

# ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

## Направление 18.04.01 «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

### Программы:

- **Химия и технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза**
- **Технология переработки эластомеров**
- **Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов**
- **Химия и технология органических веществ**
- **Технология переработки пластмасс и композиционных материалов**
- **Химическая технология полимерных материалов**
- **Химическая технология полимеров для интенсификации нефтегазодобычи.**

### Содержание междисциплинарного экзамена при поступлении в магистратуру по направлению 18.04.01 «Химическая технология»

1. Химическая термодинамика. I закон термодинамики и его математическое выражение. Закон Гесса (и следствия из него). Расчет стандартных тепловых эффектов химических реакций по теплотам образования и сгорания. Уравнение, устанавливающее взаимосвязь тепловых эффектов при  $P=\text{const}$  и  $V=\text{const}$ .
2. Химическая термодинамика. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа в дифференциальной и интегральной формах.
3. Химическая термодинамика. II закон термодинамики и его математическое выражение. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Энтропия как критерий направленности процессов в изолированных системах. Расчет изменения энтропии в различных процессах. Объединенное уравнение I и II законов термодинамики.
4. Химическая термодинамика. Характеристические функции. Свободная энергия Гиббса и Гельмгольца. Изменения изобарно-изотермического ( $\Delta G$ ) и изохорно-изотермического ( $\Delta F$ ) потенциалов как критерии направленности процессов, соответственно, при  $P=\text{const}$ ,  $T=\text{const}$  и  $V=\text{const}$ ,  $T=\text{const}$ . Уравнение Гиббса-Гельмгольца (для  $P=\text{const}$ ,  $T=\text{const}$  и  $V=\text{const}$ ,  $T=\text{const}$ ). Понятие о химическом потенциале.
5. Химическая термодинамика. Химическое равновесие. Условие равновесия химических систем. Константа равновесия. Определение равновесного состава химической реакции. Зависимость константы равновесия от температуры и давления. Максимальная полезная работа химической реакции. Уравнение изотермы Вант-Гоффа.
6. Фазовое равновесие. Понятие фазы, компонента, числа степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы. Зависимость давления насыщенного пара от температуры (уравнения Клапейрона-Клаузиуса). Одно-, двух-, трехкомпонентные системы и их диаграммы состояния.
7. Растворы неэлектролитов. Разбавленные растворы. Свойства бесконечно разбавленных растворов. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри. Осмотическое давление, уравнение Вант-Гоффа. Понижение давления пара растворителя над раствором. Закон Рауля. Понижение температуры замерзания растворов. Повышение температуры кипения растворов.

8. Химическая кинетика. Скорость химических реакций. Односторонние химические реакции нулевого порядка, I, II и III порядков. Определение порядка реакции. Зависимость константы скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Гомогенный катализ.
9. Электрохимия. Слабые и сильные электролиты. Закон разбавления Оствальда. Электропроводность растворов. Удельная электропроводность. Зависимость удельной электропроводности от концентрации, температуры, скорости и заряда ионов. Эквивалентная электропроводность. Закон Кольрауша.
10. Гальванические элементы. Электродный потенциал и электродвижущие силы. Электроды I, II рода, газовые, окислительно-восстановительные. Стандартные электродные потенциалы. Измерение электродных потенциалов и ЭДС. Химические элементы с химической реакцией. Концентрационные элементы с электродами I и II рода.
11. Алканы. Номенклатура. Изомерия. Свойства
12. Алкены. Номенклатура. Изомерия. Свойства
13. Алкины. Номенклатура. Изомерия. Свойства
14. Алкадиены. Номенклатура. Изомерия. Свойства
15. Алициклические соединения. Номенклатура. Изомерия. Свойства
16. Ароматические соединения. Получение и строение
17. Ароматические соединения. Реакции замещения
18. Галогенопроизводные. Получение и свойства.
19. Спирты, фенолы. Строение, получение и свойства.
20. Карбонильные соединения. Строение, получение и свойства.
21. Карбоновые кислоты. Строение, получение и свойства.
22. Нитросоединения. Строение, получение, назначение и свойства.
23. Амины. Строение, получение и свойства.
24. Диазо- и азосоединения. Строение, получение и свойства.
25. Гидроксикислоты. Оптическая изомерия. Строение и свойства.
26. Оксокислоты. Строение, получение и свойства. Ацетоуксусный эфир
27. Гетероциклические соединения. Строение, получение и свойства.
28. Основные технологические понятия и определения в инженерной химии
29. Гомогенные химические процессы
30. Гетерогенно-каталитические процессы
31. Гетерофазные процессы
32. Топохимические процессы
33. Изотермические реакторы для проведения гомогенных химических процессов.
34. Изотермические реакторы для проведения гетерогенно-каталитических процессов.
35. Изотермические реакторы для проведения реакций в системе Г-Ж, Ж-Ж(н)
36. Реакторы, работающие в различных тепловых режимах.

## Направление 18.04.02 «ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ, НЕФТЕХИМИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ»

### Программа:

- процессы и оборудование химических, нефтехимических и биотехнологических производств

Содержание междисциплинарного экзамена  
при поступлении в магистратуру по направлению  
18.04.01 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии» (программа: процессы и оборудование химических,  
нефтехимических и биотехнологических производств)

1. Законы переноса и сохранения. Уравнение переноса субстанции.
2. Уравнение неразрывности. Понятие о расходах. Средняя скорость.
3. Вязкость. Уравнение Ньютона. Градиент скорости (скорость деформации). Неньютоновские жидкости.
4. Уравнения течения вязкой жидкости в напряжениях.
5. Уравнение Навье-Стокса.
6. Течение в круглой трубе. Поле скоростей. Расход жидкости. Максимальная и средняя скорости.
7. Уравнение Дарси-Вейсбаха. Потери давления по длине трубопровода. Коэффициент сопротивления.
8. Структура потока и поле скоростей при турбулентном течении в каналах. Толщина ламинарного подслоя.
9. Гидравлическое сопротивление трубопроводов. Гидравлический радиус и эквивалентный диаметр трубопровода. Принцип наложения потерь в технологических трубопроводах
10. Гидравлически гладкие и шероховатые трубопроводы. Коэффициент линейных потерь в трубопроводах. Местные сопротивления.
11. Понятие о линии тока и траектории при течении жидкости. Интегральное уравнение Бернулли. Физический смысл его членов.
12. Подобие гидромеханических процессов. Числа и симплексы подобия. Физический смысл чисел подобия.
13. Определяющие и определяемые числа подобия для внутренних и внешних течений. Критериальные уравнения для внешних и внутренних течений.
14. Свободное осаждение шаровых частиц. Силы, действующие на частицу. Режимы осаждения.
15. Критериальные уравнения процесса осаждения шаровых частиц. Обобщённое критериальное уравнение Тодеса. Свободное и стесненное осаждение. Осаждение частиц не шаровой формы.
16. Осаждение частиц в поле центробежных сил. Фактор разделения.
17. Псевдооживленное состояние зернистого слоя. Перепад давления и его зависимость от фиктивной скорости. Обобщённое критериальное уравнение псевдооживленного состояния зернистого слоя. Число псевдооживления.
18. Классификация процессов гидромеханического разделения. Материальный баланс и параметры работы аппаратов гидромеханического разделения.
19. Отстаивание. Производительность отстойника. Конструктивные схемы отстойников.

20. Отстойное центрифугирование. Производительность отстойной центрифуги. Фактор разделения. Мощность привода отстойной центрифуги.
21. Циклонный процесс. Конструктивные схемы циклонов. Параллельное и последовательное соединение циклонов. Оптимальный диапазон работы циклонов. Батарейный циклон.
22. Фильтрование. Скорость фильтрования. Движущая сила процесса фильтрования. Основное уравнение процесса фильтрования.
23. Режимы фильтрования. Уравнение фильтрования при постоянной разности давлений. Константы фильтрования. Определение констант фильтрования.
24. Перемешивание в технологических процессах. Интенсивность и эффективность перемешивания. Мощность привода и частота вращения перемешивающих устройств. Конструкции мешалок и области их применения.
25. Общие сведения о тепловых процессах. Тепловой баланс. Теплоносители. Способы переноса тепла.
26. Нагревание дымовыми газами. Печи. Тепловой баланс печи.
27. Нагревание водяным паром. Острый и глухой водяной пар. Конденсатоотводчик.
28. Уравнение Фурье. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность газов и жидкостей.
29. Теплопроводность плоской стенки. Термическое сопротивление. Теплопроводность многослойной стенки. Уравнение теплопередачи.
30. Конвективный теплоперенос. Уравнение Фурье-Кирхгофа.
31. Тепловой и гидродинамические пограничные слои. Уравнение теплоотдачи. Локальный и средний коэффициенты теплоотдачи. Среднемассовая температура жидкости.
32. Критериальные уравнения теплопереноса при естественной и вынужденной конвекции.
33. Теплоперенос при конденсации пара. Критериальное уравнение процесса. Коэффициент теплоотдачи при конденсации пара.
34. Теплоперенос при кипении жидкости. Коэффициент теплоотдачи при кипении.
35. Уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Средняя движущая сила тепловых процессов. Средние температуры теплоносителей.
36. Определение коэффициента теплопередачи. Построение нагрузочной характеристики теплообменника.
37. Выпаривание. Основные понятия. Схема выпарного аппарата. Роль циркуляции. Способы создания циркуляции кипящего раствора. Типовые конструкции выпарных аппаратов.
38. Изменение температуры в выпарной установке. Общая и полезная разности температур. Температурные потери.
39. Материальный баланс выпарной установки. Тепловой баланс выпарного аппарата.
40. Расчет однокорпусной выпарной установки.
41. Многокорпусное выпаривание. Схемы прямоточного и противоточного выпаривания. Оптимальное число корпусов.
42. Массообменные процессы в технологических процессах. Концентрация, как количественная величина, определяющая интенсивность и потенциал массопереноса, многокомпонентные фазы. Молекулярный массоперенос. Коэффициент диффузии.
43. Конвективный массоперенос. Уравнение конвективного массопереноса. Диффузионный пограничный слой. Уравнение массоотдачи. Физическая модель массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
44. Материальный баланс массообменных аппаратов. Уравнение линий рабочих концентраций. Выбор концентраций для описания массообменных процессов.
45. Равновесие в массообменных процессах. Линия равновесных концентраций для идеальных и реальных систем. Коэффициент равновесия.

46. Теории массопереноса через поверхность контакта фаз. Уравнение массопередачи. Движущая сила процесса массопередачи. Коэффициент массопередачи. Его размерности. Массоперенос при изменении концентраций в фазах. Средняя разность концентраций.
47. Модифицированное уравнение массопередачи. Число единиц переноса. Высота единицы переноса.
48. Определение числа единиц переноса в аппаратах с непрерывной поверхностью контакта фаз. Определение высоты аппаратов с непрерывной поверхностью контакта фаз.
49. Теоретическая и действительная ступени изменения концентрации. КПД ступени. Определение числа теоретических и действительных ступеней изменения концентрации. КПД колонны. Определение числа действительных ступеней изменения концентраций построением кинетической кривой.
50. Способы создания поверхности контакта фаз, типы колонных аппаратов. Насадочные колонны, насадочные тела, их геометрические характеристики. Режимы работы насадочных колонн. Оптимальная скорость и гидравлическое сопротивление насадочных колонн. Определение диаметра и высоты насадочных колонн.
51. Тарельчатые колонны. Провальные и беспровальные тарелки. Конструкции тарелок. Схемы перелива жидкости. Области устойчивой работы тарелок.
52. Режимы работы тарельчатых колонн. Рабочая скорость и гидравлическое сопротивление тарельчатых колонн. Определение диаметра и высоты тарельчатых колонн.
53. Абсорбция. Основные понятия. Основные физико-химические закономерности. Линия равновесных концентраций. Материальный баланс и линия рабочих концентраций. Минимальный и оптимальный расход абсорбента.
54. Ректификация и перегонка. Основные понятия. Физико-химические закономерности. Идеальные и реальные растворы. Изотермы Рауля. Кривые конденсации и кипения. Линия равновесных концентраций.
55. Схема ректификационной установки. Материальные потоки. Материальный баланс ректификационной установки. Линии рабочих концентраций. Графическое изображение процесса. Минимальное и оптимальное флегмовые числа.
56. Тепловой баланс ректификационной колонны, кипятильника, дефлегматора и подогревателя исходной смеси.
57. Сушка материалов. Схема процесса и основные понятия. Материальный баланс сушильной установки. Удельный расход воздуха.
58. Тепловой баланс сушильной установки. Изображение процесса сушки в I-x диаграмме. Теоретические и действительные сушилки.
59. Кинетика процесса сушки. Скорость сушки. Кривая скорости сушки. Движущая сила процесса. Влияние на скорость сушки различных факторов процесса.
60. Связь влаги с материалом. Свободная влага. Первый период сушки. Связанная влага. Второй период сушки.

### ***Конструкции***

1. Отстойник с гребковой мешалкой.
2. Отстойник с коническими полками.
3. Пылеосадительная камера
4. Пенный аппарат для очистки газов.
5. Нутч-фильтр.
6. Рамный фильтр-пресс.
7. Барабанный вакуум-фильтр.
8. Ленточный вакуум-фильтр.
9. Центрифуга со шнековой выгрузкой осадка.
10. Центрифуга с ножевым устройством для удаления осадка.

11. Сепаратор.
12. Сверхцентрифуга.
13. Двухтрубный теплообменник.
14. Змеевиковый теплообменник.
15. Спиральный теплообменник.
16. Кожухотрубный теплообменник.
17. Погружной теплообменник.
18. Оребренный теплообменник.
19. Пластинчатый теплообменник.
20. Оросительный теплообменник.
21. Самоочищающийся теплообменник.
22. Схема прямоточного многокорпусного выпаривания.
23. Схема противоточного многокорпусного выпаривания.
24. Выпарной аппарат с центральной циркуляционной трубой.
25. Выпарной аппарат с подвесной греющей камерой.
26. Выпарной аппарат с выносной циркуляционной трубой.
27. Выпарной аппарат с выносной греющей камерой.
28. Выпарной аппарат с принудительной циркуляцией.
29. Пленочный выпарной аппарат.
30. Конструкции массообменных тарелок
31. Насадочный абсорбер
32. Схема ректификационной установки непрерывного действия
33. Камерная сушилка.
34. Туннельная сушилка.
35. Ленточная сушилка.
36. Шахтная сушилка.
37. Сушилка с псевдоожиженным слоем.
38. Вибросушилка.
39. Барабанная сушилка.
40. Вальцовая сушилка.
41. Распылительная сушилка.
42. Сублимационная сушилка.
43. Радиационная сушилка.

## Литература

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: ООО ИД «Альянс», 2008. – 754 с.
2. Комиссаров Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. Под ред. Ю.А. Комиссарова. – М.: Химия, 2011. - 1230 с.
3. Машины и аппараты химических производств : учеб. пособие / А. С. Тимонин [и др.]. - Калуга : Изд-во Н. Ф. Бочкаревой, 2008. - 871 с.
4. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. Учебник для вузов. В 2-х кн. Часть I. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. М.: Химия, 2002. – 400 с.
5. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. Учебник для вузов. В 2-х кн. Часть II. Массообменные процессы и аппараты. М.: Химия, 2002. – 368 с.
6. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др. Под ред. Ю.И. Дытнерского, 4-е издание. М: ООО ИД «Альянс», 2008. – 496 с.
7. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2007. – 576 с.
8. Айнштейн, В.Г. [и др.] Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: учеб. для студ. вузов. Кн. 1.- М.: Высшая школа, 2003.- 912 с.
9. Айнштейн, В.Г. [и др.] Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: учеб. для студ. вузов. Кн. 2.- М.: Высшая школа, 2003.- 872 с.
10. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник. Т. 1.- Калуга: Изд. Н.Бочкаревой, 2002.- 850 с.
11. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник. Т. 2.- Калуга: Изд. Н.Бочкаревой, 2002.- 1025 с.
12. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник. Т. 3.- Калуга: Изд. Н.Бочкаревой, 2002.- 968 с.
12. Процессы и аппараты химической технологии. Т.1: Основы теории процессов химической технологии / Д.А. Баранов, А.В. Вязьмин, А.А. Гухман и др.; Под ред. А.М. Кутепова. - М.: Логос, 2001.
13. Процессы и аппараты химической технологии. Т.2: Механические и гидромеханические процессы / Д.А. Баранов, В.Н. Блиничев, А.В. Вязьмин и др.; под ред. А.М. Кутепова. - М.: Логос, 2001.