фазовых равновесий. Зависимости состав – параметр элементарной ячейки фаз для различных типов бинарной системы. Установление границ растворимости на фазовых диаграммах. Построение линии сольвуса. Расчет параметра элементарной ячейки. Какие факторы вызывают изменение параметров элементарной ячейки в области твёрдого раствора. В чём причины отрицательных и положительных отклонений от закона Вегарда.

13. Термические методы анализа. Термические зависимости. Зачем в термическом анализе введена дифференциальная термопара. Каким образом из прямой термической записи можно получить дифференциальную.

14. Количественные характеристики процесса плавления. Теплота плавления. Термохимические уравнения.

15. Микроструктурный анализ. Сущность метода, его применение к изучению фазовых равновесий. Порядок кристаллизации фаз из расплава на примере диаграмм различного типа взаимодействия.
16. Дайте силовое и энергетическое определение поверхностного натяжения. Как оно возникает, от чего зависит его величина? Как термодинамически выражается поверхностное натяжение? Какие методы используются для определения поверхностного натяжения жидкостей и твердых тел? Дать теоретическое обоснование этих методов. Как и почему поверхностное натяжение зависит от температуры?
17. Что такое капиллярное давление? От чего зависит его величина? Каковы причины поднятия и опускания жидкости в капилляре? Какое значение имеют эти явления? Почему в капиллярах пар конденсируется при давлениях, более низких, чем на плоской поверхности.
18. Что называется адсорбцией? В чем заключается движущая сила адсорбции? Как количественно характеризуют адсорбцию? В чем отличия хемосорбции и физической адсорбции?
19. Что такое гиббсовская адсорбция, в чем ее механизм? Запишите и охарактеризуйте фундаментальное уравнение Гиббса.
20. Какие вещества называются поверхностно-активными (ПАВ)? Каково их строение? Что такое поверхностная активность, как ее можно определить? От чего зависит величина поверхностной активности? В чем суть правила Траубе?
21. По каким принципам классифицируют ПАВ? Чем отличаются коллоидные ПАВ от истинно-растворимых? Что такое ККМ, как ее можно определить? В чем основа использования ПАВ в качестве стабилизатора дисперсных систем?
22. Каковы причины и особенности адсорбции на твердой поверхности? Каково ее практическое значение?
23. При каких условиях для описания адсорбции можно применять уравнения Генри и Фрейндлиха? Как определяются константы в этих уравнениях? Каковы основные положения теории Ленгмюра? Каков физический смысл констант, входящих в уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра, как их можно определить? Какие термодинамические и геометрические характеристики можно рассчитать, зная эти константы?
24. При каких условиях выполняется уравнение изотермы адсорбции БЭТ? В чем физический смысл констант в уравнении БЭТ, как их можно определить? В чем преимущества уравнения БЭТ перед другими уравнениями изотерм адсорбции?
25. К каким адсорбентам применима теория Поляни? В чем ее сущность и каковы основные положения? Что такое характеристические кривые, как их можно использовать на практике? Для чего применяют коэффициенты аффинности?
26. Капиллярная конденсация и особенности ее протекания в пористых адсорбентах. В каких случаях необходимо учитывать это явление при адсорбционных процессах?
27. В чем особенности молекулярной и ионной адсорбции из растворов? Каково их практическое применение?
28. Кинетика. Скорость химической реакции и способы ее определения. Кинетические кривые и уравнения. Константа скорости и порядок реакции. Кинетика гомогенных каталитических и ферментативных реакций.
29. Гомогенные и гетерогенные реакции. Диффузия, ее роль в кинетике гетерогенных реакций. Кинетика гетерогенных каталитических реакций. Различные режимы протекания реакций (кинетическая и внешняя кинетическая области, области внешней и внутренней диффузии). Зависимость скорости реакции от температуры. Константа скорости химической реакции. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и способы ее определения.
30. Классификация каталитических реакций и катализаторов. Теория промежуточных соединений в катализе. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Металлокомплексный катализ: кинетика и механизмы. Ферментативный катализ, его механизм. Адсорбционные и каталитические центры ферментов. Активность и субстратная селективность ферментов. Коферменты.

31. Гетерогенный катализ. Селективность катализаторов. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Неоднородность поверхности катализаторов, нанесенные катализаторы. Энергия активации гетерогенных каталитических реакций. Современные теории функционирования гетерогенных катализаторов. Основные промышленные каталитические процессы.
32. Электролиты и неэлектролиты. Растворы электролитов. Ион-дипольное взаимодействие. Активность ионов. Коэффициент активности. Теория Дебая-Хюккеля. Ионная атмосфера.
33. Условия электрохимического равновесия на границе раздела фаз и в электрохимической цепи. Гальванический элемент.
34. Электродвижущая сила (ЭДС) гальванического элемента. Уравнения Нернста и Гиббса-Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи. Электродный потенциал.
35. Электропроводность растворов электролитов; удельная и эквивалентная электропроводность. Числа переноса, подвижность ионов и закон Кольрауша. Электрофоретический и релаксационные эффекты.
36. Пористость горной породы; коэффициенты полной и открытой пористости. Проницаемость горной породы; абсолютная, фазовая, и относительная проницаемости.
37. Закон фильтрации Дарси. Горное и внутривыворотное давление.
38. Физические методы воздействия на нефтяной пласт: виброобработка, электрогидравлический метод, тепловая обработка. Физико-химические методы воздействия на нефтяной пласт: термохимические обработки. Химические методы на нефтяной пласт: солянокислотная обработка, глиноукислотная обработка.
39. Термодинамическая система. Классификация систем.
40. Первый закон термодинамики и его применение. Закон Гесса. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгофа.
41. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее изменения в обратимых и необратимых процессах. Теорема Карно-Клаузиуса. Фундаментальные уравнения Гиббса. Энергии Гиббса и Гельмгольца. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов. Уравнение Гиббса – Гельмгольца. Работа и теплота химического процесса.
42. Химическое равновесие. Закон действующих масс. Константы равновесия. Изотерма Вант-Гоффа. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Приведенная энергия Гиббса и ее использование для расчетов химических равновесий.