

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт Естественных наук
Кафедра Химия

Утверждено на заседании кафедры Химии
30 января 2023 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой



В.А. Алферов

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Сорбционные процессы

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки
18.04.01 Химическая технология

с направленностью (профилем)

Технология органического синтеза


Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 180401-01-23

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Дмитриева Е. Д. доцент, к.х.н., доцент
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и (или) вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю). Указанные контрольные задания и (или) вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины (модуля), а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.1)

Задание 1. Выберите и запишите один правильный ответ.

Адсорбцией называется:

- А. Самопроизвольный перенос вещества из поверхностного слоя в объемную фазу под влиянием градиента концентрации
- Б. Растворение адсорбата в объеме адсорбента
- В. Самопроизвольное изменение концентрации вещества в поверхностном слое по сравнению с объемной фазой за счет убыли избыточной поверхностной энергии
- Г. Перенос вещества из объема на поверхность раздела фаз за счет силы тяжести.

Ответ: ____.

Правильный ответ: В

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 2. Выберите и запишите один правильный ответ.

Величина адсорбции из растворов зависит от следующих факторов:

- А. Природы адсорбата и адсорбента, температура
- Б. Температуры
- В. Природы растворителя
- Г. Концентрации адсорбата в растворе

Ответ: ____.

Правильный ответ: А

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 3. Выберите и запишите один правильный ответ.

Какие адсорбенты называются монодисперсными?

Варианты ответа:

- А. Адсорбенты, у которых радиус пор меньше 5 нм
- Б. Адсорбенты, у которых радиус пор колеблется от 5 до 50 нм
- В. Адсорбенты, у которых все поры имеют одинаковый радиус
- Г. Адсорбенты, у которых все поры имеют различный радиус

Ответ: ____.

Правильный ответ: Б

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 4. Запишите пропущенное слово.

Вещество, на поверхности которого происходит адсорбция называется _____

Ответ: _____.

Правильный ответ: адсорбентом

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 5. Запишите пропущенное слово.

Вещество, которое адсорбируется на поверхности называется _____

Ответ: _____.

Правильный ответ: адсорбатом

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 6. Запишите ответ на вопрос.

Что называется точкой адсорбционной азеотропии для процессов адсорбции из растворов?

Ответ: _____.

Правильный ответ: Это точка, где изотерма адсорбции пересекает ось абсцисс.

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.2)

Задание 1. Выберите и запишите один правильный ответ.

Какое взаимодействие вносит максимальный вклад в энергию адсорбционной связи при физической адсорбции?

Варианты ответа:

- А. Ориентационное взаимодействие
- Б. Дисперсионное взаимодействие
- В. Индукционное взаимодействие
- Г. Химическое взаимодействие

Ответ: ____.

Правильный ответ: Б

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 2. Выберите и запишите один правильный ответ.

Что называется теплотой физической адсорбции?

Варианты ответа:

- А. Это количество теплоты, которое выделится при переходе адсорбата из поверхностного слоя в объемную фазу
- Б. Это количество теплоты, которое выделится или поглотится при переходе 1 моля адсорбата из поверхностного слоя в объемную фазу
- В. Это количество теплоты, которое выделится при переходе адсорбата из объемной фазы в поверхностный слой

Г. Это тепловой эффект реакции взаимодействия адсорбата с поверхностью адсорбента

Ответ: _____.

Правильный ответ: В

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 3. Запишите пропущенное слово.

Процесс выделения или высвобождения адсорбированных молекул или частиц из поверхности адсорбента называется _____

Ответ: _____.

Правильный ответ: десорбция

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 4. Запишите пропущенные слова.

Количество вещества (адсорбата), адсорбированное единицей площади поверхности или единицей массы адсорбента называется _____

Ответ: _____.

Правильный ответ: абсолютной величиной адсорбции

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 5. Установите соответствия между терминами и их определениями.

Термины:

А. Адсорбция

Б. Десорбция

В. Адсорбент

Г. Адсорбат

Определения:

1. Процесс, обратный адсорбции

2. Вещество, которое адсорбируется на поверхности

3. Вещество, на поверхности которого происходит адсорбция

4. Процесс самопроизвольного перераспределения концентрации компонентов гетерогенной системы между поверхностным слоем и объемными фазами

Ответ:

А	Б	В	Г

Правильный ответ: А-4, Б-1, В-2, Г-3

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 6. Выберите и запишите один правильный ответ.

Уравнение Лэнгмюра, описывающее адсорбцию газа на твёрдой поверхности, имеет вид:

А. $\Gamma = -\frac{\Delta\delta}{\Delta C} \cdot \frac{C}{RT};$

Б. $\Gamma = \Gamma_{\infty} \cdot \frac{p}{k+p};$

В. $\Gamma = p \cdot \frac{k+p}{\Gamma_{\infty}};$

$$\Gamma. \Gamma_{\infty} = \Gamma \cdot \frac{\kappa+p}{p}.$$

Ответ: _____.

Правильный ответ: Б

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 7. Выберите и запишите один правильный ответ.

Уравнение Фрейндлиха для адсорбции газа имеет следующий вид:

А. $\Gamma = \Gamma_{\infty} \cdot \frac{p}{\kappa+p};$

Б. $\Gamma = K \cdot p^{1/n};$

В. $\lg \Gamma = \lg K + \frac{1}{n} \cdot \lg P;$

Г. $\Gamma = n \cdot p^k.$

Ответ: _____.

Правильный ответ: Б

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.3)

Задание 1. Установите хронологическую последовательность стадий при проведении промышленного процесса адсорбции:

А. Сушка адсорбента

Б. Адсорбция

В. Охлаждение адсорбента

Г. Десорбция

Ответ:

--	--	--	--

Правильный ответ: Б, Г, А, В

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 2. Произведите расчет и запишите ответ.

Определите требуемое количество активированного угля для поглощения паров бензина из смеси его с воздухом. Объемный расход паровоздушной смеси, подаваемой на адсорбцию $Q = 3450 \text{ м}^3/\text{час}$. Начальная концентрация бензина $C_0 = 0,02 \text{ кг/м}^3$. Скорость паровоздушной смеси $w = 0,23 \text{ м/с}$, считая на полное сечение аппарата. Динамическая адсорбционная емкость активированного угля (АУ) $ад = 7\%$ (масс.), остаточная активность после десорбции $0,8\%$ (масс.). Насыпная плотность АУ $\rho_{нас} = 500 \text{ кг/м}^3$. Продолжительность периода адсорбции составляет $1,45 \text{ час}$. Ответ записать в кг, округлив до целых по правилам математического округления. Для выполнения задания обучающемуся требуются: лист бумаги, шариковая ручка (карандаш), калькулятор.

Ответ: _____.

Правильный ответ: 1614

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 3. Произведите расчет и запишите ответ.

Определите высоту слоя адсорбента активированного угля для поглощения паров бензина из смеси его с воздухом. Объемный расход паровоздушной смеси, подаваемой на адсорбцию $Q = 3450 \text{ м}^3/\text{час}$. Начальная концентрация бензина $C_0 = 0,02 \text{ кг/м}^3$. Скорость паровоздушной смеси $w = 0,23 \text{ м/с}$, считая на полное сечение аппарата. Динамическая адсорбционная емкость активированного угля (АУ) $ад = 7\%$ (масс.), остаточная активность после десорбции $0,8\%$ (масс.). Насыпная плотность АУ $\rho_{\text{нас}} = 500 \text{ кг/м}^3$. Продолжительность периода адсорбции составляет $1,45 \text{ час}$. Ответ записать в м, округлив до сотых по правилам математического округления. Для выполнения задания обучающемуся требуются: лист бумаги, шариковая ручка (карандаш), калькулятор.

Ответ: _____.

Правильный ответ: 0,78

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 4. Произведите расчет и запишите ответ.

Определите диаметр адсорбера активированного угля периодического действия для поглощения паров бензина из смеси его с воздухом. Объемный расход паровоздушной смеси, подаваемой на адсорбцию $Q = 3450 \text{ м}^3/\text{час}$. Начальная концентрация бензина $C_0 = 0,02 \text{ кг/м}^3$. Скорость паровоздушной смеси $w = 0,23 \text{ м/с}$, считая на полное сечение аппарата. Динамическая адсорбционная емкость активированного угля (АУ) $ад = 7\%$ (масс.), остаточная активность после десорбции $0,8\%$ (масс.). Насыпная плотность АУ $\rho_{\text{нас}} = 500 \text{ кг/м}^3$. Продолжительность периода адсорбции составляет $1,45 \text{ час}$. Ответ записать в м, округлив до десятых по правилам математического округления. Для выполнения задания обучающемуся требуются: лист бумаги, шариковая ручка (карандаш), калькулятор.

Ответ: _____.

Правильный ответ: 2,4

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 5. Запишите определение.

Теплота адсорбции – это

Ответ: _____.

Правильный ответ: количество теплоты, которое выделяется или поглощается при переходе адсорбата из объемной фазы в поверхностный слой.

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 6. Запишите ответ на вопрос.

Что такое дифференциальная теплота адсорбции?

Ответ: _____.

Правильный ответ: количество теплоты, которое выделяется или поглощается при адсорбции 1 моль адсорбата на бесконечно большой поверхности адсорбента на данном этапе процесса адсорбции при постоянной степени заполнения адсорбционного объема.

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 7. Запишите ответ на вопрос.

Какие положения теории адсорбции Лэнгмюра?

Ответ: _____.

Правильный ответ: адсорбционные центры адсорбента являются однородными и равномерно распределены на его поверхности; адсорбированная молекула занимает на поверхности адсорбента только один адсорбционный центр; взаимодействие между адсорбированными молекулами в адсорбционном слое отсутствует; процесс адсорбции завершается образованием мономолекулярного адсорбционного слоя, когда все адсорбционные центры заняты молекулами адсорбирующегося вещества.

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.1)

Задание 1. Выберите и запишите один правильный ответ.

Каков физический смысл адсорбционного коэффициента C в уравнении изотермы БЭТ?

Варианты ответа:

- А. Адсорбционный коэффициент C представляет собой концентрацию адсорбата в поверхностном слое при данной температуре
- Б. Адсорбционный коэффициент C является константой скорости процесса установления адсорбционного равновесия при данной температуре
- В. Адсорбционный коэффициент C является константой адсорбционного равновесия при данной температуре
- Г. Адсорбционный коэффициент C представляет собой концентрацию адсорбата в объемной фазе при данной температуре

Ответ: _____.

Правильный ответ: Б

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 2. Запишите пропущенные слова.

Избыток вещества (компонента) в поверхностном слое по сравнению с его количеством в объемной фазе, отнесенным к единице площади поверхности или к единице массы адсорбата – это _____

Ответ: _____.

Правильный ответ: гиббсовская адсорбция

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 3. Установите соответствия между названием процесса и его описанием.

Процессы:

- А. Физическая адсорбция
- Б. Химическая адсорбция (хемосорбция)
- В. Полная адсорбция
- Г. Гиббсовская (избыточная) адсорбция

Описания:

1. Полное количество адсорбата в поверхностном слое, отнесенное к единице площади поверхности или массы адсорбента
2. Присоединение молекул адсорбата к активным центрам адсорбента происходит в результате протекания химических реакций различных типов (за исключением реакций ионного обмена)

3. Избыточное количество адсорбата в поверхностном слое по сравнению с его количеством в объемной фазе того же объема, что и поверхностный слой, отнесенный к единице площади поверхности или массы адсорбента

4. Взаимодействие между молекулами адсорбата и адсорбента осуществляется за счет сил Ван-дер-Ваальса

Ответ:

А	Б	В	Г

Правильный ответ: А-4, Б-2, В-1, Г-3

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 4. Запишите пропущенное слово.

Процесс избирательного накопления адсорбтива на поверхности или в объеме сорбента, который сопровождается химической реакцией в поверхностном слое с образованием новых химических соединений называется _____

Ответ: _____.

Правильный ответ: хемосорбция

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 5. Выберите и запишите один правильный ответ.

Каков физический смысл коэффициента b в уравнении Лэнгмюра?

Варианты ответа:

А. Адсорбционный коэффициент представляет собой константу десорбции вещества при данной температуре

Б. Адсорбционный коэффициент является константой адсорбционного равновесия при данной температуре

В. Адсорбционный коэффициент является тепловым эффектом процесса перехода адсорбата из газа в жидкость

Г. Адсорбционный коэффициент является константой скорости процесса установления адсорбционного равновесия при данной температуре

Ответ: _____.

Правильный ответ: Б

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 6. Запишите ответ на вопрос.

Каков физический смысл адсорбционного коэффициента b в уравнении Лэнгмюра?

Ответ: _____.

Правильный ответ: Адсорбционный коэффициент b – это константа адсорбционного равновесия при данной температуре

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.2)

Задание 1. Установите хронологическую последовательность этапов сорбционной очистки сточных вод

А. Подача сточной воды

- Б. Перемешивание
- В. Выпуск воды
- Г. Отстаивание
- Д. Подача сорбента

Ответ:

--	--	--	--

Правильный ответ: А, Д, Б, Г, В

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 2. Выберите и запишите один правильный ответ.

На активированном угле из бинарной системы бензол – анилин:

- А. Лучше будет адсорбироваться бензол
- Б. Лучше будет адсорбироваться анилин
- В. Оба вещества будут адсорбироваться в одинаковой мере
- Г. Оба вещества не будут адсорбироваться

Ответ: _____.

Правильный ответ: А

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 3. Выберите и запишите один правильный ответ.

Физическая сорбция в отличие от хемосорбции:

- А. Является обратимым процессом
- Б. Протекает с незначительным тепловым эффектом ($Q \leq 20 \text{ кДж/моль}$)
- В. Является необратимым процессом
- Г. Определяется только временем диффузии сорбтива к поверхности сорбента и не зависит от активационного фактора.

Ответ: _____.

Правильный ответ: А

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 4. Выберите и запишите один правильный ответ.

Хемосорбция – это процесс избирательного накопления адсорбтива на поверхности или в объеме сорбента:

- А. Происходящий за счёт химического взаимодействия и приводящий к образованию новых веществ
- Б. При котором частицы обоих взаимодействующих веществ не теряют своей индивидуальности
- В. Происходящий за счёт сил кулоновского взаимодействия между заряженными частицами, которые при этом не теряют своей индивидуальности
- Г. Сопровождающийся образованием новых соединений, которые не образуют самостоятельную фазу

Ответ: _____.

Правильный ответ: Г

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 5. Выберите и запишите один правильный ответ.

Адсорбция на твёрдой поверхности в отличие от адсорбции на поверхности жидкости:

- А. Может быть как мономолекулярной, так и полимолекулярной

- Б. Может осуществляться только за счёт действия сил физической природы
- В. Происходит, в первую очередь, на её определённых участках, обладающих повышенным запасом внутренней энергии
- Г. Всегда является необратимым процессом

Ответ: _____.

Правильный ответ: В

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 6. Выберите и запишите один правильный ответ.

Что называется удельной поверхностью адсорбента?

Варианты ответа:

- А. Это площадь, которую молекула адсорбата занимает в поверхностном слое
- Б. Это площадь межфазной поверхности, отнесенная к единице объема или единице массы твердого тела
- В. Это количество активных центров, на которых протекает процесс адсорбции
- Г. Это отношение величины адсорбции вещества к величине предельной адсорбции на данном адсорбенте

Ответ: _____.

Правильный ответ: Б

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 7. Запишите ответ на вопрос.

Что называется удельной поверхностью адсорбента?

Ответ: _____.

Правильный ответ: Это площадь межфазной поверхности, отнесенная к единице объема или единице массы твердого тела.

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.3)

Задание 1. Запишите ответ на вопрос.

Какие типы адсорбционных процессов по агрегатному состоянию взаимодействующих фаз Вы знаете?

Ответ: _____.

Правильный ответ: адсорбция газов на твердых адсорбентах; адсорбция растворенных веществ на границе раздела «твердое тело-жидкость» и «жидкость-жидкость»; адсорбция поверхностно-активных веществ на границе раздела «жидкость-газ»

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 2. Запишите определение.

Активные центры – это ...

Ответ: _____.

Правильный ответ: участки с повышенной адсорбционной способностью

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 3. Выберите и запишите один правильный ответ.

Уравнение Лэнгмюра позволяет описать:

- А. Любой участок изотермы адсорбции
- Б. Только тот участок изотермы адсорбции, который имеет прямолинейный характер
- В. Только тот участок изотермы адсорбции, который изображается параболической кривой
- Г. Только тот участок изотермы адсорбции, который изображается прямой, параллельной оси абсцисс

Ответ: ____.

Правильный ответ: Г

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 4. Выберите и запишите один правильный ответ.

Уравнение Фрейндлиха позволяет описать:

- А. Любой участок изотермы адсорбции
- Б. Только тот участок изотермы адсорбции, который имеет прямолинейный характер
- В. Только тот участок изотермы адсорбции, который изображается параболической кривой
- Г. Только тот участок изотермы адсорбции, который изображается прямой, параллельной оси абсцисс

Ответ: ____.

Правильный ответ: В

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 5. Запишите ответ на вопрос.

Чем обусловлена структурная неоднородность поверхности адсорбента?

Ответ: _____.

Правильный ответ: Структурная неоднородность поверхности адсорбента обусловлена дефектами кристаллической решетки.

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 6. Произведите расчет и запишите ответ.

Определите диаметр адсорбера поглощения 100 кг паров октана активированным углем при следующих данных: начальная концентрация октана в паровоздушной смеси $C_0 = 0,012 \text{ кг/м}^3$, скорость паровоздушной смеси, читая на полное сечение аппарата $w = 20 \text{ м/мин}$, динамическая адсорбционная емкость АУ по октану $ад = 7\%$ (масс.), насыпная плотность АУ $\rho_{нас} = 350 \text{ кг/м}^3$, высота слоя АУ в адсорбере 0,8 м. Ответ записать в м, округлив до сотых по правилам математического округления. Для выполнения задания обучающемуся требуются: лист бумаги, шариковая ручка (карандаш), калькулятор.

Ответ: ____.

Правильный ответ: 2,55

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 7. Произведите расчет и запишите ответ.

Определите продолжительность периода поглощения 100 кг паров октана активированным углем при следующих данных: начальная концентрация октана в паровоздушной смеси $C_0 = 0,012 \text{ кг/м}^3$, скорость паровоздушной смеси, читая на полное сечение аппарата $w = 20 \text{ м/мин}$, динамическая адсорбционная емкость АУ по октану $ад = 7\%$ (масс.), насыпная плотность АУ $\rho_{нас} = 350 \text{ кг/м}^3$, высота слоя АУ в адсорбере 0,8 м. Ответ записать в часах, округлив до сотых

по правилам математического округления. Для выполнения задания обучающемуся требуются: лист бумаги, шариковая ручка (карандаш), калькулятор.

Ответ: ____.

Правильный ответ: 1,36

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 8. Произведите расчет и запишите ответ.

Сколько литров аммиака при 25 °С и 1 атм может адсорбироваться на поверхности 45 г угля, если вся поверхность покрыта. Диаметр молекулы NH_3 $3 \cdot 10^{-8}$ см. Ответ записать в литрах, округлив до десятых по правилам математического округления. Для выполнения задания обучающемуся требуются: лист бумаги, шариковая ручка (карандаш), калькулятор.

Ответ: ____.

Правильный ответ: 18,6

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.1)

Задание 1. Выберите и запишите один правильный ответ.

Адсорбцией называется:

- А. Самопроизвольный перенос вещества из поверхностного слоя в объемную фазу под влиянием градиента концентрации
- Б. Растворение адсорбата в объеме адсорбента
- В. Самопроизвольное изменение концентрации вещества в поверхностном слое по сравнению с объемной фазой за счет убыли избыточной поверхностной энергии
- Г. Перенос вещества из объема на поверхность раздела фаз за счет силы тяжести.

Ответ: ____.

Правильный ответ: В

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 2. Выберите и запишите один правильный ответ.

Величина адсорбции из растворов зависит от следующих факторов:

- А. Природы адсорбата и адсорбента, температура
- Б. Температуры
- В. Природы растворителя
- Г. Концентрации адсорбата в растворе

Ответ: ____.

Правильный ответ: А

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 3. Выберите и запишите один правильный ответ.

Какие адсорбенты называются монодисперсными?

Варианты ответа:

- А. Адсорбенты, у которых радиус пор меньше 5 нм
- Б. Адсорбенты, у которых радиус пор колеблется от 5 до 50 нм
- В. Адсорбенты, у которых все поры имеют одинаковый радиус
- Г. Адсорбенты, у которых все поры имеют различный радиус

Ответ: _____.

Правильный ответ: Б

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 4. Запишите пропущенное слово.

Вещество, на поверхности которого происходит адсорбция называется _____

Ответ: _____.

Правильный ответ: адсорбентом

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 5. Запишите пропущенное слово.

Вещество, которое адсорбируется на поверхности называется _____

Ответ: _____.

Правильный ответ: адсорбатом

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 6. Запишите ответ на вопрос.

Что называется точкой адсорбционной азеотропии для процессов адсорбции из растворов?

Ответ: _____.

Правильный ответ: Это точка, где изотерма адсорбции пересекает ось абсцисс.

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.2)

Задание 1. Выберите и запишите один правильный ответ.

Какое взаимодействие вносит максимальный вклад в энергию адсорбционной связи при физической адсорбции?

Варианты ответа:

- А. Ориентационное взаимодействие
- Б. Дисперсионное взаимодействие
- В. Индукционное взаимодействие
- Г. Химическое взаимодействие

Ответ: _____.

Правильный ответ: Б

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 2. Выберите и запишите один правильный ответ.

Что называется теплотой физической адсорбции?

Варианты ответа:

- А. Это количество теплоты, которое выделится при переходе адсорбата из поверхностного слоя в объемную фазу

Б. Это количество теплоты, которое выделится или поглотится при переходе 1 моля адсорбата из поверхностного слоя в объемную фазу

В. Это количество теплоты, которое выделится при переходе адсорбата из объемной фазы в поверхностный слой

Г. Это тепловой эффект реакции взаимодействия адсорбата с поверхностью адсорбента

Ответ: ____.

Правильный ответ: В

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 3. Запишите пропущенное слово.

Процесс выделения или высвобождения адсорбированных молекул или частиц из поверхности адсорбента называется _____

Ответ: _____.

Правильный ответ: десорбция

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 4. Запишите пропущенные слова.

Количество вещества (адсорбата), адсорбированное единицей площади поверхности или единицей массы адсорбента называется _____

Ответ: _____.

Правильный ответ: абсолютной величиной адсорбции

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 5. Установите соответствия между терминами и их определениями.

Термины:

А. Адсорбция

Б. Десорбция

В. Адсорбент

Г. Адсорбат

Определения:

1. Процесс, обратный адсорбции

2. Вещество, которое адсорбируется на поверхности

3. Вещество, на поверхности которого происходит адсорбция

4. Процесс самопроизвольного перераспределения концентрации компонентов гетерогенной системы между поверхностным слоем и объемными фазами

Ответ:

А	Б	В	Г

Правильный ответ: А-4, Б-1, В-2, Г-3

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 6. Выберите и запишите один правильный ответ.

Уравнение Лэнгмюра, описывающее адсорбцию газа на твердой поверхности, имеет вид:

А. $\Gamma = - \frac{\Delta \delta}{\Delta C} \cdot \frac{C}{RT};$

Б. $\Gamma = \Gamma_{\infty} \cdot \frac{p}{k+p};$

В. $\Gamma = p \cdot \frac{\kappa+p}{\Gamma_{\infty}};$

Г. $\Gamma_{\infty} = \Gamma \cdot \frac{\kappa+p}{p}.$

Ответ: ____.

Правильный ответ: Б

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 7. Выберите и запишите один правильный ответ.

Уравнение Фрейндлиха для адсорбции газа имеет следующий вид:

А. $\Gamma = \Gamma_{\infty} \cdot \frac{p}{\kappa+p};$

Б. $\Gamma = K \cdot p^{1/n};$

В. $\lg \Gamma = \lg K + \frac{1}{n} \cdot \lg P;$

Г. $\Gamma = n \cdot p^k.$

Ответ: ____.

Правильный ответ: Б

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.3)

Задание 1. Установите хронологическую последовательность стадий при проведении промышленного процесса адсорбции:

А. Сушка адсорбента

Б. Адсорбция

В. Охлаждение адсорбента

Г. Десорбция

Ответ:

--	--	--	--

Правильный ответ: Б, Г, А, В

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 2. Произведите расчет и запишите ответ.

Определите требуемое количество активированного угля для поглощения паров бензина из смеси его с воздухом. Объемный расход паровоздушной смеси, подаваемой на адсорбцию $Q = 3450 \text{ м}^3/\text{час}$. Начальная концентрация бензина $C_0 = 0,02 \text{ кг/м}^3$. Скорость паровоздушной смеси $w = 0,23 \text{ м/с}$, считая на полное сечение аппарата. Динамическая адсорбционная емкость активированного угля (АУ) $ад = 7\% \text{ (масс.)}$, остаточная активность после десорбции $0,8\% \text{ (масс.)}$. Насыпная плотность АУ $\rho_{нас} = 500 \text{ кг/м}^3$. Продолжительность периода адсорбции составляет $1,45 \text{ час}$. Ответ записать в кг, округлив до целых по правилам мате-

матического округления. Для выполнения задания обучающемуся требуются: лист бумаги, шариковая ручка (карандаш), калькулятор.

Ответ: _____.

Правильный ответ: 1614

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 3. Произведите расчет и запишите ответ.

Определите высоту слоя адсорбента активированного угля для поглощения паров бензина из смеси его с воздухом. Объемный расход паровоздушной смеси, подаваемой на адсорбцию $Q = 3450 \text{ м}^3/\text{час}$. Начальная концентрация бензина $C_0 = 0,02 \text{ кг/м}^3$. Скорость паровоздушной смеси $w = 0,23 \text{ м/с}$, считая на полное сечение аппарата. Динамическая адсорбционная емкость активированного угля (АУ) $ад = 7\%$ (масс.), остаточная активность после десорбции $0,8\%$ (масс.). Насыпная плотность АУ $\rho_{нас} = 500 \text{ кг/м}^3$. Продолжительность периода адсорбции составляет 1,45 час. Ответ записать в м, округлив до сотых по правилам математического округления. Для выполнения задания обучающемуся требуются: лист бумаги, шариковая ручка (карандаш), калькулятор.

Ответ: _____.

Правильный ответ: 0,78

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 4. Произведите расчет и запишите ответ.

Определите диаметр адсорбера активированного угля периодического действия для поглощения паров бензина из смеси его с воздухом. Объемный расход паровоздушной смеси, подаваемой на адсорбцию $Q = 3450 \text{ м}^3/\text{час}$. Начальная концентрация бензина $C_0 = 0,02 \text{ кг/м}^3$. Скорость паровоздушной смеси $w = 0,23 \text{ м/с}$, считая на полное сечение аппарата. Динамическая адсорбционная емкость активированного угля (АУ) $ад = 7\%$ (масс.), остаточная активность после десорбции $0,8\%$ (масс.). Насыпная плотность АУ $\rho_{нас} = 500 \text{ кг/м}^3$. Продолжительность периода адсорбции составляет 1,45 час. Ответ записать в м, округлив до десятых по правилам математического округления. Для выполнения задания обучающемуся требуются: лист бумаги, шариковая ручка (карандаш), калькулятор.

Ответ: _____.

Правильный ответ: 2,4

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 5. Запишите определение.

Теплота адсорбции – это

Ответ: _____.

Правильный ответ: количество теплоты, которое выделяется или поглощается при переходе адсорбата из объемной фазы в поверхностный слой.

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 6. Запишите ответ на вопрос.

Что такое дифференциальная теплота адсорбции?

Ответ: _____.

Правильный ответ: количество теплоты, которое выделяется или поглощается при адсорбции 1 моль адсорбата на бесконечно большой поверхности адсорбента на данном этапе процесса адсорбции при постоянной степени заполнения адсорбционного объема.

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 7. Запишите ответ на вопрос.

Какие положения теории адсорбции Лэнгмюра?

Ответ: _____.

Правильный ответ: адсорбционные центры адсорбента являются однородными и равномерно распределены на его поверхности; адсорбированная молекула занимает на поверхности адсорбента только один адсорбционный центр; взаимодействие между адсорбированными молекулами в адсорбционном слое отсутствует; процесс адсорбции завершается образованием мономолекулярного адсорбционного слоя, когда все адсорбционные центры заняты молекулами адсорбирующегося вещества.

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.1)

Задание 1. Выберите и запишите один правильный ответ.

Каков физический смысл адсорбционного коэффициента C в уравнении изотермы БЭТ?

Варианты ответа:

- А. Адсорбционный коэффициент C представляет собой концентрацию адсорбата в поверхностном слое при данной температуре
- Б. Адсорбционный коэффициент C является константой скорости процесса установления адсорбционного равновесия при данной температуре
- В. Адсорбционный коэффициент C является константой адсорбционного равновесия при данной температуре
- Г. Адсорбционный коэффициент C представляет собой концентрацию адсорбата в объемной фазе при данной температуре

Ответ: _____.

Правильный ответ: Б

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 2. Запишите пропущенные слова.

Избыток вещества (компонента) в поверхностном слое по сравнению с его количеством в объемной фазе, отнесенным к единице площади поверхности или к единице массы адсорбата – это _____

Ответ: _____.

Правильный ответ: гиббсовская адсорбция

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 3. Установите соответствия между названием процесса и его описанием.

Процессы:

- А. Физическая адсорбция
- Б. Химическая адсорбция (хемосорбция)
- В. Полная адсорбция
- Г. Гиббсовская (избыточная) адсорбция

Описания:

1. Полное количество адсорбата в поверхностном слое, отнесенное к единице площади поверхности или массы адсорбента

2. Присоединение молекул адсорбата к активным центрам адсорбента происходит в результате протекания химических реакций различных типов (за исключением реакций ионного обмена)
3. Избыточное количество адсорбата в поверхностном слое по сравнению с его количеством в объемной фазе того же объема, что и поверхностный слой, отнесенный к единице площади поверхности или массы адсорбента
4. Взаимодействие между молекулами адсорбата и адсорбента осуществляется за счет сил Ван-дер-Ваальса

Ответ:

А	Б	В	Г

Правильный ответ: А-4, Б-2, В-1, Г-3

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 4. Запишите пропущенное слово.

Процесс избирательного накопления адсорбтива на поверхности или в объеме сорбента, который сопровождается химической реакцией в поверхностном слое с образованием новых химических соединений называется _____

Ответ: _____.

Правильный ответ: хемосорбция

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 5. Выберите и запишите один правильный ответ.

Каков физический смысл коэффициента b в уравнении Лэнгмюра?

Варианты ответа:

- А. Адсорбционный коэффициент представляет собой константу десорбции вещества при данной температуре
- Б. Адсорбционный коэффициент является константой адсорбционного равновесия при данной температуре
- В. Адсорбционный коэффициент является тепловым эффектом процесса перехода адсорбата из газа в жидкость
- Г. Адсорбционный коэффициент является константой скорости процесса установления адсорбционного равновесия при данной температуре

Ответ: _____.

Правильный ответ: Б

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 6. Запишите ответ на вопрос.

Каков физический смысл адсорбционного коэффициента b в уравнении Лэнгмюра?

Ответ: _____.

Правильный ответ: Адсорбционный коэффициент b – это константа адсорбционного равновесия при данной температуре

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.2)

Задание 1. Установите хронологическую последовательность этапов сорбционной очистки сточных вод

- А. Подача сточной воды
- Б. Перемешивание
- В. Выпуск воды
- Г. Отстаивание
- Д. Подача сорбента

Ответ:

--	--	--	--	--

Правильный ответ: А, Д, Б, Г, В**Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).****Задание 2. Выберите и запишите один правильный ответ.**

На активированном угле из бинарной системы бензол – анилин:

- А. Лучше будет адсорбироваться бензол
- Б. Лучше будет адсорбироваться анилин
- В. Оба вещества будут адсорбироваться в одинаковой мере
- Г. Оба вещества не будут адсорбироваться

Ответ: _____.**Правильный ответ: А****Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).****Задание 3. Выберите и запишите один правильный ответ.**

Физическая сорбция в отличие от хемосорбции:

- А. Является обратимым процессом
- Б. Протекает с незначительным тепловым эффектом ($Q \leq 20 \text{ кДж/моль}$)
- В. Является необратимым процессом
- Г. Определяется только временем диффузии сорбтива к поверхности сорбента и не зависит от активационного фактора.

Ответ: _____.**Правильный ответ: А****Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).****Задание 4. Выберите и запишите один правильный ответ.**

Хемосорбция – это процесс избирательного накопления адсорбтива на поверхности или в объеме сорбента:

- А. Происходящий за счёт химического взаимодействия и приводящий к образованию новых веществ
- Б. При котором частицы обоих взаимодействующих веществ не теряют своей индивидуальности
- В. Происходящий за счёт сил кулоновского взаимодействия между заряженными частицами, которые при этом не теряют своей индивидуальности
- Г. Сопровождающийся образованием новых соединений, которые не образуют самостоятельную фазу

Ответ: _____.**Правильный ответ: Г****Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).**

Задание 5. Выберите и запишите один правильный ответ.

Адсорбция на твёрдой поверхности в отличие от адсорбции на поверхности жидкости:

- А. Может быть как мономолекулярной, так и полимолекулярной
- Б. Может осуществляться только за счёт действия сил физической природы
- В. Происходит, в первую очередь, на её определённых участках, обладающих повышенным запасом внутренней энергии
- Г. Всегда является необратимым процессом

Ответ: _____.

Правильный ответ: В

Уровень сложности задания: 2 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 6. Выберите и запишите один правильный ответ.

Что называется удельной поверхностью адсорбента?

Варианты ответа:

- А. Это площадь, которую молекула адсорбата занимает в поверхностном слое
- Б. Это площадь межфазной поверхности, отнесенная к единице объема или единице массы твердого тела
- В. Это количество активных центров, на которых протекает процесс адсорбции
- Г. Это отношение величины адсорбции вещества к величине предельной адсорбции на данном адсорбенте

Ответ: _____.

Правильный ответ: Б

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 7. Запишите ответ на вопрос.

Что называется удельной поверхностью адсорбента?

Ответ: _____.

Правильный ответ: Это площадь межфазной поверхности, отнесенная к единице объема или единице массы твердого тела.

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.3)

Задание 1. Запишите ответ на вопрос.

Какие типы адсорбционных процессов по агрегатному состоянию взаимодействующих фаз Вы знаете?

Ответ: _____.

Правильный ответ: адсорбция газов на твердых адсорбентах; адсорбция растворенных веществ на границе раздела «твердое тело-жидкость» и «жидкость-жидкость»; адсорбция поверхностно-активных веществ на границе раздела «жидкость-газ»

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 2. Запишите определение.

Активные центры – это ...

Ответ: _____.

Правильный ответ: участки с повышенной адсорбционной способностью

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 3. Выберите и запишите один правильный ответ.

Уравнение Лэнгмюра позволяет описать:

- А. Любой участок изотермы адсорбции
- Б. Только тот участок изотермы адсорбции, который имеет прямолинейный характер
- В. Только тот участок изотермы адсорбции, который изображается параболической кривой
- Г. Только тот участок изотермы адсорбции, который изображается прямой, параллельной оси абсцисс

Ответ: _____.

Правильный ответ: Г

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 4. Выберите и запишите один правильный ответ.

Уравнение Фрейндлиха позволяет описать:

- А. Любой участок изотермы адсорбции
- Б. Только тот участок изотермы адсорбции, который имеет прямолинейный характер
- В. Только тот участок изотермы адсорбции, который изображается параболической кривой
- Г. Только тот участок изотермы адсорбции, который изображается прямой, параллельной оси абсцисс

Ответ: _____.

Правильный ответ: В

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 5. Запишите ответ на вопрос.

Чем обусловлена структурная неоднородность поверхности адсорбента?

Ответ: _____.

Правильный ответ: Структурная неоднородность поверхности адсорбента обусловлена дефектами кристаллической решетки.

Уровень сложности задания: 1 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 6. Произведите расчет и запишите ответ.

Определите диаметр адсорбера поглощения 100 кг паров октана активированным углем при следующих данных: начальная концентрация октана в паровоздушной смеси $C_0 = 0,012 \text{ кг/м}^3$, скорость паровоздушной смеси, читая на полное сечение аппарата $w = 20 \text{ м/мин}$, динамическая адсорбционная емкость АУ по октану ад = 7% (масс.), насыпная плотность АУ $\rho_{\text{нас}} = 350 \text{ кг/м}^3$, высота слоя АУ в адсорбере 0,8 м. Ответ записать в м, округлив до сотых по правилам математического округления. Для выполнения задания обучающемуся требуются: лист бумаги, шариковая ручка (карандаш), калькулятор.

Ответ: _____.

Правильный ответ: 2,55

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 7. Произведите расчет и запишите ответ.

Определите продолжительность периода поглощения 100 кг паров октана активированным углем при следующих данных: начальная концентрация октана в паровоздушной смеси $C_0 = 0,012 \text{ кг/м}^3$, скорость паровоздушной смеси, читая на полное сечение аппарата $w = 20 \text{ м/мин}$,

динамическая адсорбционная емкость АУ по октану $a_d = 7\%$ (масс.), насыпная плотность АУ $\rho_{\text{нас}} = 350 \text{ кг/м}^3$, высота слоя АУ в адсорбере 0,8 м. Ответ записать в часах, округлив до сотых по правилам математического округления. Для выполнения задания обучающемуся требуются: лист бумаги, шариковая ручка (карандаш), калькулятор.

Ответ: _____.

Правильный ответ: 1,36

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).

Задание 8. Произведите расчет и запишите ответ.

Сколько литров аммиака при 25°C и 1 атм может адсорбироваться на поверхности 45 г угля, если вся поверхность покрыта. Диаметр молекулы NH_3 $3 \cdot 10^{-8}$ см. Ответ записать в литрах, округлив до десятых по правилам математического округления. Для выполнения задания обучающемуся требуются: лист бумаги, шариковая ручка (карандаш), калькулятор.

Ответ: _____.

Правильный ответ: 18,6

Уровень сложности задания: 3 (1 – минимальная сложность, 3 – максимальная сложность).