Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Кувардин Николай Владимирович
Должность: Заведующий кафедрой
Дата подписания: 11.09.2025 22:11:52
Уникальный программный ключ:
9e4fb4318bfbf1c92b8e4c07e4bcff9a13c3c78

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Юго-западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:
Зав кафедрой
ФХиХТ
_____Кувардин Н.В.
«_01_» _09_____2025 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
для текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации обучающихся
по дисциплине

Процессы массопереноса
(наименование дисциплины)

18.04.01 Химическая технология
(код и направление ОПОП ВО)

Дисциплина реализуется по модели «перевернутого обучения»

Курск -2025

1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ УСТНОГО ОПРОСА

Тема: Введение. Особенности освоения дисциплины «Процессы массопереноса» по технологии «перевернутого обучения»

Технология «перевернутого обучения» как образовательная технология XXI века. Основные особенности технологии «перевернутого обучения». Роль технологии в формировании компетенций, необходимых для будущего профессионального роста.

Порядок освоения каждой темы дисциплины «Процессы массопереноса»:

I. Дистанционная часть: внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа студентов по освоению основных положений темы (сроки освоения тем дисциплины); входной контроль качества освоения обучающимися основных положений тем (входной контроль знаний) (сроки и порядок прохождения входного тестирования).

II. Аудиторная часть: уточнение и (или) углубление отдельных положений темы (формы работы с преподавателем); выполнение обучающимися практических заданий (технологии работы (в том числе технология ротации станций) и форма заданий); проверка практических заданий, выполненных обучающимися (формы проверки); текущий контроль успеваемости по теме (формы и сроки); проведение текущего контроля успеваемости по теме (формы, сроки).

Тема: Особенности массопередачи в системах с твердой фазой

Передача массы в пределах твёрдой фазы. Массопроводность.

Математическая модель массопроводности на уровне элементарного объёма и её критериальное преобразование.

Нестационарный режим массопроводности как главная особенность данного процесса. Массопередача в системах с твёрдой фазой и её брутто-механизм. Молекулярная и конвективная диффузия.

Массоотдача в процессах производства композитных материалов.

Тема Массоперенос в процессах сорбции

Неосложнённая и осложнённая химическими превращениями адсорбция.

Кинетические уравнения (уравнения скорости) адсорбции в зависимости от природы её лимитирующей стадии.

Нестационарный характер адсорбции как её главная особенность.

Специфика периодических процессов в неподвижном слое адсорбента.

Тепловой баланс в производстве композитных материалов. Пути корректировки процесса

Тема Растворение и образование твердой фазы и сопутствующие процессы массопереноса

Равновесие и скорость растворения и выщелачивания.

Способы растворения и выщелачивания.

Процессы кристаллизации при производстве композитных материалов – плюсы и минусы

Тема Основы массопереноса при разделении многокомпонентных систем

Законы фазового равновесия для правильных растворов, нерастворимых жидкостей частично растворимых жидкостей, бинарных азеотропных смесей применяемых при производстве композитных материалов.

Экстракция в системах жидкость – жидкость.

Шкала оценивания: *5-б*алльная. ***Критерии оценивания:***

2 баллов (или оценка **«отлично»)** выставляется обучающемуся, если он принимает активное участие в беседе по большинству

обсуждаемых вопросов (в том числе самых сложных); демонстрирует сформированную способность к диалогическому мышлению, проявляет уважение и интерес к иным мнениям; владеет глубокими (в том числе дополнительными) знаниями по существу обсуждаемых вопросов, ораторскими способностями и правилами ведения полемики; строит логичные, аргументированные, точные и лаконичные высказывания, сопровождаемые яркими примерами; легко и заинтересованно откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

1,5 балла (или оценка **«хорошо»)** выставляется обучающемуся, если он принимает участие в обсуждении не менее 50% дискуссионных вопросов; проявляет уважение и интерес к иным мнениям, доказательно и корректно защищает свое мнение; владеет хороши-ми знаниями вопросов, в обсуждении которых принимает участие; умеет не столько вести полемику, сколько участвовать в ней; строит логичные, аргументированные высказывания, сопровождаемые подходящими примерами; не всегда откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

1 балла (или оценка **«удовлетворительно»)** выставляется обучающемуся, если он принимает участие в беседе по одному-двум наиболее простым обсуждаемым вопросам; корректно выслушивает иные мнения; неуверенно ориентируется в содержании обсуждаемых вопросов, порой допуская ошибки; в полемике пред-почитает занимать позицию заинтересованного слушателя; строит краткие, но в целом логичные высказывания, сопровождаемые наиболее очевидными примерами; теряется при возникновении неожиданных ракурсов беседы и в этом случае нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

0 балла (или оценка **«неудовлетворительно»)** выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием обсуждаемых вопросов или допускает грубые ошибки; пассивен в обмене мнениями или вообще не участвует в дискуссии; затрудняется в построении монологического высказывания и (или) допускает ошибочные высказывания; постоянно нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

1.2 ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ

Тема Особенности массопередачи в системах с твердой фазой

1.1 Впишите пропущенные слова:
а) системы с твердой фазой -
б) масоопередача -
в) виды массопередачи -
1.2 Укажите соответствие

Перенос вещества молекулярной диффузией определяется законом	Ньютона
Перенос массы определяется законом	Навье-Стокса
Массоперенос под действием силы тяжести определяется законом	Стефана-Больцмана
Массоперенос в условиях перемены давления и температуры определяется законом	Фурье
Массоперенос в пределах одной фазы определяется законом	Фика

1.3 Укажите стрелочкой одно наиболее точное соответствие:

При массопередаче с твердой фазой, каким путем происходит перемещение распределяемого вещества внутри твердого тела?	Массопроводностью
	Молекулярной диффузией
	Турбулентной диффузией
	Конвективной диффузией
	Молекулярной и конвективной диффузией одновременно

1.4 Перечислите факторы влияющие на процессы массопереноса

Тема Массоперенос в процессах сорбции

1.1 Впишите пропущенные слова:
а) сорбция -
б) адсорбция -
в) абсорбция -
1.2 Укажите соответствие

А) десорбция это переход компонента из жидкой фазы в	1. твердую
В)сушка это переход компонента из жидкой фазы в	2. паровую
С)адсорбция это переход компонента из жидкой фазы в	3. жидкую
Д)растворение это переход компонента из жидкой фазы в	4. твердую и жидкую

1.3 Укажите стрелочкой одно наиболее точное соответствие:

Что такое адсорбционный процесс?	Процесс избирательного поглощения одного или нескольких компонентов из газовой или паровой смеси жидким поглотителем
	Процесс извлечения из твердого или жидкого вещества одного или нескольких компонентов путем обработки этого вещества жидким растворителем
	Процесс избирательного поглощения одного или нескольких компонентов из газовой или жидкой смеси твердыми поглотителями

1.4 Перечислите факторы влияющие на процессы сорбции
1.
2.
3.
Тема Массоперенос при разделении многокомпонентных систем

1.1 Впишите пропущенные слова:
а) экстрагирование -
б) перегонка -
в) ректификация -
1.2 Укажите соответствие

1 Массопроводность	А) перемещение вещества в твердой фазе.

2 Массопередача	Б) перенос распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением самих молекул
3 Адсорбция	В) переход вещества или нескольких веществ из одной фазы в другую в направлении достижения равновесия
4 Диффузия	Г) параметр, характеризующий изменение скорости потока вещества, перемещае- мого массопроводностью в твердом теле.

1.3 Укажите стрелочкой одно наиболее точное соответствие:

При массопередаче с твердой фазой, каким путем происходит перемещение распределяемого вещества внутри твердого тела?	Массопроводностью
	Молекулярной диффузией
	Турбулентной диффузией
	Конвективной диффузией
	Молекулярной и конвективной диффузией одновременно

1.4 Перечислите факторы влияющие на процессы разделения смесей
1.
2.
3.

Тема Растворение и образование твердой фазы и сопутствующие процессы массопереноса

1.1 Впишите пропущенные слова:
а) растворение -
б) кристаллизация -
в) выпаривание -
1.2 Укажите соответствие

закон Генри:	при данной температуре молярная доля газа в растворе (растворимость) пропорциональна парциальному давлению газа над раствором
Закон Дальтон	парциальное давление газа в газовой смеси равно общему давлению, умноженному на мольную долю газа в газовой смеси
Закон фазового равновесия	выражает зависимость между равновесными концентрациями рас пределяемого газа в газовой и жидкой фазах.

1.3 Укажите стрелочкой одно наиболее точное соответствие:

При массопередаче с твердой фазой, каким путем происходит перемещение распределяемого вещества внутри твердого тела?	Массопроводностью
	Молекулярной диффузией
	Турбулентной диффузией
	Конвективной диффузией
	Молекулярной и конвективной диффузией одновременно

1.4 Перечислите факторы влияющие на процессы растворения и образования твердой фазы
1.
2.

3.

Критерии оценивания результатов тестирования:

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено – **2 балла**, не выполнено – **0 баллов**.

2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

2.1 БАНК ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ

1. Фазовое равновесие массообменных процессов характеризует ...
А)равенство концентраций компонентов в фазах
в)равенство скоростей перехода компонентов из одной фазы в другую
г)равенство температур
д)равенство давлений
2. В химической технологии процесс переноса вещества из одной фазы в другую называется:
A) Гидромеханическим процессом
B) Механическим процессом
C) Химическим процессом
D) Теплообменным процессом
E) Массообменным процессом
3. Скорость протекания массообменных процессов определяется:
A) Концентрацией
B) Диффузией
C) Временем
D) Вязкостью
E) Объёмом
4. Перенос вещества молекулярной диффузией определяется законом:
A) Ньютона
B) Навье-Стокса
C) Стефана-Больцмана
D) Фурье
E) Фика
5 Укажите соответствие

Перенос вещества молекулярной диффузией определяется законом	Ньютона
Перенос массы определяется законом	Навье-Стокса
Массоперенос под действием силы тяжести определяется законом	Стефана-Больцмана
Массоперенос в условиях перемены давления и температуры определяется законом	Фурье
Массоперенос в пределах одной фазы определяется законом	Фика

6 Выберите правильный ответ

При массопередаче с твердой фазой, каким путем происходит перемещение	Массопроводностью
	Молекулярной диффузией
	Турбулентной диффузией

распределяемого вещества внутри твердого тела?	Конвективной диффузией
	Молекулярной и конвективной диффузией одновременно

7. Диффузионный пограничный слой –

8. Общим для большинства моделей массопереноса является допущение о том, что:

а) с обеих сторон поверхности контакта фаз образуются пограничные слои (пленки), в которых преобладает молекулярный перенос вещества;

б) поверхность контакта фаз в ходе процесса не меняет своих формы, размеров и по свойствам напоминает твердую стенку;

в) на поверхности раздела фазы находятся в состоянии равновесия, а общее сопротивление процессу переноса складывается из суммы сопротивлений двух фаз.

9. К каким изменениям кинетических характеристик массопереноса скорее всего приведет перемешивание (продольное и поперечное)?

а) уменьшится средняя движущая сила процесса Δc увеличится коэффициент массопередачи К;

б) увеличится Δcр, увеличится К;

в) увеличится Δcр, уменьшится К;

г) уменьшится Δcр, уменьшится К.

10. Как скажется на высоте массообменного аппарата увеличение конечной концентрации распределяемого компонента в поглотителе $x_к$ при прочих равных условиях?

а) увеличится;

б) уменьшится;

в) не изменится.

11. Как скажется на диаметре массообменного аппарата увеличение конечной концентрации распределяемого компонента в поглотителе $x_к$ при прочих равных условиях?

а) увеличится;

б) уменьшится;

в) не изменится.

12. В модели пограничного диффузионного слоя предполагается, что основное сопротивление переносу вещества сосредоточено:

а) в «легкой» фазе;

б) в «тяжелой» фазе;

в) при переходе вещества через поверхность раздела фаз;

г) в пограничных диффузионных слоях.

13. Градиент концентраций распределяемого вещества имеет наибольшее значение:

а) в ядре потока; б) в пограничном диффузионном слое;

в) в пограничном диффузионном слое в фазе, где коэффициент диффузии D вещества наибольший;

г) в пограничном диффузионном слое фазы, где коэффициент диффузии D вещества наименьший.

14 Массоперенос – это

15 Общее сопротивление переносу вещества в соответствии с моделью диффузионного пограничного слоя складывается из суммы сопротивлений:

а) одной;

б) двух;

в) трех стадий.

16. Перенос вещества молекулярной диффузией определяется законом:

A) Ньютона

B) Навье-Стокса

C) Стефана-Больцмана

D) Фурье

E) Фика

17. Единицей измерения коэффициента диффузии является:
A) м3/кг
B) м2/с
C) м3/с
D) м/с
E) кг/с
18. В барботажных абсорбционных аппаратах
A) Газ распределяется в жидкости в виде пузырьков
B) Газ соприкасается с жидкостью, движущейся в виде тонкой пленки
C) Газ распределяется в результате соприкосновения с жидкостью
D) Газ пропускается над поверхностью медленно текущей жидкости
E) Жидкость распыливается газовым потоком
19. В поверхностных абсорбционных аппаратах
A) Г аз распределяется в жидкости в виде пузырьков
B) Газ соприкасается с жидкостью, движущейся в виде тонкой пленки
C) Газ распределяется в результате соприкосновения с жидкостью
D) Газ пропускается над поверхностью медленно текущей жидкости
E) Жидкость распыливается газовым потоком
20. В пленочных абсорбционных аппаратах
A) Газ распределяется в жидкости в виде пузырьков
B) Газ соприкасается с жидкостью, движущейся в виде тонкой пленки
C) Газ распределяется в результате соприкосновения с жидкостью
D) Газ пропускается над поверхностью медленно текущей жидкости
E) Жидкость распыливается газовым потоком
21. В распыливающихся абсорберах
A) Г аз распределяется в жидкости в виде пузырьков
B) Газ соприкасается с жидкостью, движущейся в виде тонкой пленки
C) Газ распределяется в результате соприкосновения с жидкостью
D) Газ пропускается над поверхностью медленно текущей жидкости
E) Жидкость распиливается газовым потоком
22. Укажите уравнение массопередачи для процесса абсорбции при выражении движущей силы через разность концентраций газовой фазы:
A) $M = K_y F (C^* - C)$
B) $M = K_x F (C - C^*)$
C) $M = K_y F(P - P^*)$
D) $M = K_x F(P - P^*)$
E) $M = KFA$
23. Укажите уравнение массопередачи для процесса абсорбции при выражении движущей силы через разность давлений газовой фазы:
A) $M = K_y F(C^*-C)$
B) $M = K_x F (C - C^*)$
C) $M = K_y F(P - P)$
D) $M = K_x F(P - P^*)$
E) $M = KFA$
24. Какой процесс описывает первый закон Фика:
A) Конвективный массообмен
B) Турбулентную диффузию
C) Молекулярную диффузию
D) Молекулярную диффузию и турбулентную диффузию одновременно
E) Молекулярную диффузию и конвективный массообмен одновременно
25. Переход компонента из одной фазы в другую относится к процессам
1. гидравлическим

2. механическим
3. массообменным
4. теплообменным

26. Десорбция – это переход компонента из жидкой фазы в
1 - твердую
2 - паровую
3 - жидкую
4 - твердую и жидкую

27. Процесс перехода компонента из одной фазы в другую зависит ...
1. только от температуры
2. только от концентрации
3. только от давления
4. от поверхности соприкосновения фаз и разности концентраций компонентов в фазе

28. Какого типа насадки в насадочных абсорберах не существует ...
1. кольца керамические
2. хордовая насадка
3. сетчатая насадка
4. кокс кусковой

29. Избирательное поглощение компонента из газовой или жидкой фазы твердым поглотителем, называется...
1. экстракцией
2. абсорбцией
3. ректификацией
4. адсорбцией

30 Укажите соответствие

А) десорбция это переход компонента из жидкой фазы в	1. твердую
В)сушка это переход компонента из жидкой фазы в	2. паровую
С)адсорбция это переход компонента из жидкой фазы в	3. жидкую
Д)растворение это переход компонента из жидкой фазы в	4. твердую и жидкую

31. Фазовое равновесие массообменных процессов характеризует ...
1. равенство концентраций компонентов в фазах
2. равенство скоростей перехода компонентов из одной фазы в другую
3. равенство температур
4. равенство давлений

32. В химической технологии процесс переноса вещества из одной фазы в другую называется:
A) Гидромеханическим процессом
B) Механическим процессом
C) Химическим процессом
D) Теплообменным процессом
E) Массообменным процессом

33. Скорость протекания массообменных процессов определяется:
A) Концентрацией
B) Диффузией
C) Временем
D) Вязкостью
E) Объёмом

34. Перенос вещества молекулярной диффузией определяется законом:
A) Ньютона
B) Навье-Стокса
C) Стефана-Больцмана
D) Фурье
E) Фика
35. При массопередаче с твердой фазой, каким путем происходит перемещение распределяемого вещества внутри твердого тела?
A) Массопроводностью
B) Молекулярной диффузией
C) Турбулентной диффузией
D) Конвективной диффузией
E) Молекулярной и конвективной диффузией одновременно
36. Выделение растворенного вещества из раствора при охлаждении раствора это …
1. растворение
2. кристаллизация
3. фильтрование
4. центрифугирование
37. Удаление влаги из твердого влажного материала при непосредственном соприкосновении сушильного агента с материалом - процесс сушки ...
1. контактный
2. конвективный
3. радиационный
4. диэлектрический
38. Выделение растворенного вещества из раствора при охлаждении раствора это …
1. растворение
2. кристаллизация
3. фильтрование
4. центрифугирование
39. Влага, заполняющая макро- и микрокапилляры, которая может быть удалена не только при сушке, но и при механических воздействиях называется
1. физико-химически связанная влага
2. химически связанная влага
3. механически связанная влага
40. Удаление влаги из твердого влажного материала при непосредственном соприкосновении сушильного агента с материалом - процесс сушки ...
1. контактный
2. конвективный
3. радиационный
4. диэлектрический
41 Принцип работы перемешивающих устройств
42 Процесс кристаллизации -
43 Установите соответствия

влага набухания	влага, которая не может быть удалена из материала при сушке
осмотическая влага	влага в телах, имеющих структуру ячеек клеток, замкнутая поверхность которых изолирует материал и находящуюся в нем влагу от окружающей среды
химически связан- ная влага	влага в крупных порах частиц

44 Установите последовательность

Массопроводность	параметр, характеризующий изменение скорости потока вещества, перемещаемого массопроводностью в твердом теле
Молекулярная диффузия	перемещение вещества в твердой фазе.
критерий Фурье	перенос распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением самих молекул.

45. Разделение смеси компонентов на низкокипящий и высококипящий при однократном испарении...
1. выпаривание
2. простая перегонка
3. ректификация
4. экстракция

46. Уравнение материального баланса ректификации имеет вид
1. L = F + Ф
2. G = Ф + P
3. F = P + W
4. 4. G =P (R + 1)

47 . Тарелки (ситчатые, решетчатые, колпачковые, клапанные) применяют в колоннах ...
1. насадочных
2. барботажных
3. пленочных
4. распылительных

48. Диаметр аппарата колонного типа рассчитывается по формуле …
1. $D_K = \sqrt{\frac{S}{0{,}785}}$
2. $D_K = \sqrt{\frac{V_Г}{0{,}785 \cdot \omega_Г}}$
3. $D_K = \frac{\mathrm{Re} \cdot \mu_Г}{\omega_Г \cdot \rho_Г}$
4. $D_K = \frac{\mathrm{Re} \cdot \mu_Г}{W}$

49. Процесс извлечения одного или несколько компонентов из смеси веществ путем обработки ее жидким растворителем называется:
A) Абсорбцией
B) Адсорбцией
C) Экстракцией
D) Кристаллизацией
E) Ректификацией

50. Растворитель, который применяется в процессе экстракции для обработки смеси веществ, называется:
A) Реагентом
B) Экстрагентом
C) Сорбентом
D) Сорбатом
E) Дистиллятом

51. Чем должен отличаться экстрагент от раствора при проведении процесса экстракции?
A) Объемом
B) Концентрацией
C) Плотностью
D) Температурой

E) Молекулярной массой
52. Чем должен отличаться экстрагент от раствора при проведении процесса экстракции?
A) Объемом
B) Вязкостью
C) Концентрацией
D) Температурой
E) Молекулярной массой
53. Экстрагент, содержащий извлеченный компонент и часть исходного растворителя, называется:
A) Реагентом
B) Рафинатом
C) Экстрактом
D) Дистиллятом
E) Ректификатом
54. Исходная смесь, обедненная извлекаемым компонентом и содержащая некоторое количество экстрагента, называется:
A) Реагентом
B) Рафинатом
C) Экстрактом
D) Дистиллятом
E) Ректификатом
55. Процесс, применяемый для регенерации экстрагента из рафината и экстракта, называется:
A) Фильтрованием
B) Отстаиванием
C) Выпариванием
D) Сушкой
E) Центрифугированием
56. Процесс, применяемый для регенерации экстрагента из рафината и экстракта, называется:
A) Фильтрованием
B) Отстаиванием
C) Сушкой
D) Ректификацией
E) Центрифугированием
57 От чего зависит степень разделения бинарных смесей на составляющие компоненты и чистота получаемого ректификата и остатка?
A) От концентрации смеси
B) От температуры кипения
C) От частей колонны
D) От поверхности фазового контакта
E) От конденсации паров
58. Какие жидкости разделяют при помощи процесса ректификации под вакуумом?
A) Вязкие
B) Низкокипящие
C) Высококипящие
D) Жидкости, содержащие в составе газы
E) Концентрированные

Шкала оценивания результатов тестирования: в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом

максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6).

Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится оценку по 5-балльной шкале (для экзамена) следующим образом:

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по дихотомической шкале (для зачета) или в оценку по 5-балльной шкале (для экзамена) следующим образом:

Соответствие 100-балльной и дихотомической шкал

Сумма баллов по 100-балльной шкале	*Оценка по дихотомической шкале*
100–50	зачтено
49 и менее	не зачтено

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

Сумма баллов по 100-балльной шкале	*Оценка по 5-балльной шкале*
100–85	отлично
84–70	хорошо
69–50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

2.3 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ

1 Смешаны два равных объема бензола и нитробензола. Считая, что объем жидкой смеси равен сумме объемов компонентов, определить плотность смеси, относительную массовую концентрацию $\overline{X}$ нитробензола и его объемную мольную концентрацию C_x.

2 Состав жидкой смеси: хлороформа 20%, ацетона 40%, сероуглерода 40%. Проценты мольные. Определить плотность смеси, считая, что изменения объема при смешении не происходит.

3. Воздух насыщен паром этилового спирта. Общее давление воздушно-паровой смеси 600 мм рт.ст., температура 60°С. Принимая оба компонента смеси за идеальные газы, определить относительную массовую концентрацию $\overline{Y}$ этилового спирта в смеси и плотность смеси.

4 Пар бинарной смеси хлороформ-бензол, содержащий 50% хлороформа и 50% бензола, вступает в контакт с жидкостью, содержащей 44% хлороформа и 56% бензола (проценты

мольные). Давление атмосферное. Определить: а) из какой фазы в какую будут переходить хлороформ и бензол; б) движущую силу процесса массопередачи по паровой и по жидкой фазе на входе пара в жидкость (в мольных долях). Данные о равновесных составах в таблицах равновесных составов жидкости и пара для некоторых бинарных систем при 760 мм.рт.ст.

5 Рассчитать коэффициенты молекулярной диффузии под атмосферным давлением: а) пара бензола в паре толуола при температуре 100°С; б) пара этилового спирта в водяном паре при температуре 92°С.

6 Определить коэффициент массопередачи в орошаемом водой абсорбере, в котором β_y =2,76·10^{-3} кмоль/(м^2·ч·кПа), а β_X =1,17·10^{-4} м/с. Давление в аппарате $p_{абс}$ = 1,07 кгс/см^2. Уравнение линии равновесия У*= 102х.

7 В скруббере поглощается водой диоксид серы из инертного газа (азота) под атмосферным давлением (760 мм рт.ст.). Начальное содеражние диоксида серы в газе 5% (об.). Температура воды 20°С, ее расход на 20% больше теоретически минимального. Извлекается из газа 90% SO_2. Определить:

1) расход воды на поглощение 1000 кг/ч сернистого газа;

2) среднюю движущую силу процесса;

3) число единиц переноса n_{0y}.

Линия равновесия может быть принята за прямую: коородинаты двух ее точек: 1) парциальное давление SO_2 в газовой фазе р = 39 мм рт.ст., $\overline{X}$ =0,007 (кг SO_2/кг воды); 2) р = 26 мм рт.ст. $\overline{X}$ =0,005 (кг SO_2/кг воды).

8 Определить расход греющего насыщенного водяного пара в одиночном выпарном аппарате при непрерывном концентрировании раствора гидроксида натрия. Расход начального раствора 2 т/ч, его концентрация 14,1% (масс.), конечная концентрация 24,1% (масс.), температура греющего пара 150°С, давление вторичного пара в аппатаре атмосферное. Тепловые потери выпарного аппарата 58000 Вт.

Расчет провести для трех вариантов: а) раствор поступает на выпаривание с начальной температурой 20°С; б) раствор поступает на выпаривание с температурой кипения в аппарате; раствор поступает подогретым до 130 °С.

9 Определить количество теплоты, которое необходимо отводить в кристаллизаторе непрерывного действия для охлаждения от 90 до 40°С 5000 кг/ч водного раствора нитрата натрия, содержащего при 90°С 16 моль нитрата натрия на 1000 г воды. Учесть, что в кристаллизаторе при охлаждении раствора одновременно испаряется вода в количестве 3% от исходного количества раствора.

10 Определить необходимую поверхность выпарного вакуум- аппарата и расход греющего насыщенного водяного пара для выпаривания раствора хлористого кальция от 15 до 25%. Производительность по исходному (разбавленному раствору) 20000 кг/час. Абсолютное давление греющего пара 1,4 кгс/см^2, его влажность 5%. Абсолютное давление в барометрическом конденсаторе p_0= 0,345 кгс/см^2. Слабый раствор поступает в аппарат при начальной температуре 75°С.

Коэффициент теплопередачи принять равным 1000 Вт/(м^{2}К), а тепловые потери 5% от полезно затрачиваемой теплоты.

11 Смесь кислот (плотность 1600 кг/м^3, динамический коэффициент вязкости 2·10^{-2} Па·с) приготавливают в аппарате без перегородок (диаметр 1200 мм, высота 1500 мм), заполненном на 0,75 объема. Исходные кислоты перемешивают пропеллерной мешалкой с частотой вращения 3,5 об/с. Определить требуемую установочную мощность электродвигателя.

12 Электродвигатель мощностью 16,5 кВт с приводом, понижающим частоту вращения до 240 об/мин, приводит в действие открытую турбинную мешалку с шестью лопатками; мешалка интенсивно размешивает реакционную массу для приготовления раствора

(плотность 1200 кг/м^3, динамический коэффициент вязкости 1,6 Па·с) в сосуде диаметром 1630 мм с перегородками. Какой должен быть диаметр мешалки?

13 Рассчитать реактор с механическим перемешиванием реагирующих веществ для поведения непрерывного процесса получения раствора полимера. Исходные данные: производительность аппарата по сухому веществу 14,43 т/сут, массовая концентрация мономера в исходной смеси 40%, степень превращения мономера в полимер 0,8, удельная теплота реакции $8{,}9\cdot10^5$ Дж/кг продукта, температура реакции 307 К; исходная смесь поступает в реактор при температуре 313 К. Физические свойства реакционной смеси: плотность 1056 кг/м^3, теплоемкость $3{,}14\cdot10^3$ Дж/кг·К, $\lambda_{см}$ = 0,407 Вт/(м·К), вязкость смеси $4\cdot10^3$ Па·с.

В качестве хладагента используется рассол с температурой на входе 260 К, который нагревается не более, чем на 4К. Физические свойства рассола: плотность 1240 кг/м^3, вязкость смеси $8{,}56\cdot10^{-3}$ Па·с, теплоемкость $2{,}84\cdot10^3$ Дж/кг·К, $\lambda_{см}$ = 0,456 Вт/(м·К).

На внутренней поверхности реакционного аппарата образуется слой отложений с тепловым сопротивлением $5\cdot10^{-4}$ (м^2·К /Вт). По технологическим условиям процесс продолжается 5 ч

14 В тарельчатой ректификационной колонне подвергают ректификации 775,8 кмоль/ч дебутанизированного газойля для получения дистиллята, содержащего 94,3 % (мольн) изопентана; остаток должен содержать 2,54 % (мольн) изопентана. Колонна работает с флегмовым числом $R= 2{,}80R_{мин}$. Определить действительное число тарелок, если общий кпд 0,70. Состав исходной смеси % : н-бутан 0,59; изопентан 18.00; н-пентан 27,5; гексан 53,55

15 Рассчитать ректификационную колонну непрерывного действия для разделения бинарной смеси метиловый спирт-вода по следующим данным: производительность по исходной смеси 1,4 кг/с, содержание легколетучего компонента в исходной смеси 40% (по масс), в дистилляте 98,5 %(по масс), в кубовом остатке 1,5%(по масс). Давление в паровом пространстве дефлегматора 0,1МПа; тип колонны –тарельчатая; тип тарелок – ситчатые с переливными устройствами. Исходная смесь перед подачей в колонну нагревается до температуры кипения насыщенным паров давлением 0,4 М Па.

16 Рассчитать ректификационную колонну непрерывного действия с ситчатыми тарелками для разделения под атмосферным давлением 10 т/ч жидкой смеси, содержащей 50% (по масс) бензола и 50% (по масс) толуола. Требуемое содержание бензола в дистилляте 96% (по масс), толуола в кубовом остатке 98% (по масс). Исходная смесь перед подачей подогревается до температуры кипения. Греющий пар имеет давление $p_{изб}$ =3 кгс/см^2. В расчет входит определение расходов дистиллята, кубового остатка, флегмового числа, греющего пара, охлаждающей воды и определение основных размеров колонны D и H. Определение числа тарелок выполнить графически с помощью метода теоретической тарелки.

17 1000 кг раствора ацетона (B) в воде (A), содержащего 50% ацетона, подвергают экстракции метилизобутилкетоном (S) для получения рафината, содержащего 10% ацетона. Определить потребное количество теоретических ступеней, если экстракцию проводят перекрестным током, причем в каждой ступени используют 250 кг чистого растворителя

18 С целью извлечения меди колчеданные огарки подвергаются обжигу с поваренной солью. В обожженной массе медь содержится в виде $CuCl_2$. Содержание хлорида меди составляет 11 %. Обожженный продукт подвергается выщелачиванию в противоточной батарее подкисленной водой, получающейся от промывки отходящих газов. Инертная твердая масса удерживает 2 кг воды на 1 кг твердого вещества. На каждой ступени достигается равновесие. Сколько ступеней необходимо иметь в батарее для получения раствора, содержащего 12% (масс.) $CuCl_2$ и извлечения 98% Cu из обожженного продукта?

19 В противоточном экстракторе непрерывного действия обрабатываются чистым бензолом сточные фенольные воды с целью очистки воды и извлечения фенола. Определить необходимое количество растворителя и число теоретических ступеней экстрагирования, если в 1 ч обрабатывается 10 м^3 воды. Содержание фенола в воде: начальное: 8 кг/м^3,

конечное 0,5 кг/м^3, конечное содержание фенола в бензоле 25 кг/м^3, температура жидкости 25ºС.

Шкала оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи: в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 (установлено положением П 02.016).

Максимальное количество баллов за решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Балл, полученный обучающимся за решение компетентностно-ориентированной задачи, суммируется с баллом, выставленным ему по результатам тестирования.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале (для экзамена) следующим образом:

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

Сумма баллов по 100-балльной шкале	*Оценка по 5-балльной шкале*
100–85	отлично
84–70	хорошо
69–50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:

6-5 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное и при этом крат-кое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

4-3 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

2-1 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

0 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена.