**18.03.01.02.Б1.О-2021-РП**

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»**

Институт химических и нефтегазовых технологий

**ПОДПИСАНО ЭП КУЗГТУ**

Институт химических и нефтегазовых технологий
Директор

Дата: 25.11.2022 12:11:00

В.В. Тихонов

**Фонд оценочных средств дисциплины**

# Физическая химия

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль) Химическая технология органических веществ

Присваиваемая квалификация
"Бакалавр"

Формы обучения
очная

**1 Паспорт фонда оценочных средств**

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций выпускника:

| Форма(ы) текущего контроля | Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Знания, умения, навыки, необходимые для формирования соответствующей компетенции | Форма текущего контроля знаний, умений, навыков, необходимых для формирования соответствующей компетенции |
|---|---|---|---|---|
| Защита отчетов по лабораторным работам, проверка решения задач, контрольная работа, коллоквиум, тестирование | ОПК-2 | Использует методы планирования и проведения физических и химических экспериментов, выдвигает гипотезы и устанавливает границы их применения, использует методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | **Знать** теоретические основы химической термодинамики и теории растворов **Уметь** определять направленность процесса , прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях, уметь выполнять физико-химические эксперименты, работать на приборах и установках, использовать основные законы физической химии, справочные данные, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применений **Владеть** способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, владеть способами расчета термодинамических величин химических процессов | Высокий или средний |

**Высокий уровень результатов обучения** – знания, умения и навыки соотносятся с индикаторами достижения компетенции, рекомендованные оценки: отлично; хорошо; зачтено.
**Средний уровень результатов обучения** – знания, умения и навыки соотносятся с индикаторами достижения компетенции, рекомендованные оценки: хорошо; удовлетворительно; зачтено.
**Низкий уровень результатов обучения** – знания, умения и навыки не соотносятся с индикаторами достижения компетенции, оценивается неудовлетворительно или не зачтено.

**2. Контрольные задания или иные материалы**

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся могут проводиться как при непосредственном взаимодействии педагогического работника с обучающимися, так и с использованием ресурсов ЭИОС КузГТУ, в том числе синхронного и (или) асинхронного взаимодействия посредством сети «Интернет».

**2.1.Оценочные средства при текущем контроле**

Текущий контроль проводится на лабораторных и практических занятиях в виде письменной защиты лабораторных работ, контрольной работы по химической термодинамике, коллоквиума по химическому и фазовому равновесию, а также тестовых заданий.

Защита проводится по индивидуальным вопросам и по контрольным вопросам, приведенным для каждой лабораторной работы в методических указаниях.

**Лабораторная работа №1. «Химическое равновесие гомогенной реакции в растворе».**
**Контрольные вопросы**

1. Химическое равновесие и его признаки.
2. Связь между константами равновесия, выраженными различными способами.
3. Уравнение изотермы химической реакции. Анализ и использование уравнения изотермы химической реакции.
4. Стандартная энергии Гиббса химической реакции.

**Лабораторная работа №2. «Химическое равновесие в кристаллогидратах»**
**Контрольные вопросы**

1. Химическое равновесие и его признаки.
2. Влияние температуры на химическое равновесие.
3. Уравнение изобары, его анализ и интегрирование.
4. Графическое определение теплового эффекта реакции.

**Лабораторная работа №3. «Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе»**
**Контрольные вопросы**

1. Растворимость жидкостей в жидкостях.
2. Изображение состава трехкомпонентной системы.
3. Ограниченная растворимость жидкостей в двух- и в трехкомпонентных жидких системах.

**Лабораторная работа №4 «Термический анализ. Диаграмма плавкости с эвтектикой»**
**Контрольные вопросы**

1. Основные понятия и определения в фазовом равновесии.
2. Правило фаз Гиббса.
3. Кривые охлаждения
4. Диаграмма плавкости с эвтектикой.

**Лабораторная работа №5. «Равновесие жидкость – пар в двойных системах»**
**Контрольные вопросы**

1. Растворы, растворитель, растворенное вещество.
2. Способы выражения состава растворов.
3. Идеальные растворы.
4. Закон Рауля.
5. Зависимость давления пара над идеальным раствором от состава раствора.
6. Диаграмма "температура кипения – состав".
7. Закон Коновалова.

**Лабораторная работа №6. «Определение молярной теплоты испарения жидкости»**
**Контрольные вопросы**

1. Удельная и молярная теплоты испарения.
2. Уравнение Клаузиуса – Клапейрона и его применение к различным процессам фазовых переходов.

3. Определение молярной теплоты испарения по уравнению Клаузиуса – Клапейрона.

4. Определение молярной теплоты испарения в лабораторной работе.

**Лабораторная работа №7. «Определение интегральной теплоты растворения соли»**

**Контрольные вопросы**

1. Понятие о тепловом эффекте растворения, его свойствах.

2. Интегральные теплоты растворения. Зависимость интегральной теплоты растворения соли от концентрации.

3. Характеристика процессов при растворении соли.

4. Особенности калориметрических измерений. Теплоемкость. Графической определение изменения температуры.

5. Расчет тепловых эффектов процесса растворения.

**Лабораторная работа №8. «Эбулиоскопический метод определения молекулярной массы вещества»**

**Контрольные вопросы**

1. Закон Рауля.

2. Зависимость повышения температуры кипения от концентрации.

3. Расчет молекулярной массы вещества.

4. Порядок выполнения работы.

***Индивидуальное письменное задание,* Например**

1. Для одного из веществ, участвующих в реакции ***A*** (табл. 1), рассчитайте изменение энтропии при изобарном нагревании 1 моля этого вещества от температуры 298 до температуры 500 К с учетом зависимости $C_p = f(T)$.

2. Определите изменение энтропии 1 моля данного газообразного вещества при обратимом изотермическом сжатии, при изменении давления от $1{,}013 \cdot 10^5$ до $10{,}13 \cdot 10^5$ Па.

3. Рассчитайте абсолютную энтропию 1 моля этого вещества при температуре 500 К.

4. Определите изменение энтропии при протекании реакции ***A*** при стандартном давлении и температуре 298К. Сделать вывод о возможности протекания реакции в изолированной системе.

5. Рассчитайте изменение энтропии при протекании реакции ***A*** при стандартном давлении и температуре 500 К с учетом зависимости $\Delta C_p = f(T)$. Сделайте вывод о возможности протекания реакции в изолированной системе.

6. Определите для выбранного ранее вещества, участвующего в реакции ***A,*** изменение энергии Гиббса при изобарном нагревании 1 моля вещества от 298 до 500 К, считая температурный коэффициент энергии Гиббса постоянным.

7. Определите для 1 моля этого вещества изменение энергии Гиббса при изотермическом расширении при 298 К, если объем газообразного вещества при этом увеличивается в 100 раз.

8. Рассчитайте изменение энергии Гиббса в Дж при протекании реакции ***A*** при стандартном давлении и температуре 298 К. Сделайте вывод о направлении самопроизвольного протекания реакции в указанных условиях.

9. Рассчитайте изменение энергии Гиббса в Дж при протекании реакции ***A*** при стандартном давлении и температуре 500 К. Используйте значения теплового эффекта и значения изменения энтропии, полученные с учетом зависимости $\Delta C_p = f(T)$. Сделайте вывод о возможности протекания реакции ***A*** в указанных условиях. Вычислите методом Темкина – Шварцмана. Сравните результаты.

10. Используя значения по изменению энергии Гиббса, полученные в п. 8 и 9, рассчитайте изменение энергии Гельмгольца в Дж при протекании реакции ***A***:

а) при постоянном объеме и температуре 298 К;

б) при постоянном объеме и температуре 500 К.

Сделайте вывод о возможности протекания реакции ***A*** в указанных условиях.

***Отчеты по лабораторным работам:***

По каждой работе обучающиеся самостоятельно оформляют отчеты в электронном формате (согласно перечню лабораторных работ п.4 рабочей программы).

Содержание отчета:

1.Тема работы.

2. Задачи работы.

3. Краткое описание хода выполнения работы.

4. Ответы на задания или полученные результаты по окончании выполнения работы (в зависимости от задач, поставленных в п. 2).

5. Выводы

*Критерии оценивания:*

- 75 – 100 баллов – при раскрытии всех разделов в полном объеме

- 0 – 74 баллов – при раскрытии не всех разделов, либо при оформлении разделов в неполном объеме.

| Количество баллов | 0–74 | 75–100 |
|---|---|---|
| Шкала оценивания | Не зачтено | Зачтено |

**Критерии оценки решения задач:**

2 балла выставляется, если студент верно решил предложенную задачу, продемонстрировал знание терминологии, обозначений, формул.

1 балл выставляется, если студент решил предложенную задачу с незначительными ошибками, и/или были допущены грубые ошибки в терминологии, обозначениях, формулах.

0 баллов - если студент не решил предложенную задачу или неверно указал варианты решения.

| Количество баллов | 0 | 1 | 2 |
|---|---|---|---|
| Шкала оценивания | не зачтено | зачтено | зачтено |

**Примерный вариант решения контрольной работы по химической термодинамике**

Билет 1

1. Понятие системы, дать определение изолированной, открытой, закрытой, гомогенной, гетерогенной системы.
2. Математическая формулировка второго закона термодинамики для обратимых процессов.
3. Два газа в количестве 1 моля – одноатомный и двухатомный – адиабатически расширяются. Теплоемкость двухатомного газа больше, чем одноатомного. Для какого газа работа расширения будет больше и почему.
4. Изобразите графически зависимость теплового эффекта реакции от температуры, если теплоемкость продуктов больше, чем теплоемкость исходных веществ.
5. Рассчитайте разницу между тепловыми эффектами при постоянном давлении и постоянном объеме для реакции взаимодействия уксусного альдегида и водорода с образованием этилового спирта, протекающей при 298 К (все вещества газы).
6. Рассчитайте величину изменения энтропии для изобарного нагревания 1 моля газообразного азота от 300 К до 600 К.
7. Определите возможность самопроизвольного протекания реакции при 298 К и постоянном давлении (все вещества газы). Реакция взаимодействия ацетилена с водородом с образованием этана.
8. Процесс протекает при постоянном объеме и температуре. В каком состоянии находится процесс, если для него выполняется условие: дифференциал энергии Гельмгольца равен нулю.

| Количество вопросов, на которые дан правильный ответ | 8…7 | 6 | 5 | 0-4 |
|---|---|---|---|---|
| Шкала оценивания | отл | хорошо | удовл | неуд |

**Примерный вариант решения тестовых заданий**

I:

S: Закрытой системой является система, которая:

+: не обменивается с окружающей средой веществом, но обменивается энергией

-: не обменивается с окружающей средой ни веществом, ни энергией

-: обменивается с окружающей средой и веществом и энергией

-: обменивается с окружающей средой веществом, но не обменивается энергией

| Количество баллов | 0-49 | 50-69 | 70-84 | 85-100 |
|---|---|---|---|---|
| Шкала оценивания | неуд | удовл | хорошо | отл |

**Примерные вопросы по коллоквиуму "Химическое и фазовое равновесие"**

1. Признаки химического равновесия. Термодинамическое условие химического равновесия. Закон действующих масс

2. Константа равновесия и различные способы выражения состава реакционной смеси. Химическое равновесие в гетерогенных системах.

3. Уравнение изотермы химической реакции. Уравнение стандартного сродства. Использование

уравнений для расчета константы равновесия химической реакции.

4. Влияние давления на химическое равновесие. Уравнение Планка.

5. Влияние температуры на химическое равновесие. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары химической реакции.

6. Фазовые равновесия. Основные понятия и определения. Условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса.

7. Фазовое равновесие в однокомпонентных системах. Уравнение Клаузиуса – Клапейрона. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Диаграмма состояния воды.

9. Физико-химический анализ. Термический анализ. Диаграммы состояния двойных систем, кривые охлаждения. Диаграмма состояния системы с эвтектикой.

10. Графическое изображение состава трехкомпонентной системы. Трехкомпонентные системы с тройной эвтектикой.

*Критерии оценивания:*

- 85 - 100 баллов – при правильном и полном ответе на два вопроса или при правильном и полном ответе на один из вопросов и правильном, но не полном ответе на другой из вопросов;

- 70 - 84 балла – при правильном и полном ответе на один из вопросов и правильном, но не полном ответе на другой из вопросов;

- 50 - 69 баллов – при правильном и неполном ответе на два вопроса или правильном и полном ответе только на один из вопросов;

- 0 - 49 баллов – при правильном и неполном ответе только на один из вопросов или при отсутствии правильных ответов на вопросы.

| Количество баллов | 0…49 | 50…69 | 70…84 | 85…100 |
|---|---|---|---|---|
| Шкала оценивания | неуд | удовл | хорошо | отлично |

**2.2 Оценочные средства при промежуточной аттестации**

Формой промежуточной аттестации является ***экзамен***, в процессе которого оцениваются результаты обучения по дисциплине и соотносятся с установленными в рабочей программе индикаторами достижения компетенций.

Инструментом измерения результатов обучения по дисциплине является:

- письменный или устный ответ обучающегося на 2 теоретических вопроса, выбранных случайным образом:

- решение расчетной задачи, выбранной случайным образом.

**Примерный перечень экзаменационных билетов**

1. Основные понятия и определения химической термодинамики. Внутренняя энергия. Теплота и работа. Теплоемкость.

2. Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к различным процессам с идеальным газом.

3. Теплоемкость, ее виды, связь между ними. Зависимость теплоемкости от температуры.

4. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Расчет стандартных тепловых эффектов химических реакций.

5. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгоффа.

6. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы.

7. Второй закон термодинамики для обратимых и необратимых процессов.

8. Энтропия – критерий возможности и направления процессов, а также состояния равновесия в изолированных системах.

9. Изменение энтропии в различных физических процессах..

10. Постулат Планка. Третий закон термодинамики. Абсолютные энтропии химических соединений. Изменение энтропии при протекании химической реакции.

11. Энергия Гельмгольца, изохорно – изотермический потенциал.

12. Энергия Гиббса, изобарно – изотермический потенциал.

13 Расчет изменения термодинамических потенциалов.

14. Характеристические функции. Уравнение Гиббса – Гельмгольца.

15. Химический потенциал. Химический потенциал идеального и реального газа.

16. Признаки химического равновесия. Термодинамическое условие химического равновесия. Закон действующих масс

.17. Константа равновесия и различные способы выражения состава реакционной смеси. Химическое равновесие в гетерогенных системах.

18. Уравнение изотермы химической реакции. Уравнение стандартного сродства. Использование уравнений для расчета константы равновесия химической реакции.

19. Влияние давления на химическое равновесие. Уравнение Планка.

20. Влияние температуры на химическое равновесие. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары химической реакции.

21. Фазовые равновесия. Основные понятия и определения. Условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса.

22. Фазовое равновесие в однокомпонентных системах. Уравнение Клаузиуса – Клапейпона. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Диаграмма состояния воды.

23. Физико-химический анализ. Термический анализ. Диаграммы состояния двойных систем, кривые охлаждения. Диаграмма состояния системы с эвтектикой.

24. Растворы. Общая характеристика растворов. Основные направления в развитии теории растворов.

25. Идеальные, предельно разбавленные и неидеальные растворы.

26. Давление насыщенного пара компонента над раствором. Уравнение Рауля и Генри.

27. Общее давление пара над идеальным раствором.

28. Температура замерзания раствора.

29. Температура кипения раствора.

30. Осмос. Осмотическое давление.

31. Растворимость твердых веществ в жидкостях. Уравнение Шредера.

32. Растворимость газов в жидкостях. Влияние давления газа и температуры.

33. Растворимость жидкостей в жидкостях. Системы с ограниченной взаимной растворимостью. Трехкомпонентные жидкие системы.

34. Распределение растворенного вещества между двумя жидкими фазами. Экстракция.

35. Закономерности общего давления пара летучих смесей. Два закона Коновалова.

36. Уравнение связи состава пара с составом жидкости, его анализ.

37. Фазовые диаграммы системы пар – жидкий раствор.

48. Перегонка летучих смесей.

**Критерии оценки письменного ответа на экзаменационные вопросы:**

- 85…100 - вопросы из теоретического блока отвечены в полном объёме, вопрос из практического блока решен правильно;

- 75…84 - вопросы из теоретического блока отвечены в полном объёме с незначительными замечаниями, вопрос из практического блока решен правильно с незначительными замечаниями;

- 65…74 - вопросы из теоретического блока отвечены не в полном объёме с замечаниями, вопрос из практического блока решен правильно с замечаниями;

- 0…64 - вопросы из теоретического блока отвечены не в полном объёме или не отвечены, вопрос из практического блока не решен, а также, если обучающийся при подготовке воспользовался любой печатной или рукописной продукцией, любыми техническими средствами.

| Количество баллов | 0…64 | 65…74 | 75…84 | 85…100 |
|---|---|---|---|---|
| Шкала оценивания | неуд | удовл | хорошо | отл |

**2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

При проведении текущего контроля успеваемости в форме защиты отчета по лабораторным работам по распоряжению педагогического работника обучающиеся убирают все личные вещи, электронные средства связи, печатные и (или) рукописные источники информации, достают чистый лист бумаги любого размера и ручку. На листе бумаги записываются Фамилия, Имя, Отчество (при наличии), номер учебной группы и дата проведения текущего контроля успеваемости. Педагогический работник задает вопросы, которые могут быть записаны на подготовленный для ответа лист бумаги. В течение установленного педагогическим работником времени обучающиеся письменно формулируют ответы на заданные вопросы. По истечении установленного времени лист бумаги с подготовленными

ответами обучающиеся передают педагогическому работнику для последующего оценивания результатов текущего контроля успеваемости.

Научно-педагогический работник, после проведения оценочных процедур, имеет право вернуть обучающемуся отчет для последующей корректировки с указанием перечня несоответствий. Обучающийся обязан устранить все указанные несоответствия и направить отчет научно-педагогическому работнику в срок, не превышающий трех учебных дней, следующих за днем проведения текущего контроля успеваемости.

Обучающиеся, которые не прошли текущий контроль успеваемости в установленные сроки, обязаны пройти его в срок до начала процедуры промежуточной аттестации по дисциплине в соответствии с расписанием промежуточной аттестации.

Результаты прохождения процедур текущего контроля успеваемости обучающихся учитываются при оценивании результатов промежуточной аттестации обучающихся. Промежуточная аттестация обучающихся проводится после завершения обучения по дисциплине в семестре в соответствии с календарным учебным графиком и расписанием промежуточной аттестации.

Для успешного прохождения процедуры промежуточной аттестации по дисциплине обучающиеся должны:

1. получить положительные результаты по всем предусмотренным рабочей программой формам текущего контроля успеваемости;
2. получить положительные результаты аттестационного испытания.

Для успешного прохождения аттестационного испытания обучающийся в течение времени, установленного научно-педагогическим работником, осуществляет подготовку ответов на два вопроса, выбранных в случайном порядке.

При подготовке ответов на вопросы при проведении текущего контроля успеваемости и при прохождении промежуточной аттестации обучающимся запрещается использование любых электронных средств связи, печатных и (или) рукописных источников информации. В случае обнаружения педагогическим работником факта использования обучающимся при подготовке ответов на вопросы указанных источников информации – оценка результатов текущего контроля успеваемости и (или) промежуточной аттестации соответствует 0 баллов и назначается дата повторного прохождения аттестационного испытания.

Результаты текущего контроля успеваемости доводятся до сведения обучающихся в течение трех учебных дней, следующих за днем проведения текущего контроля успеваемости, и могут быть учтены педагогическим работником при промежуточной аттестации. Результаты промежуточной аттестации доводятся до сведения обучающихся в день проведения промежуточной аттестации.

При прохождении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающимися с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами, допускается присутствие в помещении лиц, оказывающим таким обучающимся соответствующую помощь, а для подготовки ими ответов отводится дополнительное время с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся могут быть организованы с использованием ЭИОС КузГТУ, порядок и формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся при этом не меняется.