


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кувардин Николай Владимирович  
Должность: Заведующий кафедрой  
Дата подписания: 21.08.2025 12:04:55  
Уникальный программный ключ:  
9e48c4318069d59a383b8e4c07e4eba99aa1cb28

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
фундаментальной химии и  
химической технологии  
(наименование кафедры)

  
Н.В. Кувардин  
(подпись, инициалы, фамилия)

« 27 » июня 20\_25\_\_г.

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

Аппаратурное оформление химико-технологических процессов  
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология  
(код и наименование ОПОП ВО)

Курск-2025

# 1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

7 семестр

## *Тема 1 Особенности массопередачи в системах с твёрдой фазой.*

1. Классификация процессов массопередачи со свободной границей раздела фаз.
2. Способы выражения состава фаз.
3. Схемы материального баланса массообменного процесса со свободной границей раздела фаз.
4. Сформулируйте первый закон Фика. От чего зависят коэффициенты молекулярной диффузии, его физический смысл?
5. В чем состоят различия в переносе вещества конвекцией и массообменом?
6. Раскройте физический смысл коэффициента массоотдачи.
7. Охарактеризуйте основные модели массопереноса (пленочная, диффузионного пограничного слоя, обновления поверхности фазового контакта).
8. Охарактеризуйте подобие массообменных процессов. Раскройте физический смысл критериев подобия массообменных процессов.
9. Сформулируйте понятие движущей силы массообменных процессов.
10. Запишите уравнение массопередачи. Покажите связь и различие коэффициентов массопередачи и массоотдачи.
- 11 Понятие лимитирующей стадии процесса массопередачи
- 12 Определение высоты массообменного аппарата с помощью уравнения массопередачи.
- 13 Физический смысл объемного коэффициента массопередачи. Его использование для определения высоты массообменного аппарата.
- 14 Определение высоты массообменного аппарата с помощью числа и высоты единиц переноса.
- 15 Определение высоты массообменного аппарата с помощью теоретической ступени изменения концентрации.
- 16 Сформулируйте принципы процессов абсорбции и десорбции. Для решения каких практических задач применяются эти процессы?
- 17 Закон Генри и закон фазового равновесия при абсорбции
- 18 Как составляется материальный баланс абсорбции. Раскройте понятие рабочей линии процессов абсорбции и десорбции.
- 19 Абсорбция как массообменный процесс.
20. Сущность абсорбции и ее возможности в химической практике.
21. Использование абсорбции при решении практических задач.
- 22 Минимальные и оптимальные удельные расходы абсорбента. Как влияет изменение удельного расхода абсорбента на расход абсорбента и объем абсорбера.
- 23 . Наиболее распространенные формы записи закона фазового равновесия при абсорбции.
- 24 Материальный баланс абсорбера.
- 25 Тепловой баланс абсорбера.
- 26 Влияние температуры на процесс абсорбции.
- 27 Методы поддержания изотермического режима при абсорбции.
- 28 Кинетические уравнения процесса абсорбции.
- 29 Особенности кинетики процессов абсорбции и хемосорбции
- 30 Основные требования к абсорбционным аппаратам. Классификация аппаратов.
- 31 Принцип действия пленочных абсорберов.
- 32 Характеристики работы противоточных и прямоточных пленочных абсорберов.
- 33 Принцип действия насадочных колонн. Почему насадку на высоте аппарата обычно располагают секциями? Охарактеризуйте методы улучшения смачивания насадки.

34 Особенности гидродинамических режимов работы насадочных колонн. Почему большинство насадочных абсорберов работают в пленочном режиме.

35 Сопоставьте поверхность насадки со смоченной и активной поверхностями.

36 Сопоставьте противоточные и прямоточные схемы работы насадочных абсорберов.

37 Особенности гидродинамических режимов работы тарельчатых абсорберов. Какой режим является оптимальным для проведения абсорбции?

38. Чем объясняется гидродинамическая неравномерность по длине тарелок с переточными устройствами

39 Сравнительная характеристика распыливающих абсорберов.

40 Основные показатели при выборе конструкции абсорбера для проведения конкретного процесса абсорбции.

41. Порядок расчета абсорберов.

42 Прямоточная схема абсорбции

43 Противоточная схема абсорбции

44 Сравнительная характеристика противоточной и прямоточной схем.

45 Схема многоступенчатой абсорбции

46 Абсорберы. Классификация.

47 Устройство и принцип действия абсорберов.

### ***Тема 2 Особенности массопередачи в системах с твёрдой фазой.***

48 Вклад внешней диффузии в общий массоперенос в системах с твердой фазой. Запишите уравнение массоотдачи для массопереноса между жидкостью (газом) и твердой средой.

49 Массоперенос в твердой пористой фазе. Классификация пор по размерам. Определение коэффициента извилистости пор.

50 Уравнение диффузии в порах. Условия образования конвективной диффузии в порах.

51 Как определяются потоки свободной и кнудсеновской диффузии?

52 Запишите уравнение массопередачи для систем с участием твердой фазы. Как выражается коэффициент массопередачи для таких систем?

53 Коэффициент массопередачи в зависимости от способа выражения движущей силы.

54 Нанесение рабочих линий на X-Y диаграмму и графическое определение движущей силы процесса.

55 Средняя движущая сила в конкретном абсорбере и заданными направлениями движения материальных потоков.

### ***Тема 3 Аппаратурное оформление процесса адсорбции.***

56 Назовите наиболее рациональные области применения адсорбции.

57 Сущность статической и динамической активности адсорбентов.

58 Адсорбционный потенциал

59 Равновесие при адсорбции. Принцип построения изотерм адсорбции.

60 Материальный баланс адсорбции.

61 Особенности кинетики процесса равновесной адсорбции.

62 Устройство и принцип действия адсорберов с неподвижным слоем адсорбента

63 Устройство и принцип действия адсорберов с псевдосжиженным и плотным движущимися слоями адсорбента.

64 Принцип расчет и стадии расчета адсорберов

### ***Тема 4 Аппаратурное оформление процесса сушки***

65 Что такое воздушная сушка покрытий?

66 Перечислить основные стадии процесса сушки и провести классификацию с точки зрения основных процессов химической технологии.

67. Как меняются природа и соотношение конкурентных способностей промежуточных стадий воздушной сушки покрытий.

- 68 Как сочетаются термоокислительная кислородная полимеризация и окислительное старение в воздушной сушке покрытий и их дальнейшей эксплуатации?
- 69 Какова роль солей переходных металлов в воздушной сушке покрытий?
- 70 Какова роль твердой фазы в воздушной сушке покрытий?
- 71 Специфика воздушной сушки в зависимости от природы пленкообразующего.
- 72 Сушка как десорбция влаги из материала.
- 73 Свободная и связанная влага.
- 74 Химически связанная вода
- 75 Характеристика окружающего воздуха.
- 76 Абсолютная и относительная влажность.
- 77 Влагосодержание.
78. Температура сухого и мокрого термометра.
- 79 Точка росы.
- 80 Десорбция и адсорбция влаги.
- 81 Равновесная влажность материала и ее зависимость от относительной влажности воздуха.
- 82 Изотермы адсорбции и десорбции влаги.
- 83 Кривая фазового равновесия для сушки: области удаления свободной и связанной влаги и увлажнения материала.
- 84 Необходимые условия для протекания сушки.
- 85 Различие между абсолютной и относительной влажностью воздуха. Понятие о влагосодержании и энтальпии влажного воздуха.
86. Основные виды связи влаги с материалом
- 87 Принципы построения диаграммы состояния влажного воздуха. Как определяются параметры влажного воздуха с помощью этой диаграммы?
- 88 Особенности материального баланса конвективной сушки
- 89 Как определяется расход воздуха (общий и удельный) на сушку?
- 90 Скорость сушки. Основные уравнения, которым следует скорость сушки.
- 91 Основные способы сушки.
- 92 Контактная сушка.
- 93 Конвективная сушка.
- 94 Материальные балансы контактной и конвективной сушки.
- 95 Специальные виды сушки.
- 96 Тепловые балансы контактных сушилок периодического действия
- 97 Тепловые балансы конвективных сушилок периодического действия.
- 98 Тепловые балансы контактных сушилок непрерывного действия.
- 99 Кинетические закономерности конвективной сушки.
- 100 Первый и второй периоды периодического варианта и их характеристика.
- 101 Устройство и принцип действия контактных сушилок.
- 102 Преимущества и недостатки контактных сушилок.
- 103 Устройство и принцип действия наиболее распространенных конвективных сушилок.
- 104 Преимущества и недостатки конвективных сушилок.
- 105 Специфические особенности сушки как массообменного процесса.
- 106 Способы выражения движущей силы процесса сушки
- 107 На чем основано определение коэффициентов массоотдачи для условий внешней и внутренней диффузии?
- 108 Как определяются области, лимитирующие общий процесс массопереноса при сушке?
- 109 На чем основано определение поверхности тепло-и массообмена для первого и второго периода сушки?
- 110 Методы интенсификации процессов сушки

## **8 семестр**

### ***Тема 1 Аппаратурное оформление процесса растворения твердых тел в жидкости***

- 137 Что понимается под процессами растворения и экстрагирования в системе твердое тело- жидкость?
- 138 Уравнение материального баланса для непрерывного и периодического процесса растворения.
- 139 Уравнение кинетики растворения. Определение параметров, входящих в уравнение.
- 140 Основные закономерности растворения твердой фазы в жидкости как массообменного процесса
- 141. Время полного растворения и его определение в замкнутом аппарате при прямотоке и противотоке.

### ***Тема 2 Аппаратурное оформление процесса кристаллизации***

- 148 Кристаллизация. Достоинства и недостатки.
- 149 Изотермический и изгидрический методы кристаллизации. В каких случаях целесообразно применение этих методов?
- 150 Материальный и тепловой балансы кристаллизации
- 151 Анализ диаграммы газ-жидкость-твердое тело.
- 152 Особенности кинетики кристаллизации. Уравнение массопередачи и массотдачи для кристаллизации.
- 153. Опишите процессы разделения растворов частичной кристаллизацией.
- 154 Почему обезвоживание системы путем азеотропной отгонки воды более эффективно, чем простая перегонка?
- 155 Зачем для удаления кристаллизационной воды требуется плавление твердых солей?
- 156 В чем сущность методов удаления растворенной и сорбированной твердой фазой воды
- 157 В чем сущность методов удаления кристаллизационной воды?
- 158 Методы обезвоживания.
- 159 В чем сущность и различие в удалении свободной, сорбированной твердой фазы и кристаллизационной воды?
- 160 Как определяют число ступеней разделения при разделении растворов методом фракционной кристаллизации?
- 161 Определение ступеней изменения концентрации при разделении растворов противоточной многоступенчатой кристаллизацией

### ***Тема 3 Аппаратурное оформление простой перегонки и ректификации***

- 111 Что понимается под перегонкой жидкостей. Виды простых перегонок.
- 112 Принцип составления материального баланса при перегонке.
- 113 Что такое азеотропные смеси.
- 114 В чем сущность азеотропной отгонки?
- 115 В чем сущность азеотропной ректификации?
- 116 Нарисуйте X-Y диаграмму для азеотропной смеси и объясните ее смысл.
- 117 Сущность молекулярной дистилляции. В каких случаях целесообразно ее применение?
- 118 Принцип ректификации.
- 119 Какие аппараты применяют для проведения процессов ректификации? В чем их отличие от абсорберов?
- 120 Материальный баланс при ректификации
- 121 Как определяется минимальное и рабочее флегмовое число? Как влияет флегмовое число на высоту ректификационной колонны?

122 Принцип построения кривой равновесия и рабочей линии. Как с помощью такой диаграммы определить высоту ректификационной колонны?

123 Тепловой баланс ректификационной колонны. Как определяется расход греющего пара для проведения ректификации? Какие способы экономии расхода теплоты возможны в ректификационной колонне?

124 Оптимальное флегмовое число.

125 Определение высоты и диаметра ректификационной колонны.

126 Особенности расчета многокомпонентной ректификации

127 Области использования азеотропных смесей в промышленности и лабораторной практике.

#### ***Тема 4 Аппаратурное оформление процесса экстракции***

128 Эмульсии и их характеристики.

129 Особенности составления материальных балансов жидкостной экстракции при взаимной нерастворимости и при частичной взаимной растворимости. Рабочие линии этих процессов.

130 Основы кинетики процесса жидкостной экстракции, лимитирующие стадии процесса

131 Принципы интенсификации жидкостной экстракции

132 Способы проведения экстракции

133 Выбор скорости сплошной фазы при расчете диаметра колонных экстракторов.

134 Изобразите процесс непрерывной противоточной экстракции на треугольной и прямоугольной диаграммах

135 Расчет высоты колонных экстракторов

136 Особенности экстракционных установок с регенерацией экстракта.

142 Уравнение материального баланса экстрагирования растворенного вещества при прямотоке и противотоке.

143 Определение длины экстракционного аппарата для обеспечения заданной концентрации экстрагируемого вещества в твердом теле.

144 Распределение концентраций в твердом теле при экстрагировании вещества из этого тела.

145 Определение полного экстрагирования твердого вещества.

146 Способы экстрагирования и растворения.

147 Устройство и принцип действия аппаратов для экстрагирования и растворения.

Шкала оценивания:

5-балльная. Критерии оценивания:

5 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.

4 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 хорошими 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.

3 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 предпочитает 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.

2 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

## 2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

7 семестр

1. Адсорбция – это

А) поглощение газов или паровых смесей твердыми поглотителями

Б) поглощение газов или паровых смесей жидкими поглотителями

В) выделение твердой фазы в виде кристаллов;

Г) разделение жидких однородных смесей на составляющие вещества или группы веществ в результате противоточного взаимодействия смеси паров и жидкой фазы

2. Поглотители, используемые при абсорбции

А) абсорбенты

Б) адсорбенты

В) кристаллизаторы

Г) барботеры

3. Законом, характеризующим равновесие в системах газ-жидкость, является закон

А) Генри

Б) Смолуховского;

В) Кирхгофа

Г) Прандтля

4. Закон Генри

$$X = p/E$$

1

А) 1

$$\ln E = -q/RT + C$$

2

Б) 2

$$p = P \cdot Y$$

3

В) 3

$$\bar{X} = X/(1-X)$$

4

Г) 4

5. Макростадии, которые входят в любой химический процесс: 1) подвод реагентов к месту протекания химического взаимодействия; 2) химическое взаимодействие; 3) массообмен между фазами; 4) отвод продуктов реакции из зоны (места) протекания в объем системы.

А) 1,2,4    Б) 1,2,3,4    В) 1,3, 4    Г) 2, 3, 4

6. Уравнение массообмена в движущейся для неустановившегося режима должно быть дополнено:

А) производной, отражающей локальное изменение концентрации распределяемого вещества во времени

Б) субстанциональной производной

В) математической моделью массоотдачи.

Г) уравнением неразрывности потока

7. Перемещение вещества в объеме фазы с помощью молекулярной диффузии описывается с помощью

- А) второго закона Фика;
- Б) закона Шукарева;
- В) первого закона Фика
- Г) диффузионного критерия Фурье

8. У границы раздела фаз наблюдается

- А) интенсивное затухание конвективных потоков
- Б) молекулярная диффузия
- В) интенсивное перемещение твердой фазы
- Г) концентрация распределяемого вещества постоянна

9. Перенос вещества внутри одной фазы может происходить: 1) путем молекулярной диффузии; 2) путем конвекции и молекулярной диффузией одновременно. 3) путем конвекции 4) под действием турбулентной пульсации

Правильными ответами являются:

- А) 1,2
- Б) 2
- В) нет верных ответов
- Г) 4

10. Посредством одной молекулярной диффузии вещество перемещается

- А) в совершенно неподвижной среде.
- Б) в движущейся среде
- В) нигде
- Г) и в неподвижной и в движущейся средах

11. В движущейся среде перенос вещества осуществляется

- А) как молекулярной диффузией, так и самой средой
- Б) молекулярной диффузии
- В) средой в направлении ее движения
- Г) отдельными частицами среды в разнообразных направлениях

12. В движущейся среде перенос вещества осуществляется средой

А) в направлении движения среды и отдельными ее частицами в разнообразных направлениях

- Б) в направлении движения среды
- В) отдельными частицами среды в разнообразных направлениях
- Г) в поперечном и обратном направлениях относительно заданного направления по-

тока

13. При турбулентном течении жидкостей перенос вещества осуществляется

А) наряду с общим движением потока в заданном направлении, перемещение частиц во всех, в том числе в поперечном и обратном направлениях относительно заданного направления потока.

- Б) в направлении движения среды
- В) отдельными частицами среды в разнообразных направлениях
- Г) молекулярной диффузией

14. Турбулентной диффузией называется

- А) конвективный перенос вещества под действием турбулентных пульсаций
- Б) нерегулярные пульсации скорости
- В) отдельными частицами среды в разнообразных направлениях
- Г) перенос в направлении движения среды

15. В ядре потока фазы доминирует

- А) конвективный перенос
- Б) молекулярной диффузией
- В) и конвективный перенос и молекулярная диффузия одновременно.
- Г) неподвижная среда

16. В каждом сечении ядра потока фазы при стационарном режиме концентрация распределяемого вещества

- А) постоянна или мало меняется во времени;

- Б) увеличивается по мере приближения к центру;
  - В) уменьшается по мере приближения к центру;
  - Г) не подлежит учету
17. Перенос вещества в пограничном слое осуществляется
- А) конвективными и диффузионными потоками
  - Б) молекулярной диффузией
  - В) диффузионными потоками
  - Г) конвективными потоками
18. У границы раздела фаз наблюдается
- А) интенсивное затухание конвективных потоков
  - Б) молекулярная диффузия
  - В) интенсивное перемещение твердой фазы
  - Г) концентрация распределяемого вещества постоянна
19. Диффузионный критерий Фурье
- А) параметр, характеризующий изменение скорости потока вещества, перемещаемого теплопроводностью в твердом теле
  - Б) параметр, характеризующий перенос распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением самих молекул
  - В) параметр, характеризующий перемещение вещества в твердой фазе.
  - Г) параметр, характеризующий переход вещества или нескольких веществ из одной фазы в другую в направлении достижения равновесия
20. Первый закон Фика
- А) количество продиффундировавшего вещества  $dM$  пропорционально градиенту концентраций этого вещества  $dC/dn$ , поверхности  $dF$ , перпендикулярной направлению диффузионного потока, и времени  $dt$
  - Б) скорость массопередачи прямо пропорциональна движущей силе массообменного процесса  $\Delta C$  и обратно пропорциональна сопротивлению
  - В) скорость перемещения вещества из одной фазы в другую будет определяться числом молекул  $n$ , избыточным по отношению к равновесному.
  - Г) массообменные процессы протекают в направлении достижения равновесия.
- 8 семестр
1. Кристаллизация – это
- А) выделение твердой фазы в виде кристаллов
  - Б) однородные твердые тела различной геометрической формы, ограниченные плоскими гранями
  - В) явление образования нескольких кристаллических форм у данного химического соединения
  - Г) одновременное получение большого числа кристаллов в системе
2. Кристаллы – это
- А) однородные твердые тела различной геометрической формы, ограниченные плоскими гранями
  - Б) выделение твердой фазы в виде кристаллов
  - В) явление образования нескольких кристаллических форм у данного химического соединения
  - Г) одновременное получение большого числа кристаллов в системе
3. Полиморфизм – это
- А) явление образования нескольких кристаллических форм у данного химического соединения
  - Б) выделение твердой фазы в виде кристаллов
  - В) однородные твердые тела различной геометрической формы, ограниченные плоскими гранями

- Г) одновременное получение большого числа кристаллов в системе
4. кристаллогидрат –
- А) кристаллы, включающие молекулы воды,
  - Б) однородные твердые тела различной геометрической формы, ограниченные плоскими гранями
  - В) явление образования нескольких кристаллических форм у данного химического соединения
  - Г) раствор, который остается после выпадения из него кристаллов,
- 5 Массовая кристаллизация – это
- А) одновременное получение большого числа кристаллов в системе
  - Б) однородные твердые тела различной геометрической формы, ограниченные плоскими гранями
  - В) явление образования нескольких кристаллических форм у данного химического соединения
  - Г) выделение твердой фазы в виде кристаллов
- 6 Маточный раствор
- А) раствор, который остается после выпадения из него кристаллов,
  - Б) раствор для кристаллизации
  - В) раствор, из которого образовались нескольких кристаллических форм у данного химического соединения
  - Г) раствор, из которого образовались одновременно большое число кристаллов в системе
- 7 В технологическом аспекте кристаллизация состоит из следующих операций: 1) кристаллизации, 2) отделения кристаллов от маточных растворов, 3) перекристаллизации, 4) промывки 5) сушки кристаллов. Выбрать лишнюю операцию
- А) нет лишних    Б) 1    В 3    Г) 4
- 8 В качестве избирательных растворителей для выщелачивания используют:
- 1) воду 2) водные растворы минеральных кислот 3) водные растворы щелочей 4) легколетучие растворители 5) высококипящие растворители
- Правильный ответ:
- А) 1,2,3    б) 4    В) 5    Г) 3
- 9 Пульпа -
- А) текучие системы, образованные растворителем и твердым пористым материалом, подвергаемым выщелачиванию
  - Б) раствор, в котором концентрация растворенного вещества может быть больше его растворимости.
  - В) раствор, который остается после выпадения из него кристаллов,
  - Г) Раствор, находящийся в равновесии с твердой фазой при данной температуре
- 10 сущность процесса выщелачивания
- А) жидкость, проникая в поры твердого тела, растворяет извлекаемый компонент или вступает с ним в химическую реакцию.
  - Б) происходит за счет отдачи раствором своего физического тепла, которое расходуется на испарение части растворителя
  - В) диффузионный процесс, протекающий с участием двух взаимно нерастворимых или ограниченно растворимых жидких фаз, между которыми распределяется вещество
  - Г) разделение смесей на составляющие вещества или группы веществ в результате противоточного взаимодействия смеси паров и жидкой фазы.
- 11 Экстракция –

А) диффузионный процесс, протекающий с участием двух взаимно нерастворимых или ограниченно растворимых жидких фаз, между которыми распределяется вещество

Б) происходит за счет отдачи раствором своего физического тепла, которое расходуется на испарение части растворителя

В) жидкость, проникая в поры твердого тела, растворяет извлекаемый компонент или вступает с ним в химическую реакцию.

Г) разделение смесей на составляющие вещества или группы веществ в результате противоточного взаимодействия смеси паров и жидкой фазы.

#### 12 Перегонка -

А) разделение смесей на составляющие вещества или группы веществ в результате противоточного взаимодействия смеси паров и жидкой фазы.

Б) происходит за счет отдачи раствором своего физического тепла, которое расходуется на испарение части растворителя

В) жидкость, проникая в поры твердого тела, растворяет извлекаемый компонент или вступает с ним в химическую реакцию.

Г) диффузионный процесс, протекающий с участием двух взаимно нерастворимых или ограниченно растворимых жидких фаз, между которыми распределяется вещество

#### 13 На скорость процесса выщелачивания влияет:

1) форма, размер и химический состав частиц твердого тела, 2) расположение, размер и вид пор 3) образование пористой пленки на поверхности материала 4) оседание пузырьков газа на поверхности твердого материала. 5) высота слоя раствора над твердой поверхностью 6) скорость подачи воздуха

Ложными являются утверждения:

А) 5,6    Б) 3,4    В) 1,2    Г) все верны

#### 14 Рафинат -

А) остаточный исходный раствор

Б) раствор извлеченных веществ в экстрагенте

В) исходный растворитель для извлечения

Г) легколетучий компонент в смеси двух взаимнонерастворимых жидкостей

#### 15 Предельная концентрация, которая достигается в момент равновесия при экстракции в системе "твердое тело-жидкость" называется

А) растворимость

Б) движущей силой процесса

В) пересыщенным раствором

Г) изотермой экстракции

#### **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 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 дихотомической шкале
100–85	отлично
84–70	хорошо
69–50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

### **Критерии оценивания результатов тестирования:**

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

#### ***Задание в закрытой форме:***

7 семестр

1. Перенос вещества внутри одной фазы может происходить: 1) путем молекулярной диффузии; 2) путем конвекции и молекулярной диффузией одновременно. 3) путем конвекции 4) под действием турбулентной пульсации

Правильными ответами являются:

А) 1,2    Б) 2    В) нет верных ответов    Г) 4

2. Посредством одной молекулярной диффузии вещество перемещается

А) в совершенно неподвижной среде.

Б) в движущейся среде

В) нигде

Г) и в неподвижной и в движущейся средах

3. В движущейся среде перенос вещества осуществляется

А) как молекулярной диффузией, так и самой средой

Б) молекулярной диффузии

В) средой в направлении ее движения

Г) отдельными частицами среды в разнообразных направлениях

4. В движущейся среде перенос вещества осуществляется средой

А) в направлении движения среды и отдельными ее частицами в разнообразных направлениях

Б) в направлении движения среды

В) отдельными частицами среды в разнообразных направлениях

Г) в поперечном и обратном направлениях относительно заданного направления потока

5. При турбулентном течении жидкостей перенос вещества осуществляется

А) наряду с общим движением потока в заданном направлении, перемещение частиц во всех, в том числе в поперечном и обратном направлениях относительно заданного направления потока.

Б) в направлении движения среды

В) отдельными частицами среды в разнообразных направлениях

Г) молекулярной диффузией

6. Турбулентной диффузией называется

А) конвективный перенос вещества под действием турбулентных пульсаций

Б) нерегулярные пульсации скорости

В) отдельными частицами среды в разнообразных направлениях

Г) перенос в направлении движения среды

7. В ядре потока фазы доминирует

- А) конвективный перенос
- Б) молекулярной диффузией
- В) и конвективный перенос и молекулярная диффузия одновременно.
- Г) неподвижная среда

8 В каждом сечении ядра потока фазы при стационарном режиме концентрация распределяемого вещества

- А) постоянна или мало меняется во времени;
- Б) увеличивается по мере приближения к центру;
- В) уменьшается по мере приближения к центру;
- Г) не подлежит учету

9 Перенос вещества в пограничном слое осуществляется

- А) конвективными и диффузионными потоками
- Б) молекулярной диффузией
- В) диффузионными потоками
- Г) конвективными потоками

10 у границы раздела фаз наблюдается

- А) интенсивное затухание конвективных потоков
- Б) молекулярная диффузия
- В) интенсивное перемещение твердой фазы
- Г) концентрация распределяемого вещества постоянна

11 Молекулярная диффузия – это

А) перенос распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением самих молекул.

Б) перемещение вещества в твердой фазе

В) переход вещества или нескольких веществ из одной фазы в другую в направлении достижения равновесия

Г) параметр, характеризующий изменение скорости потока вещества, перемещаемого теплопроводностью в твердом теле.

12 Теплопроводность – это

А) перемещение вещества в твердой фазе.

Б) перенос распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением самих молекул

В) переход вещества или нескольких веществ из одной фазы в другую в направлении достижения равновесия

Г) параметр, характеризующий изменение скорости потока вещества, перемещаемого теплопроводностью в твердом теле.

13 теплопередача – это

А) переход вещества или нескольких веществ из одной фазы в другую в направлении достижения равновесия

Б) перенос распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением самих молекул

В) перемещение вещества в твердой фазе.

Г) параметр, характеризующий изменение скорости потока вещества, перемещаемого теплопроводностью в твердом теле

14 диффузионный критерий Фурье

А) параметр, характеризующий изменение скорости потока вещества, перемещаемого теплопроводностью в твердом теле

Б) параметр, характеризующий перенос распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением самих молекул

В) параметр, характеризующий перемещение вещества в твердой фазе.

Г) параметр, характеризующий переход вещества или нескольких веществ из одной фазы в другую в направлении достижения равновесия

## 15 Первый закон Фика

А) количество продиффундировавшего вещества  $dM$  пропорционально градиенту концентраций этого вещества  $dC/dn$ , поверхности  $dF$ , перпендикулярной направлению диффузионного потока, и времени  $dt$

Б) скорость массопередачи прямо пропорциональна движущей силе массообменного процесса  $\Delta C$  и обратно пропорциональна сопротивлению

В) скорость перемещения вещества из одной фазы в другую будет определяться числом молекул  $n$ , избыточным по отношению к равновесному.

Г) массообменные процессы протекают в направлении достижения равновесия.

## 8 семестр

### 1. Кристаллизация – это

А) выделение твердой фазы в виде кристаллов

Б) однородные твердые тела различной геометрической формы, ограниченные плоскими гранями

В) явление образования нескольких кристаллических форм у данного химического соединения

Г) одновременное получение большого числа кристаллов в системе

### 2. Кристаллы – это

А) однородные твердые тела различной геометрической формы, ограниченные плоскими гранями

Б) выделение твердой фазы в виде кристаллов

В) явление образования нескольких кристаллических форм у данного химического соединения

Г) одновременное получение большого числа кристаллов в системе

### 3. Полиморфизм – это

А) явление образования нескольких кристаллических форм у данного химического соединения

Б) выделение твердой фазы в виде кристаллов

В) однородные твердые тела различной геометрической формы, ограниченные плоскими гранями

Г) одновременное получение большого числа кристаллов в системе

### 4. кристаллогидрат –

А) кристаллы, включающие молекулы воды,

Б) однородные твердые тела различной геометрической формы, ограниченные плоскими гранями

В) явление образования нескольких кристаллических форм у данного химического соединения

Г) раствор, который остается после выпадения из него кристаллов,

### 5 Массовая кристаллизация – это

А) одновременное получение большого числа кристаллов в системе

Б) однородные твердые тела различной геометрической формы, ограниченные плоскими гранями

В) явление образования нескольких кристаллических форм у данного химического соединения

Г) выделение твердой фазы в виде кристаллов

### 6 Маточный раствор

А) раствор, который остается после выпадения из него кристаллов,

Б) раствор для кристаллизации

В) раствор, из которого образовались нескольких кристаллических форм у данного химического соединения

Г) раствор, из которого образовались одновременное большое число кристаллов в системе

7 В технологическом аспекте кристаллизация состоит из следующих операций: 1) кристаллизации, 2) отделения кристаллов от маточных растворов, 3) перекристаллизации, 4) промывки 5) сушки кристаллов. Выбрать лишнюю операцию

А) нет лишних Б) 1 В) 3 Г) 4

8 В качестве избирательных растворителей для выщелачивания используют: 1) воду 2) водные растворы минеральных кислот 3) водные растворы щелочей 4) легколетучие растворители 5) высококипящие растворители. Правильный ответ:

А) 1,2,3 б) 4 В) 5 Г) 3

9 Пульпа -

А) текучие системы, образованные растворителем и твердым пористым материалом подвергаемым выщелачиванию

Б) раствор, в котором концентрация растворенного вещества может быть больше его растворимости.

В) раствор, который остается после выпадения из него кристаллов,

Г) Раствор, находящийся в равновесии с твердой фазой при данной температуре

10 сущность процесса выщелачивания

А) жидкость, проникая в поры твердого тела, растворяет извлекаемый компонент или вступает с ним в химическую реакцию.

Б) происходит за счет отдачи раствором своего физического тепла, которое расходуется на испарение части растворителя

В) диффузионный процесс, протекающий с участием двух взаимно нерастворимых или ограниченно растворимых жидких фаз, между которыми распределяется вещество

Г) разделение смесей на составляющие вещества или группы веществ в результате противоточного взаимодействия смеси паров и жидкой фазы.

11 Экстракция –

А) диффузионный процесс, протекающий с участием двух взаимно нерастворимых или ограниченно растворимых жидких фаз, между которыми распределяется вещество

Б) происходит за счет отдачи раствором своего физического тепла, которое расходуется на испарение части растворителя

В) жидкость, проникая в поры твердого тела, растворяет извлекаемый компонент или вступает с ним в химическую реакцию.

Г) разделение смесей на составляющие вещества или группы веществ в результате противоточного взаимодействия смеси паров и жидкой фазы.

12 Перегонка -

А) разделение смесей на составляющие вещества или группы веществ в результате противоточного взаимодействия смеси паров и жидкой фазы.

Б) происходит за счет отдачи раствором своего физического тепла, которое расходуется на испарение части растворителя

В) жидкость, проникая в поры твердого тела, растворяет извлекаемый компонент или вступает с ним в химическую реакцию.

Г) диффузионный процесс, протекающий с участием двух взаимно нерастворимых или ограниченно растворимых жидких фаз, между которыми распределяется вещество.

13 На скорость процесса выщелачивания влияет:

1) форма, размер и химический состав частиц твердого тела, 2) расположение, размер и вид пор 3) образование пористой пленки на поверхности материала 4) оседание пузырьков

газа на поверхности твердого материала. 5) высота слоя раствора над твердой поверхностью 6) скорость подачи воздуха

Ложными являются утверждения: А) 5,6    Б) 3,4    В) 1,2    Г) все верны

14 Рафинат -

- А) остаточный исходный раствор
- Б) раствор извлеченных веществ в экстрагенте
- В) исходный растворитель для извлечения
- Г) легколетучий компонент в смеси двух взаимнонерастворимых жидкостей

15 предельная концентрация, которая достигается в момент равновесия при экстракции в системе "твердое тело-жидкость" называется

- А) растворимость
- Б) движущей силой процесса
- В) пересыщенным раствором
- Г) изотермой экстракции

**Задание в открытой форме:**

7 семестр

Перемещение массы в пределах перемешиваемой жидкой фазы \_\_\_\_\_

Формульные выражения перемещение массы в пределах перемешиваемой жидкой фазы \_\_\_\_\_

Массоотдача от поверхности раздела одной жидкой фазы с другой в объем другой жидкой фазы \_\_\_\_\_

Закон, описывающий массоотдачу от поверхности раздела одной жидкой фазы с другой в объем другой жидкой фазы \_\_\_\_\_

Коэффициент диффузии растворенных газов, его смысл и размерность \_\_\_\_\_.

Лимитирующая стадия массопередачи \_\_\_\_\_

Формула для критерия Био и его физический смысл. \_\_\_\_\_

Единицы измерения движущей силы массопередачи и чем они предопределены \_\_\_\_\_.

Связь единицы измерения движущей силы массопередачи с законом фазового равновесия конкретного массообменного процесса и лежащего в его основе закона физического явления \_\_\_\_\_

Коэффициенты массопередачи абсорбции \_\_\_\_\_

Общий вид критериального уравнения для скорости адсорбции и смысл входящих в него величин. \_\_\_\_\_

Равновесная влажность твердого материала \_\_\_\_\_

Гигроскопичные материалы \_\_\_\_\_

Коэффициент массопроводности, его смысл и размерность \_\_\_\_\_.

Коэффициент массопередачи и его изменение в зависимости от направления процесса и наличия в нем лимитирующей стадии. \_\_\_\_\_

Основные критерии в массопередаче в системах с твердой фазой и физический смысл каждого из них. \_\_\_\_\_

Число единиц переноса и варианты его нахождения \_\_\_\_\_

Варианты десорбции с поверхности твердых тел и их характеристика. \_\_\_\_\_

Скорость сушки \_\_\_\_\_

8 семестр

Вариант практически неизменной растворимости с ростом температуры. \_\_\_\_\_

Особенности кристаллизации \_\_\_\_\_

Растворение и скорость растворения чистых веществ. \_\_\_\_\_

Законы фазового равновесия для частично растворимых жидкостей \_\_\_\_\_.

Изотерма общего давления \_\_\_\_\_

Равновесная кривая. \_\_\_\_\_

Перегонка с дефлегмацией. \_\_\_\_\_

Состав дистиллята и содержание легкокипящего компонента в нем. \_\_\_\_\_

Кривые селективности при экстракции в системах «жидкость-жидкость» . \_\_\_\_\_

Факторы, наиболее сильно влияющие на величину коэффициента Генри и укажите направление такого влияния \_\_\_\_\_.

Равновесие при кристаллизации и его характеристики. \_\_\_\_\_

Понятие о диаграммах состояния растворов. \_\_\_\_\_

Использование температурного фактора при растворении и выщелачивании \_\_\_\_\_

Закон Рауля и области его применения. \_\_\_\_\_

Специфика периодической ректификации при постоянном флегмовом числе. \_\_\_\_\_

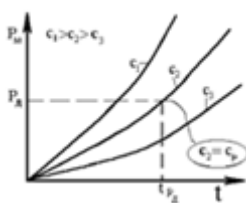
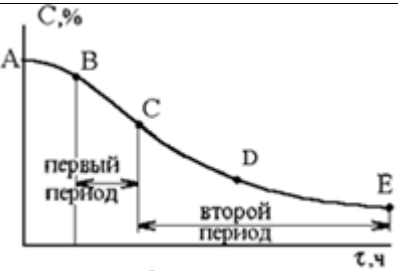
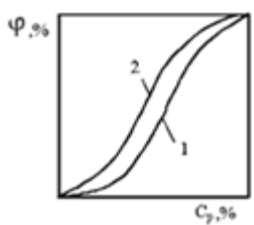
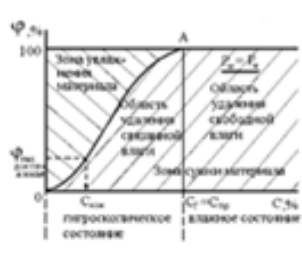
Равновесие в системах «жидкость-жидкость» . \_\_\_\_\_

Законы распределения. \_\_\_\_\_

**Задание на установление соответствия:**

## 7 семестр

### 1 Найдите соответствия

1		А	диаграмма изменения влажности материала
2		Б	Кривые равновесной влажности материала
3		В	Диаграмма равновесия
4		Г	Кривая сушки

### 2 Найдите соответствия

1	Молекулярная диффузия	А	количество продиффундировавшего вещества пропорционально градиенту концентраций этого вещества, поверхности, перпендикулярной направлению диффузионного потока, и времени
2	закон Фика	Б	перенос распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением самих молекул.
3	коэффициент диффузии	В	какое количество вещества диффундирует через единицу перпендикулярной направлению диффузионного

			потока поверхности в единицу времени при градиенте концентраций, равном единице
--	--	--	---

### 3 Найдите соответствия для коэффициента диффузии

1	$D = 0,00155 \frac{T^{\frac{3}{2}}}{P \left( \nu_A^{\frac{1}{3}} + \nu_B^{\frac{1}{3}} \right)^2} \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}}$	А	Жидкость
2	$D(t) = \mu k_B T \left( 1 - e^{-t/(m\mu)} \right)$	Б	газ
3	$D = 0,00278 \frac{1}{AB\sqrt{\mu} \left( \nu_A^{\frac{1}{3}} + \nu_B^{\frac{1}{3}} \right)^2} \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}}$	В	Неверный ответ

### 4 Найдите соответствия

1	$dM = -DdF \cdot d\tau \frac{dC}{dn}$	А	2 закон Фика
2	$\frac{\partial C}{\partial \tau} = D \left( \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right)$	Б	1 закон Фика
3	$\omega_x \frac{\partial C}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial C}{\partial y} + \omega_z \frac{\partial C}{\partial z} = D \left( \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right)$	В	Дифференциальное уравнение конвективного массообмена


### 5 Найдите соответствия

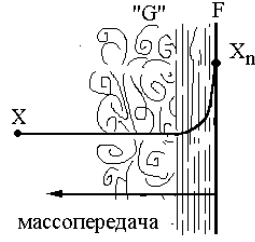

1	$\frac{DC}{D\tau} = D \left( \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right)$	А	Дифференциальное уравнение конвективного массообмена
2	$\omega_x \frac{\partial C}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial C}{\partial y} + \omega_z \frac{\partial C}{\partial z} = D \left( \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right)$	Б	математическая модель массоотдачи
3	$\beta_Y (Y - Y_n) = -D \frac{dY}{dn}$	В	дифференциальное уравнение нестационарной диффузии в движущейся среде

### 6 Найдите соответствия

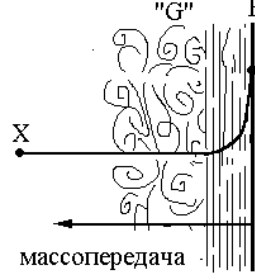
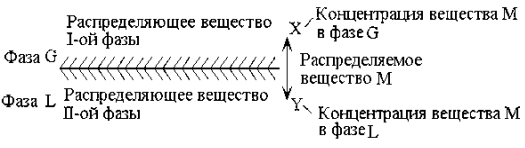
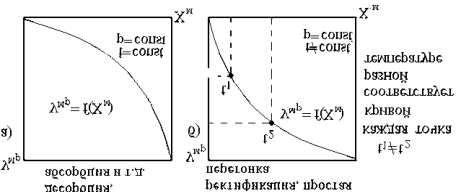
1	$dM = \beta(C_{\pi} - C_{\gamma})dF d\tau$	А	Уравнение массопередачи
2	$W_M = \frac{dM}{dF \cdot d\tau} = K_M \Delta C$	Б	Закон Шукарёва
3	$dM = -DdF \cdot d\tau \frac{dC}{dn}$	В	1 закон Фика

### 7 Найдите соответствия

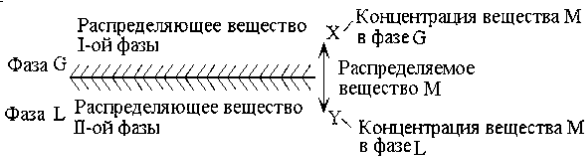
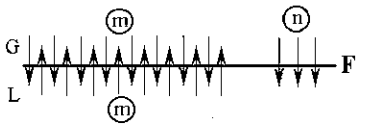
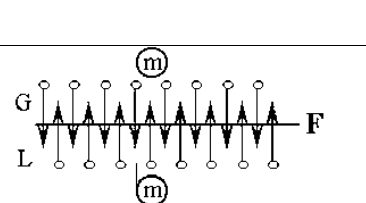
1		А	Схема процесса переноса массы от поверхности раздела фаз в ядро воспринимающей фазы и совмещенный с ней график изменения концентрации распределяемого вещества по нормали к поверхности раздела фаз
---	---	---	---

2		Б	Схема массопередачи распределяемого вещества из жидкой или газовой фазы в жидкую или газовую фазу и совмещенный с ней график изменения концентрации распределяемого вещества в фазах и на поверхности раздела
3		В	Схема процесса переноса массы из ядра отдающей фазы к поверхности раздела фаз и совмещенный с ним график изменения концентрации распределяемого вещества по нормали к поверхности раздела фаз

### 8 Найдите соответствия

1		А	диаграммы равновесия для процессов
2		Б	Схема процесса переноса массы от поверхности раздела фаз в ядро воспринимающей фазы и совмещенный с ней график изменения концентрации распределяемого вещества по нормали к поверхности раздела фаз
3		В	Принципиальная схема массопередачи вещества из фазы из одной фазы в другую

### 9 Найдите соответствия

1	Схема перехода молекул распределяемого вещества из фазы в фазу в состоянии равновесия	А	
2	Схема перехода молекул распределяемого вещества из одной фазы в другую при недостигнутом состоянии динамического равновесия	Б	
3	Принципиальная схема массопередачи вещества из фазы из одной фазы в другую	В	

### 10 Найдите соответствия

1	$\frac{K\tau}{l^2} = \text{idem} \quad ; \quad \frac{K\tau}{l^2} = Fo_D$	А	Приближённый закон массопроводности
---	--	---	-------------------------------------

2	$dM = -K \frac{\partial C}{\partial X} dF d\tau$	Б	диффузионный критерий Фурье для твердой фазы
3	$\frac{\partial C}{\partial \tau} = K \left( \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right)$	В	Дифференциальное уравнение массопроводности

#### 11 Найдите соответствия

1	движущая сила массообменного процесса.	А	скорость массопередачи прямо пропорциональна движущей силе массообменного процесса и обратно пропорциональна сопротивлению
2	Уравнение массопередачи	Б	разность между реальной концентрацией распределяемого вещества в фазе и равновесной с содержанием вещества в другой фазе
3	Массопередача	В	переход вещества или нескольких веществ из одной фазы в другую в направлении достижения равновесия.

#### 12 Найдите соответствия

1	$Y_{Mр} = f(X_M)$	А	Приближённый закон массопроводности
2	$m = Y_{Mр} / X_M$	Б	Закон фазового равновесия
3	$dM = -K \frac{\partial C}{\partial X} dF d\tau$	В	Расчёт коэффициента распределения

#### 13 Найдите соответствия

1	$Bi_D = \frac{\beta l}{K}$ ,	А	критерий Нуссельта
2	$Nu_D = \frac{\beta l}{D}$	Б	диффузионный критерий Био
3	$-K \frac{\partial C}{\partial x} = \beta \Delta C$	В	Критерий Фурье
4	$Fo_D = \frac{K \tau}{l^2}$	Г	условия на границе раздела фаз

#### 14 Найдите соответствия

1	$-K \frac{\partial C}{\partial x} = \beta \Delta C$	А	изменение скорости потока вещества, перемещаемого массопроводностью в твердом теле
2	$\frac{C - C_p}{C_n - C_p} = f(Bi_D, Fo_D, x/\delta)$ ,	Б	условия на границе раздела фаз
3	$Fo_D = \frac{K \tau}{l^2}$	В	перемещение вещества в твердой фазе

#### 15 Найдите соответствия

1	закон Генри:	А	зависимость между равновесными концентрациями распределяемого газа в газовой и жидкой фазах
2	закон Дальтона	Б	парциальное давление газа в газовой смеси равно общему давлению, умноженному на мольную долю газа в газовой смеси
3	закон фазового равновесия	В	при данной температуре молярная доля газа в растворе (растворимость) пропорциональна парциальному давлению газа над раствором

### 8 семестр

#### 1 Найдите соответствия

1	Абсорбция	А	поглощение одного или нескольких компонентов из газовой смеси или раствора твердым веществом называется
---	-----------	---	---

2	адсорбция	Б	поглощение газов или паровых смесей жидкими поглотителями, называемыми абсорбентами
3	Ионный обмен	В	Нагревание влажных материалов через твердую непроницаемую перегородку
4	контактная сушка	Г	перемещение вытесняющих ионов из раствора к поверхности ионита и вытесняемых ионов от этой поверхности в раствор

## 2 Найдите соответствия

1	$\bar{X}_p = A \bar{Y}^{\frac{1}{B}}$	А	Закон фазового равновесия при адсорбции
2	$\bar{X} = \frac{\alpha b p}{1 + \alpha p}$	Б	Закон фазового равновесия при абсорбции
3	$\bar{X}_p = f(\bar{Y}, T)$	В	зависимость между равновесными концентрациями фаз при адсорбции

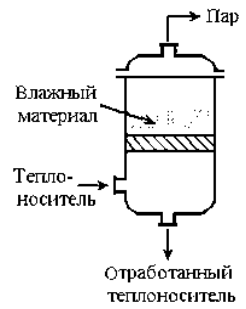
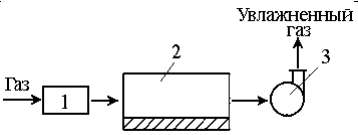
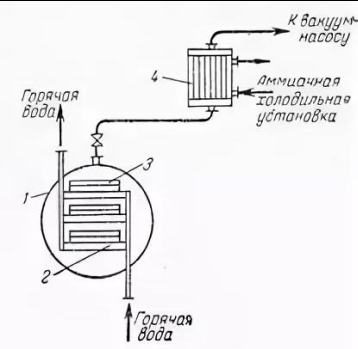
## 3 Найдите соответствия

1	Активные угли	А	для осушки газов
2	Силикагели	Б	для глубокой осушки газов.
3	Цеолиты и молекулярные сита	В	для рекуперации летучих растворителей.

## 4 Найдите соответствия

1	цеолиты	А	природные
2	глинистые минералы	Б	синтетические
3	цеолиты и молекулярные сита	В	натуральные
4	активированные минералы	Г	

## 5 Найдите соответствия

1		А	схема сушки твердых материалов путем непосредственного контакта с газовым теплоносителем
2		Б	схема простой (контактной) сушки
3		В	Сублимационной сушки

## 6 Найдите соответствия

1	Нагревание влажных материалов через твердую непроницаемую перегородку	А	Радиационная сушка
2	Нагревание влажных материалов путем непосредственного контакта с газовым теплоносителем (воздух, топочные газы и т.д.)	Б	газовая или воздушная сушка
3	сушка путем передачи тепла инфракрасными лучами	В	контактная сушка.

7 Найдите соответствия

1	сушка путем нагревания в поле токов высокой частоты	А	Конвективная сушка
2	Нагревание влажных материалов путем непосредственного контакта с газовым теплоносителем (воздух, топочные газы и т.д.)	Б	Сублимационная сушка
3	сушка в замороженном состоянии при глубоком вакууме	В	Диэлектрическая сушка -.

8 Найдите соответствия

1	поверхностная влага	А	влага в мелких порах твердого материала
2	капиллярная влага	Б	влага, адсорбционно или адсорбционно-химически связанная с твердым материалом
3	адсорбционно-химическая влага	В	влага на поверхности или в крупных порах частиц


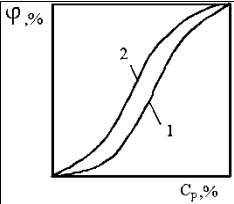
9. Найдите соответствия

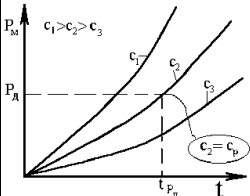
1	влага в набухших телах, имеющих структуру ячеек клеток, замкнутая поверхность которых изолирует материал и находящуюся в нем влагу от окружающей среды	А	адсорбционно-химическая влага
2	не может быть удалена из материала при сушке	Б	влага набухания или осмотическая влага
3	влага, связанная с твердым материалом	В	химически связанная влага

10. Найдите соответствия

1	скорость испарения которой из материала меньше скорости испарения воды со свободной поверхности	А	Свободная влага
2	влага в мелких порах твердого материала	Б	капиллярная влага
3	скорость испарения из материала равна скорости испарения воды со свободной поверхности	В	Связанная влага

11. Найдите соответствия

1		А	Зависимость равновесной влажно-сти материала от относительной влажности воздуха
2		Б	Примеры кривых равновесной влажности материала

3		В	Схема нахождения влажного материала в окружающей среде
---	---	---	--

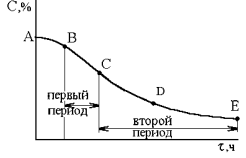
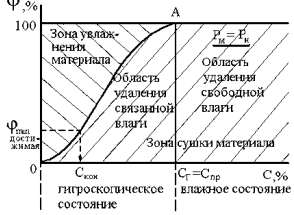
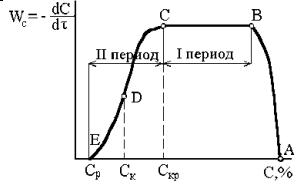
### 12. Найдите соответствия

1	Условия проведения сушки	А	$W = KF (C - C_p)$
2	изменение влажности материала	Б	$p_M > p_{\Pi}$ или $p_M > p_D$
3	Кинетический закон второго периода сушки	В	$W_{\Pi} = \beta_p F (p_{\text{нас}} - p)$

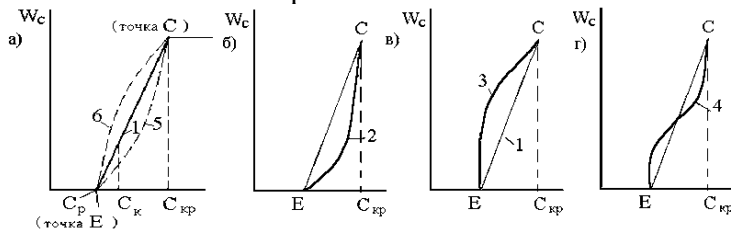
### 13. Найдите соответствия

1	сорбция влаги материалом	А	сушка
2	предельная влажность материала, до которого он может быть высушен при заданных характеристиках окружающей газовой среды	Б	Равновесная влажность
3	десорбция влаги из материала	В	увлажнение

### 14. Найдите соответствия

1	Изменение влажности материала во времени в процессе его сушки	А	
2	Изменение влажности материала в процессе его сушки	Б	
3	Изменение скорости сушки влажного материала по мере изменения влажности последнего или кривая скорости сушки	В	

### 15. Найдите соответствия вариантов изменения скорости сушки во втором периоде в соответствии с изменением влажности материала



1	Линия 1	А	Для любых типов материалов
2	Линия 2	Б	для тонколистовых материалов с большой удельной поверхностью испарения влаги (бумага, ткань).
3	Линия 4	В	для капиллярно-пористых материалов сложной структуры
4	Линия 3		для керамических изделий, обладающих меньшей удельной поверхностью испарения и теряющих в процессе сушки в основном капиллярную влагу

**Задание на установление правильной последовательности:**

7 семестр

1. Процесс производства пленки рукавным методом состоит из следующих технологических операций (запишите в правильной последовательности):
  - 1) намотка и упаковка пленки;
  - 2) контроль качества пленки
  - 3) формование пленочного рукава;
  - 4) ориентация и охлаждение пленки;
  - 5) подготовка сырья;
  - 6) плавление гранул и гомогенизация расплава;
2. Укажите последовательность адсорбции ионов стабилизатора на поверхности агрегата:
  - 1) противоионы диффузионного слоя
  - 2) потенциалопределяющие ионы
  - 3) противоионы адсорбционного слоя
3. Адсорбция складывается из следующих стадий:
  - 1) диффузия молекул вещества из объема к внешней поверхности абсорбента через окружающую плёнку
  - 2) диффузия молекул вещества от внешней поверхности по порам к его эффективной адсорбирующей поверхности
  - 3) Сорбция вещества на сорбирующей поверхности
4. Стадии сушки:
  - 1) при снижении давления в сушильной камере происходят самозамораживание влаги и сублимация льда за счет теплоты, отдаваемой материалом
  - 2) сублимация, при которой удаляется основная часть влаги
  - 3) удаляется оставшаяся влага.
5. Конкретизация параметров, входящих в основное уравнение массопередачи, является главной задачей кинетики массопередачи:
  1. Исходя из законов фазового равновесия, установить равновесные концентрации и направление течения процесса массопередачи.
  2. Определить величину коэффициента массопередачи  $K_M$  в конкретных условиях проведения массообменного процесса.
  3. Определить движущую силу диффузионного процесса.
6. Схема перемещения распределяемого вещества из твердой фазы в жидкую (паровую, газовую).
  - а) градиент концентрации по толщине пластины  $dC/dx = 0$  ( $C = \text{Const} = C_n$ ),
  - б) вещество начинает перемещаться в омывающую фазу из твердой фазы только из объема, непосредственно примыкающего к поверхности раздела фаз;
  - в) в омывающей фазе концентрация распределяемого вещества изменяется от  $Y_n$  до  $Y$  или от  $C_{n(0)}$  до  $C_p$ .
  - Г) создается градиент концентрации, т.е.  $dC/dx \neq 0$ , и концентрации в твердой фазе меняются соответственно от  $C_{01}, C_{02}, \dots, C_{0i}$  в средней части плоскости пластины до  $C_{n1}, C_{n2}, \dots, C_{ni}$  на границе раздела фаз, а в воспринимающей фазе от  $C_{n1}, C_{n2}, \dots, C_{ni}$  до  $C_p$  в ядре потока.
7. Любой химический процесс включает в качестве обязательных три макростадии, а именно (в порядке последовательного протекания):
  - 1) подвод реагентов к месту протекания химического взаимодействия;
  - 2) само химическое взаимодействие;
  - 3) отвод продуктов реакции из зоны (места) протекания в объем системы
8. В процессе ионного обмена происходит
  - 1) перемещение вытесняющих ионов из раствора к поверхности ионита
  - 2) перемещение вытесняемых ионов от этой поверхности в раствор,
  - 3) перемещение тех же ионов внутри зерен ионита (внутренняя диффузия).
- 9 Полный цикл работы установки периодического действия с неподвижным слоем ионита

складывается из следующих стадий:

- 1) собственно ионообмена,
- 2) отмывки ионита от механических примесей,
- 3) регенерации ионита,
- 4) отмывки ионита от регенерирующего раствора.

10 для рисунка установить последовательности участков

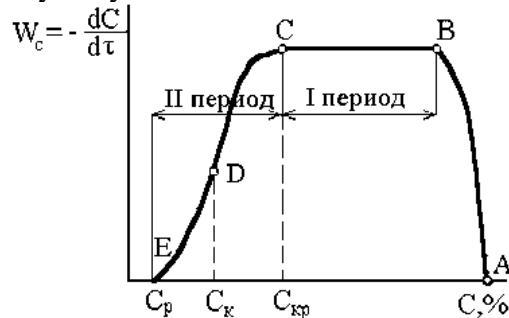


Рис. Изменение скорости сушки влажного материала по мере изменения влажности последнего или кривая скорости сушки

- 1) Участок ...отвечает выходу процесса на стационарный режим.
- 2) участок ....отвечает постоянной скорости сушки.
- 3) В точке ...влажность на поверхности материала становится равной гигроскопической.
- 4) Точка.... отвечает достижению равновесной влажности на поверхности материала, в то время как внутри материала влажность превышает равновесную.
- 5) участок ....., где скорость сушки определяется скоростью внутренней диффузии влаги из глубины к его поверхности.

11. Укажите последовательность расположения фаз на диаграмме состояния при кристаллизации. Ответ запишите в виде 1234.

1. Твердый раствор
2. Жидкий расплав
3. Солидус
4. Ликвидус

12 при выборе критериального уравнения для расчета коэффициента теплоотдачи надо:

- а) определить агрегатное состояние теплоносителя и возможное изменение его по ходу процесса;
- б) определить, чем обусловлена конвекция: свободным или вынужденным движением теплоносителя;
- в) определить перемещение место перемещения теплоносителя в трубах или межтрубном пространстве;
- г) определить режим течения теплоносителя

13 Определить последовательность части расчета требуемой поверхности теплообмена выпарного аппарата:

- а) определить количество выпариваемого растворителя;
- б) рассчитать температуру в различных точках выпарного аппарата;
- в) определить среднюю температуру;
- г) определить теплоту парообразования вторичного пара
- д) определить полезную тепловую нагрузку аппарата

14 Определить последовательность части расчета требуемой поверхности теплообмена выпарного аппарата:

- а) определить полезную тепловую нагрузку аппарата
- б) определить полную тепловую нагрузку аппарата
- в) определить свойства греющего пара;
- г) определить движущую силу выпаривания

15 Определить последовательность части расчета требуемой поверхности теплообмена выпарного аппарата:

- а) определить свойства греющего пара;
- б) определить движущую силу выпаривания
- в) определить поверхность теплопередачи греющей камеры выпарного аппарата;

г) определить расход греющего пара

8 семестр

- 1 Определить последовательность части расчета необходимой высоты абсорбера
  - а) повести перерасчет целевого компонента и воздуха в мольные величины;
  - б) определить расход воздуха;
  - в) определить количество поглощенного целевого компонента;
  - г) определить минимальный расход поглотителя
- 2 Определить последовательность части расчета необходимой высоты абсорбера
  - а) определить минимальный расход поглотителя;
  - б) определить реальный расход поглотителя;
  - в) определить среднюю движущую силу процесса;
  - г) определить необходимую поверхность массопередачи (суммарная поверхность насадки)
- 3 Определить последовательность части расчета поверхности теплообменника при ректификации
  - а) определить среднюю движущую силу теплопередачи;
  - б) определить температуру конденсации греющего пара;
  - в) изобразить температурную схему процесса;
  - г) определить температуру кипения кубового остатка
- 4 Определить последовательность части расчета флегмового числа:
  - а) определить легколетучий и тяжелолетучий компоненты;
  - б) провести расчет массовых концентраций потоков;
  - в) определит расход дистиллята;
  - г) определить минимальное флегмовое число
  - д) определить рабочее флегмовое число.
- 5 Определить последовательность расчета тепловой нагрузки дефлегматора:
  - а) определить теплоту конденсации паров дистиллята;
  - б) определить температуру конденсации паров дистиллята;
  - в) определить удельную теплоту конденсации паров легколетучего и тяжелолетучего компонентов;
- 6 Определить последовательность расчета поверхности теплопередачи дефлегматора:
  - а) определить среднюю движущую силу процесса;
  - б) изобразить температурную схему процесса;
  - в) определить движущую силу на концах дефлегматора;
  - г) определить поверхность теплопередачи дефлегматора
7. Определить последовательность расчета уравнения рабочей линии для верхней части колонны:
  - а) определить флегмовое число;
  - б) определить концентрацию дистиллята;
  - в) провести расчет уравнения рабочей линии
8. Определить последовательность расчета расхода греющего пара:
  - а) определить удельную теплоту конденсации греющего пара;
  - б) определить давление греющего пара;
  - в) избыточное давление греющего пара пересчитать в абсолютное;
  - г) провести расчет расхода греющего пара
- 8 Последовательность определения температуры мокрого термометра по диаграмме Рамзина
  - а) определить исходное состояние влажного воздуха (т.А);
  - б) двигаться по пунктирной линии адиабатического насыщения влажного воздуха
  - в) определить точку, соответствующую насыщенному состоянию влажного воздуха.
  - г) по линии  $t = \text{const}$  определить температуру

8 Последовательность части расчёта теоретического коэффициента теплопередачи:

- А) Рассчитать площади поперечного сечения потоков  $f_g$  и  $f_x$ .
- Б) Рассчитать значения средних скоростей  $w_g$  и  $w_x$ , предварительно выразив найденные по градуировочному графику объемные расходы теплоносителей в единицах измерения системы СИ.
- В) Применяя линейную интерполяцию, найти при средних температурах нагретого  $t_g$ , и холодного  $t_x$  потоков значения коэффициентов: динамической  $\mu_g$  и  $\mu_x$  и кинематической  $\nu_g$  и  $\nu_x$  вязкости; теплопроводности  $\lambda_g$  и  $\lambda_x$ ; объемного расширения  $\beta_g$
- Г) найти значения  $\mu_{ст}$ ,  $c_{ст}$  и  $\lambda_{ст}$  при температуре стенки  $t_{ст}$ , которая в данной установке определяется как среднеарифметическое значение из средних температур нагретого и холодного теплоносителей.

9 Последовательность части расчёта теоретического коэффициента теплопередачи:

- А) Рассчитать критерии Рейнольдса  $Re_g$  и  $Re_x$  для нагретого и холодного потоков.
- Б) Рассчитать критерии Прандтля для нагретого  $Pr_g$  и холодного  $Pr_x$  потоков,
- В) Рассчитать критерии Прандтля  $Pr_{ст}$  для воды при температуре стенки  $t_{ст}$
- В) Рассчитать критерии Грасгофа  $Gr_g$  и  $Gr_x$ , используя ранее найденные значения физико-химических констант при соответствующих температурах.
- Г) по рассчитанным значениям  $Re_g$  и  $Re_x$  установит режимы движения нагретого и холодного потоков

Д) выбрать критериальные зависимости для расчета критериев Нуссельта  $Nu_g$  и  $Nu_x$ .

10 Последовательность части расчёта теоретического коэффициента теплопередачи:

- А) Рассчитать значения коэффициентов теплоотдачи для нагретого  $\alpha_g$  и холодного  $\alpha_x$  потоков.
- Б) рассчитать теоретическое значение коэффициента теплопередачи  $K_t$ .
- В) Определить значение коэффициента теплопроводности для материала стенки
- Г) Рассчитать в процентах погрешность между коэффициентами теплопередачи  $K_{э}$  и  $K_t$

11 Последовательность части расчёта при конвективной сушке материала

А) 1 Построить линию нагрева воздуха в калорифере - линия АВ. При этом считать, что в калорифер поступает воздух, параметры которого определены в соответствии с показаниями психрометра, а его состояние характеризуется точкой А на диаграмме

Б) Из точки А по линии  $x_0 = \text{const}$  провести прямую линию до пересечения с изотермой  $t_1$ . (точка В характеризует состояние воздуха на выходе из калорифера, т.е. перед поступлением его в сушильную камеру)

В) . Определить в точке В влагосодержание  $x_1$ , и энтальпию  $J_1$ , влажного воздуха.

Г) Построить на диаграмме Рамзина линию ВС, характеризующую изменение параметров влажного воздуха в реальной сушильной установке.

12 Последовательность части расчёта при конвективной сушке материала

А) Построить на диаграмме Рамзина линию ВС, характеризующую изменение параметров влажного воздуха в реальной сушильной установке.

Б) Используя характеристики воздуха, найденные по диаграмме Рамзина в точках А, В и С, рассчитать удельный расход сухого воздуха на сушку материала

В) Используя характеристики воздуха, найденные по диаграмме Рамзина, рассчитать удельный расход теплоты на нагрев воздуха в калорифере 1 (рис.5).

Г) Рассчитать удельный расход греющего пара для нагрева воздуха в калорифере.

13 Последовательность части расчёта при конвективной сушке материала

А) Рассчитать удельный расход греющего пара для нагрева воздуха в калорифере

Б) Выбирая необходимые для расчета формулы в зависимости от способа задания производительности сушилки и влажности материала, рассчитать количество влаги  $W$ , удаляемой из материала в процессе сушки.

В) Рассчитать расход воздуха на сушку и расходы теплоты и греющего пара в калорифере

Г) Рассчитать удельный объем влажного воздуха с параметрами, отвечающими параметрам воздуха в лаборатории, и его объемный расход

14. Последовательность исследования кинетики конвективной сушки
- А) Вычислить вес абсолютно сухого образца
  - Б) Пересчитать экспериментальные данные изменения веса образца в процессе сушки в конкретный момент времени: на содержание влаги и на содержание влаги, отнесенное к 1 м<sup>2</sup> поверхности высушиваемого образца,
  - В) построить кривую сушки;
  - Г) построить график скорости сушки при дифференцировании кривой сушки графическим методом.
15. Последовательность расчета ленточной промышленной сушилки
- А) Для заданных значений сухости влажного и высушенного материала рассчитать их влажность от массы сухого вещества
  - Б) Влажность от массы сухого вещества пересчитать на содержание влаги, отнесенное к 1 м<sup>2</sup> поверхности;
  - В) Вычислить скорость, выражаемую массой воды на единицу массы сухого волокна, испаряемой в единицу времени
  - Г) определить продолжительность сушки в промышленной сушилке для периода постоянной скорости, для периода падающей скорости и общую продолжительность сушки
  - Д) Рассчитать среднюю скорость удаления влаги из материала в промышленной сушилке по уравнению

**Компетентностно-ориентированная задача.**

**7 семестр**

1. Рабочая линия массообменного процесса следует уравнению  $X = 4Y$ , а линия равновесных концентраций  $X_p = 10Y$ . Чему равна локальная движущая сила на элементе поверхности, где  $Y = 0,1$ ? В каких единицах она выражена?
2. Определите величину градиента концентрации перемещаемого массопроводностью вещества А, если величина его концентрации по нормали «п» к поверхности массопроводности выражена формулой  $C = 2,5 - 0,15 \chi$  (С-концентрация,  $\chi$  – расстояние по нормали).
3. Известно, что на выбранном элементе поверхности массообменного аппарата  $\Delta X / \Delta Y = 3$  Какое соотношение  $K_X / K_Y$  на этом элементе поверхности? Здесь  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  – локальные движущие силы, а  $K_X$  и  $K_Y$  – коэффициенты массопередачи, относящиеся соответственно к фазам G и L.
4. Определите величину градиента концентрации перемещаемого массопроводностью вещества А, если величина его концентрации по нормали «п» к поверхности массопроводности выражена формулой  $C = 2,5 - 0,15 \chi$  (С-концентрация,  $\chi$  – расстояние по нормали).
5. Определите размерность коэффициента массопроводности при условии, что концентрация перемещаемого вещества выражена в кг/м<sup>3</sup>, время в сек, а линейный размер в м. В какой фазе происходит указанное перемещение?
6. Определить число единиц переноса  $m_Y$ , если известно, что  $Y_H = 0,9$ ,  $Y_K = 0,1$ , а  $\Delta Y_{cp} = 0,2$ . В каких единицах выражены приведенные характеристики
7. Рабочая линия массообменного процесса следует уравнению  $X = 4Y$ , а линия равновесных концентраций  $X_p = 10Y$ . Чему равна локальная движущая сила на элементе поверхности, где  $Y = 0,1$ ? В каких единицах она выражена?
8. Растворимость твердого вещества в выбранной жидкой фазе равна 0,05 моль/л, а определяемая анализом оказалась 0,10 моль/л. В каком направлении будет протекать данный массообменный процесс? Как он называется? Чему равна его локальная движущая сила в указанных условиях?
9. Растворимость твердого вещества в выбранной жидкой фазе равна 0,013 моль/л, а определяемая анализом оказалась 0,06 моль/л. В каком направлении будет протекать данный массообменный процесс? Как он называется? Чему равна его локальная движущая сила в указанных условиях?

10. Определить число единиц переноса  $m_Y$ , если известно, что  $Y_H = 0,8$ ,  $Y_K = 0,2$ , а  $\Delta Y_{cp} = 0,4$ . В каких единицах выражены приведенные характеристики
11. Смешаны два равных объема бензола и нитробензола. Считая, что объем жидкой смеси равен сумме объемов компонентов, определить плотность смеси, относительную массовую концентрацию  $\bar{X}$  нитробензола и его объемную мольную концентрацию  $C_X$ .
12. Состав жидкой смеси: хлороформа 20%, ацетона 40%, сероуглерода 40%. Проценты мольные. Определить плотность смеси, считая, что изменения объема при смешении не происходит.
13. Воздух насыщен паром этилового спирта. Общее давление воздушно-паровой смеси 600 мм рт.ст., температура 60°C. Принимая оба компонента смеси за идеальные газы, определить относительную массовую концентрацию  $\bar{Y}$  этилового спирта в смеси и плотность смеси.
14. 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: из какой фазы в какую будут переходить хлороформ и бензол; Данные о равновесных составах в таблицах равновесных составов жидкости и пара для некоторых бинарных систем при 760 мм.рт.ст.
15. 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: движущую силу процесса массопереноса 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.

## 8 семестр

1. Определить требуемое количество активного угля, высоту слоя адсорбента и диаметр адсорбера периодического действия для поглощения паров бензина из смеси его с воздухом. Расход паровоздушной смеси 3450 м<sup>3</sup>/ч. Начальная концентрация бензина  $C_0 = 0,02$  кг/м<sup>3</sup>. Скорость паровоздушной смеси  $\omega = 0,23$  м/с, считая на полное сечение аппарата, динамическая активность угля по бензину 7% (масс.), остаточная активность после десорбции 0,8% (масс.), насыпная плотность угля  $\rho_{нас} = 500$  кг/м<sup>3</sup>. Продолжительность десорбции, сушки и охлаждения адсорбента составляет 1,45 ч
2. По опытным данным продолжительность поглощения паров хлорпикрина ( $C_0 = 6,6$  г/м<sup>3</sup>) слоем активного угля высотой  $H = 0,05$  м и площадью поперечного сечения  $S = 0,01$  м<sup>2</sup> при объемной скорости  $V = 0,03$  м<sup>3</sup>/мин составляет  $\tau = 336$  мин. По изотерме хлорпикрина активность угля  $a_0^* = 222$  кг/м<sup>3</sup>. Диаметр частиц угля  $d_3 = 1,5$  мм. Определить: коэффициент защитного действия слоя  $K$ ;
3. По опытным данным продолжительность поглощения паров хлорпикрина ( $C_0 = 6,6$  г/м<sup>3</sup>) слоем активного угля высотой  $H = 0,05$  м и площадью поперечного сечения  $S = 0,01$  м<sup>2</sup> при объемной скорости  $V = 0,03$  м<sup>3</sup>/мин составляет  $\tau = 336$  мин. По изотерме хлорпикрина активность угля  $a_0^* = 222$  кг/м<sup>3</sup>. Диаметр частиц угля  $d_3 = 1,5$  мм. Определить потерю защитного действия  $\tau_0$ ; величину динамических характеристик  $B_1$  и  $B_2$ .
4. По опытным данным продолжительность поглощения паров хлорпикрина ( $C_0 = 6,6$  г/м<sup>3</sup>) слоем активного угля высотой  $H = 0,05$  м и площадью поперечного сечения  $S = 0,01$  м<sup>2</sup> при объемной скорости  $V = 0,03$  м<sup>3</sup>/мин составляет  $\tau = 336$  мин. По изотерме хлорпикрина активность угля  $a_0^* = 222$  кг/м<sup>3</sup>. Диаметр частиц угля  $d_3 = 1,5$  мм. Определить величину динамических характеристик  $B_1$  и  $B_2$ .
5. Определить по  $I$ -х диаграмме Рамзина энтальпию и влагосодержание воздуха при 60°C и  $\phi = 0,3$ .
6. Определить парциальное давление водяного пара в паровоздушной смеси при 80°C и  $I = 150$  кДж/кг сухого воздуха

7. Воздух с температурой  $24^{\circ}\text{C}$  и  $\varphi=0,7$  нагревается в калорифере до  $90^{\circ}\text{C}$ . Найти энтальпию и влагосодержание воздуха на выходе из калорифера.

8. Найти аналитически влагосодержание, энтальпию воздуха при  $30^{\circ}\text{C}$  и  $\varphi=0,75$ ;  $P=0,098$  Мпа ( $1 \text{ кгс/см}^2$ ) и удельный объем влажного воздуха, приходящийся на  $1 \text{ кг}$  сухого воздуха, т.е. на  $(1+x)$  кг паровоздушной смеси.

9. Определить по  $I$ -х диаграмме Рамзина энтальпию и влагосодержание воздуха при  $80^{\circ}\text{C}$  и  $\varphi=0,2$ .

10. Определить по  $I$ -х диаграмме Рамзина энтальпию и влагосодержание воздуха при  $40^{\circ}\text{C}$  и  $\varphi=0,7$ .

11. Паста красителя высушивалась в камерной сушилке с рециркуляцией воздуха. Анализ проб на влажность дал следующие результаты

Время от начала сушки, ч	0	2	2,5	4	5	6	8	10	12	14	16	20
Влагосодержание, % на сухое вещество	104	84	79	64	54	44	32	22	14	8	5	1,5

Определить скорость сушки в зависимости от времени; по полученным данным построить кривую и найти критическое влагосодержание.

12 Определить парциальное давление водяного пара в паровоздушной смеси при  $60^{\circ}\text{C}$  и  $I=150 \text{ кДж/кг}$  сухого воздуха

13 Воздух с температурой  $22^{\circ}\text{C}$  и  $\varphi=0,5$  нагревается в калорифере до  $80^{\circ}\text{C}$ . Найти энтальпию и влагосодержание воздуха на выходе из калорифера.

14 Определить затраты теплоты (кВт) и производительность установки по конечному продукту (кг/ч) в теоретической сушилке при начальной влажности  $0,65 \text{ кг}$  влаги/кг влажного материала при начальной температуре  $12^{\circ}\text{C}$  и конечной  $75^{\circ}\text{C}$ . Материала высушивается до конечной влажности  $0,065 \text{ кг}$  влаги/кг влажного материала при расходе сухого воздуха  $1400 \text{ кг/ч}$  с начальным влагосодержанием  $0,01 \text{ кг/кг}$  и конечным  $0,05 \text{ кг/кг}$

15 Определить затраты теплоты (кВт) и производительность установки по конечному продукту (кг/ч) в теоретической сушилке при начальной влажности  $0,85 \text{ кг}$  влаги/кг влажного материала при начальной температуре  $15^{\circ}\text{C}$  и конечной  $85^{\circ}\text{C}$ . Материала высушивается до конечной влажности  $0,045 \text{ кг}$  влаги/кг влажного материала при расходе сухого воздуха  $1200 \text{ кг/ч}$  с начальным влагосодержанием  $0,02 \text{ кг/кг}$  и конечным  $0,06 \text{ кг/кг}$

### 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 краткое, 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.