



МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»
(СПбГТИ(ТУ))

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Шевчик

« *09* »

А.П. Шевчик

2022 г.



Программа кандидатского экзамена

2.6.10 «Технологии органических веществ»

Санкт-Петербург
2022

Введение

Настоящая программа кандидатского экзамена разработана для научной специальности 2.6.10 Технология органических веществ.

Экзаменуемый должен показать высокий уровень теоретической и профессиональной подготовки, знание общих концепций и методологических вопросов научной специальности, истории ее формирования и развития, глубокое понимание основных разделов теории и практики изученного материала, а также умение применять свои знания для решения исследовательских и прикладных задач.

Настоящая программа составлена на кафедре технологии нефтехимических и углехимических производств Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) в соответствии с требованиями, предъявляемыми к уровню владения теоретическим материалом, терминологической подготовленности и степени освоения дисциплины технология органических веществ.

1. Порядок проведения кандидатского экзамена

Проведение кандидатского экзамена осуществляется в форме открытого заседания экзаменационной комиссии. Кандидатский экзамен проводится в устной форме.

Аспиранты с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать данный экзамен, как в устной форме, так и в письменной форме.

Экзаменационные билеты должны включать два вопроса из программы кандидатского экзамена по специальности и один вопрос из дополнительной программы, которая составляется аспирантом (соискателем) совместно с научным руководителем в соответствии с темой диссертационной работы соискателя и рассматривается на заседании кафедры.

Для подготовки к ответу аспиранту отводится не более 60 минут, а на ответ – не более 30 минут. При ответе на вопросы экзаменационного билета члены экзаменационной комиссии могут задавать дополнительные вопросы аспиранту только в рамках содержания вопросов экзаменационного билета.

Во время заседания экзаменационной комиссии ведётся протокол в соответствии с установленным образцом.

Решение экзаменационной комиссии принимается на закрытом заседании простым большинством голосов членов комиссии. Уровень знаний оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Результаты экзамена оформляются протоколом и объявляются всем аспирантам группы в тот же день после завершения сдачи кандидатского экзамена.

Все прочие необходимые условия приема кандидатского экзамена изложены в нормативных документах (локальных актах) СПбГТИ(ТУ).

2. Основное содержание программы кандидатского экзамена

2.1 Современное состояние и перспективы развития промышленности органического синтеза и нефтегазохимии в России и в мире.

2.2 Термодинамический анализ химических процессов.

Термодинамическая вероятность протекания химической реакции. Методы расчета стандартной энергии Гиббса реакции. Расчет энтальпии реакции по теплотам образования продуктов и реагентов (закон Гесса) и по теплотам сгорания веществ. Уравнение Кирхгофа, зависимость энтальпии реакции от температуры и давления.

2.3 Вычисление констант равновесия и состава равновесной смеси органических веществ при химических реакциях.

2.4 Кинетика и кинетический анализ химических процессов.

Скорость химической реакции, константа скорости и энергия активации. Влияние среды на скорость элементарных реакций. Составление кинетических уравнений на основе схемы механизма химического процесса. Кинетические уравнения стехиометрически простых и сложных реакций.

2.5 Основы количественной теории органических реакций.

Уравнение Гаммета. Понятие о реакционной серии, константе реакционной серии и σ -константах заместителей. Трансмиссионные факторы. Принцип линейности свободных энергий (ЛСЭ). Уравнение Тафта и индукционные константы заместителей. Применение соотношений ЛСЭ к ненасыщенным, многоядерным, гетероциклическим и элементоорганическим соединениям.

2.6 Радикально-цепные реакции.

Пути образования свободных радикалов. Элементарные реакции свободных радикалов. Стадии радикально-цепной реакции: зарождение, продолжение и обрыв цепи.

2.7 Радикально-цепные процессы в промышленности.

Термический крекинг и пиролиз углеводородов. Механизм крекинга парафиновых, нафтеновых, олефиновых и ароматических углеводородов. Пиролиз аренов в присутствии водорода. Радикальная полимеризация. Свободнорадикальное галогенирование. Окисление парафиновых, нафтеновых и ароматических углеводородов.

2.8 Гомогенный кислотный и основной катализ.

Образование и реакции карбокатионов. Образование карбокатионов и реакции с их участием. Кислоты и основания Бренстеда и Льюиса. Реакции промышленного органического синтеза, катализируемые кислотами и основаниями. Гомогенный металлокомплексный катализ и реакции на его основе.

2.9 Гетерогенный катализ и гетерогенно-каталитические процессы.

Классификация гетерогенных катализаторов и характеристика катализаторов и носителей. Методы синтеза катализаторов и носителей. Стадии гетерогенно-каталитического процесса. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций.

2.10 Основные промышленные процессы переработки нефти, природного газа для производства мономеров и сырья нефтехимического и органического синтеза.

2.11 Производство низших олефинов пиролизом газообразного и жидкого сырья.

Химические реакции, протекающие при термическом крекинге и пиролизе. Технология процессов крекинга и пиролиза. Каталитический крекинг, промышленные установки каталитического крекинга.

Методы производства ацетилена. Процесс окислительного пиролиза природного газа.

2.12 Производство ароматических углеводородов из углеводородного сырья.

Каталитический риформинг. Сырье, параметры процесса, катализаторы, химизм и термодинамика процесса. Промышленные установки риформинга.

Дегидроциклизация низших парафиновых и олефиновых углеводородов, процесс Суclar.

2.13 Химия и технология производства синтез-газа, водорода и оксида углерода.

Промышленные процессы производства водорода, синтез газа. Газохимические процессы. Производство метанола.

2.14 Классификация процессов разделения смесей органических веществ.

Теоретические основы процессов разделения с использованием селективных растворителей.

Зависимость коэффициентов активности углеводородов в полярных растворителях от строения углеводородов. Групповая селективность растворителей по отношению к ароматическим и непредельным углеводородам и селективность растворителей по молекулярным массам. Зависимость коэффициентов активности компонентов раствора от температуры.

2.15 Моделирование коэффициентов активности компонентов раствора.

Экспериментальные методы определения коэффициентов активности компонентов раствора. Эмпирические и полуэмпирические уравнения для описания зависимости коэффициентов активности от состава системы. Теоретические модели. Теория регулярных растворов Скэтчарда-Гильдебранда, методы ASOG и UNIFAC.

2.16 Азеотропная и экстрактивная ректификация.

Условие образования азеотропов и следствия из него. Зависимость состава азеотропов от давления. Требования к азеотропобразующим компонентам и применение процесса азеотропной ректификации для разделения и очистки углеводородов.

Применение процесса экстрактивной ректификации для выделения аренов, селективные растворители. Выделение мономеров для синтетического каучука методом экстрактивной ректификации. Выделение циклогексана из газоконденсатной циклогексановой фракции. Выделение тиофена и его гомологов из продуктов термической переработки угля и сланцев.

Расчет колонн азеотропной и экстрактивной ректификации.

2.17 Экстракция.

Свойства треугольной диаграммы, методы построения бинодальных кривых и нод. Расчет числа теоретических ступеней противоточного экстрактора методом Кремсера и Хантера-Наша.

Процессы экстракции бензола и его гомологов из катализаторов риформинга бензиновых фракций, селективность применяющихся экстрагентов. Комбинированные процессы выделения аренов с использованием селективных растворителей. Экстракционная очистка среднестиллятных и масляных фракций. Конструкции экстракторов.

2.18 Применение абсорбции в нефтегазопереработке.

Принципиальная схема абсорбционно-десорбционной установки для отбензинивания нефтяных газов. Основные понятия процесса абсорбции: основное кинетическое уравнение абсорбции, относительные концентрации компонентов в жидкой и газовой фазах, фактор абсорбции. Расчет числа теоретических ступеней абсорбера с помощью диаграммы Y-X. Уравнения и график Кремсера. Составление материального баланса абсорбера.

Физическая абсорбция кислых компонентов из газа. Хемосорбционные процессы очистки газов от сероводорода, CO₂, других кислых компонентов. Комбинированные и окислительные абсорбционные процессы.

Выделение ацетилена из продуктов окислительного пиролиза природного газа.

2.19 Кристаллизационные процессы.

Диаграмма фазового равновесия жидкость-твердое эвтектического типа и типа твердого раствора. Выделение п-ксилола из смеси аренов C₈ простой кристаллизацией.

Экстрактивная кристаллизация как метод депарафинизации масляных фракций. Выделение антрацена из смесей с полициклоаренами и гетероциклическими соединениями.

Аддуктивная кристаллизация. Типы аддуктов и комплексов. Твердые π -комплексы электроноакцепторных соединений с аренами. Карбамидная депарафинизация. Клатратные соединения с пустотами в кристаллической решетке в виде клеток. Газовые гидраты.

2.20 Адсорбция.

Уравнение Лэнгмюра для изотермы адсорбции. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса для изотермы адсорбции. Разделение газов, нефтяных фракций и нефтепродуктов на адсорбентах с неоднородной пористостью. Адсорбция на цеолитах – выделение жидких *n*-алканов, *p*-ксилола, осушка газов.

Короткоцикловая адсорбция – выделение водорода, азота, очистка гелия.

2.21 Диффузионные методы разделения.

Термическая диффузия. Термодиффузионная колонка. Диффузия через мембраны. Закон Фика. Коэффициенты проницаемости и факторы разделения компонентов, влияющие на эффективность разделения компонентов. Промышленные процессы разделения диффузией через мембраны – выделение *p*-ксилола, водорода, гелия, осушка и отбензинивание газа, разделение воздуха.

Сравнительная характеристика методов выделения водорода. Разделение смесей с помощью жидкостных мембран. Комбинированные процессы разделения с использованием диффузии через мембраны.

2.22 Химические методы разделения и очистки.

2.23 Совмещенные реакционно-массообменные процессы.

Классификация совмещенных процессов и их преимущества. Существенные признаки совмещенных процессов, приемы и принципы, используемые при их осуществлении. Получение сложных и простых эфиров (оксигенатов), алкилпроизводных бензола, изоалканов совмещенными реакционно-ректификационными процессами. Совмещенные реакционно-массообменные процессы с использованием в качестве стадии разделения азеотропной, экстрактивной и автоэкстрактивной ректификации, абсорбции.

2.24 Процессы алкоксилирования.

Технологии оксиэтилирования, оксипропилирования. Получение диэтиленгликоля, триэтиленгликоля, полигликолей, алкилцеллозольвов, алкилкарбитолов, алканоламинов, тиогликолей, алкиленкарбонатов. Аппаратурное оформление процессов.

2.25 Процессы гидролиза, гидратации, дегидратации, этерификации и амидирования.

Сернокислотная и прямая гидратация низших олефинов. Получение этилового, изопропилового, втор-бутилового и трет-бутилового спиртов. Этерификация, получение сложных эфиров. Получение алкилсульфатов. Получение оксидов этилена и пропилена гидролизом хлоргидринов. Дегидратация кислородсодержащих соединений. Амидирование и дегидратация амидов. Гидролиз и этерификация нитрилов. Синтез изоцианатов, карбаматов и меламина.

2.26 Процессы алкилирования и деалкилирования.

Алкилирование ароматических углеводородов. Получение этилбензола, кумола, линейных алкилбензолов. Алкилирование фенолов, получение ионола. Алкилирование изопарафинов олефинами. Алкилирование по атомам кислорода, серы и азота.

Деалкилирование алкилароматических углеводородов.

2.27 Процессы сульфирования и нитрования.

Получение линейных алкилбензолсульфонатов. Реакции сульфохлорирования и сульфоокисления.

Нитрование ароматических соединений, олефинов и парафиновых углеводородов.

2.28 Процессы окисления.

Получение синтетических высших жирных кислот окислением парафиновых углеводородов. Окисление ароматических углеводородов. Получение фенола окислением

толуола, фталевого ангидрида из о-ксилола, терефталевой кислоты из п-ксилола. Кумольный метод получения фенола и ацетона.

Окисление нафтеновых углеводородов. Получение циклогексанона и адипиновой кислоты. Получение 1,10-декандикарбоновой кислоты окислением циклододекана.

Окисление олефинов. Получение ацетальдегида, ацетона, метилэтилкетона, метилизобутилкетона из олефинов. Получение оксида этилена окислением этилена, оксида пропилена эпоксидированием пропилена гидроперекисными углеводородами.

Окисление в газовой фазе над твердыми катализаторами. Получение формальдегида из метанола, метилэтилкетона из втор-бутанола. Получение окисей олефинов. Окисление пропилена в акролеин и акриловую кислоту, изобутилена в метакролеин и метакриловую кислоту. Получение малеинового ангидрида окислением бензола и углеводородов C₄. Получение фталевого ангидрида окислением нафталина и пиромеллитового ангидрида окислением дурола. Получение антрахинона окислением антрацена.

2.29 Процессы дегидрирования и гидрирования, их классификация, катализаторы. Дегидрирование спиртов, получение ацетальдегида, ацетона, циклогексанона. Окислительное дегидрирование спиртов, получение формальдегида. Получение и направления использования стирола. Дегидрирование парафинов. Методы получения 1,3-бутадиена. Промышленные процессы дегидрирования пропана в пропилен: Catofin, Oleflex, STAR. Получение и направления использования изобутилена. Способы получения изопрена. Дегидрирование n-алканов C₁₀-C₁₃, процессы Rasol-Define. Гидрирование алкенов, алкадиенов, циклододекатриена. Процессы производства циклогексана гидрированием бензола. Получение циклогексанола и циклогексанона гидрированием фенола. Гидрирование карбонильной группы алифатических альдегидов и кетонов. Гидрирование карбоксильной и сложноэфирной групп. Гидроаммонолиз карбоновых кислот, альдегидов и кетонов. Гидрирование нитрилов. Получение и применение изоцианатов. Получение и применение анилина.

2.30 Синтезы на основе оксида углерода.

Процессы производства метанола, катализаторы, типы реакторов. Синтез Фишера-Тропша. Технологии GTL, альтернативные процессу Фишера-Тропша. Получение диметилового эфира. Химизм реакции гидроформилирования олефинов, строение альдегидов, побочные продукты. Термодинамика, механизм и кинетика реакции гидроформилирования.

Гидрокарбокислирование олефинов. Получение нео-кислот синтезом Коха, механизм стадий процесса. Получение сложных эфиров гидрокарбокислированием олефинов. Карбонилирование спиртов, простых эфиров и ацетиленов.

2.31 Реакции конденсации по карбонильной группе.

Конденсация альдегидов и кетонов с ароматическими соединениями. Получение дифенилолпропана. Оксимирование циклогексанона и получение капролактама Бекмановской перегруппировкой. Альдольная конденсация, синтезы 2-этил-1-гексанола из масляного альдегида, пентаэритрита. Получение диацетонового спирта, окиси мезитила, метилизобутилкетона. Конденсация формальдегида с алифатическими нитросоединениями, получение тринитрата триметилонитрометана.

2.32 Процессы изомеризации.

Химия и технология изомеризации парафиновых углеводородов. Изомеризация алкенов C₅-C₇ бензина термического крекинга. Изомеризация циклоалканов. Изомеризация алкилароматических углеводородов C₈. Изомеризация кислородсодержащих соединений.

3. Примерный перечень экзаменационных вопросов

1. Что такое реакционная серия, константа реакционной серии, от чего зависит ее значение?

2. Как были определены значения σ -констант заместителей?
3. Реакционная способность каких соединений может оцениваться с использованием корреляционных уравнений Гаммета и Тафта?
4. Как можно прогнозировать селективность растворителей по отношению к ароматическим и непредельным углеводородам с использованием принципа ЛСЭ?
5. Классификация физико-химических процессов разделения, применяющихся в нефтегазопереработке и промышленности основного органического и нефтехимического синтеза?
6. Почему коэффициенты активности ароматических углеводородов в полярных растворителях ниже, чем насыщенных углеводородов?
7. Как зависят коэффициенты активности компонентов от температуры?
8. Термодинамические критерии групповой селективности растворителей и селективности по молекулярным массам.
9. Химические реакции, протекающие при термическом и каталитическом крекинге.
10. Принципиальные схемы процессов пиролиза и каталитического крекинга.
11. Получение и абсорбционное выделение ацетилена при окислительном пиролизе природного газа.
12. Основные и побочные реакции, протекающие при каталитическом риформинге бензиновых фракций.
13. Промышленные установки каталитического риформинга.
14. Получение ароматических углеводородов дегидрогенизацией низших парафиновых и олефиновых углеводородов.
15. Методы получения синтез-газа.
16. Производство синтез-газа паровой конверсией природного газа.
17. Методы выделения и очистки водорода, получаемого паровой конверсией природного газа.
18. Технология производства оксида углерода.
19. Условие образования азеотропов и следствия из него.
20. Как можно очистить толуол коксохимического происхождения от примесей метилтиофенов и насыщенных углеводородов?
21. Какой первый процесс применялся в СССР для выделения аренов C_6-C_8 из катализата риформинга?
22. Какие селективные растворители применяются для выделения бензола, толуола и ксилолов из катализатов риформинга и пироконденсатов в процессах экстрактивной ректификации?
23. Технологическая схема выделения бензола и бензольной фракции риформата по технологии американской фирмы GTC, недостатки процесса.
24. Как можно объяснить синергетический эффект при использовании смесей сульфолана или «Тектива-100» с N-метилпирролидоном при выделении бензола экстрактивной ректификацией?
25. Какие селективные растворители применяются для выделения дивинила, изопрена, стирола методом экстрактивной ректификации?
26. Какие селективные растворители или их смеси могут использоваться для выделения циклогексана из смесей с близкокипящими алканами методом экстрактивной ректификации?
27. Как можно выделить тиофен и метилтиофены из узкокипящих фракций, получаемых при термической переработке каменного угля и сланцев?
28. Каковы свойства треугольной диаграммы: правило рычага, правило сложения, правило вычитания?
29. Какие требования применяются к экстрагентам?

30. Какие экстрагенты применяются для экстракции бензола и его гомологов, каковы их преимущества и недостатки?
31. Почему на действующих установках экстракции ароматических углеводородов замена ди- или триэтиленгликоля на сульфолан проблематична?
32. Какова принципиальная технологическая схема промышленных процессов экстракции бензола и его гомологов?
33. Каковы преимущества комбинированного процесса экстрактивной ректификации – экстракции по сравнению с индивидуальными процессами?
34. Что понимается под полюсом треугольной диаграммы и как можно определить его положение?
35. Как можно определить требуемое число теоретических ступеней экстракции по методу Хантера и Наша?
36. Выделение и очистка каких веществ в нефтепереработке и промышленности основного органического синтеза проводится методами абсорбции и хемосорбции?
37. Какие абсорбенты применяются для выделения и очистки ацетилен, для удаления сероводорода и других кислых газов из природного и промышленных газов?
38. Что такое фактор абсорбции?
39. Как рассчитывается необходимое число теоретических ступеней абсорбции с помощью диаграммы Y-X?
40. Вывести уравнение Кремсера.
41. Как выглядит график Кремсера и что он позволяет определять?
42. Как составляется материальный баланс абсорбера?
43. Какие физические растворители применяются для абсорбции кислых компонентов из газа, каковы их преимущества и недостатки?
44. Какие органические хемосорбенты применяются для очистки газов от кислых компонентов, каковы их преимущества и недостатки?
45. Каковы преимущества комбинированных растворителей при очистке газов, в частности процесса «Сульфинол»?
46. От каких компонентов очищают ацетилен, получаемый окислительным пиролизом природного газа?
47. Какие абсорбенты применяются для очистки ацетилен?
48. Какие существуют типы диаграмм фазового равновесия между жидкой и твердой фазами?
49. От каких факторов зависит температура кристаллизации органических веществ?
50. Какие методы выделения n-алканов применяются в нефтепереработке?
51. Какие сильные электронацепторные соединения образуют твердые комплексы с ароматическими углеводородами?
52. Какова структура клатратных соединений?
53. Для разделения каких углеводородов могут применяться комплексы Вернера?
54. Что такое удельная поверхность и адсорбционная емкость адсорбента, коэффициент распределения адсорбата и коэффициенты разделения?
55. Какие зависимости характеризуют изотермы адсорбции и изостера адсорбции?
56. От чего зависит сорбируемость углеводородов активными углями?
57. Для чего применяются активные угли?
58. Каковы области применения силикагелей, $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, активных глин?
59. Каковы состав цеолитов и их кристаллическая структура?
60. От чего зависят молекулярно-ситовые свойства цеолитов?
61. В каких процессах разделения и очистки нефтеперерабатывающей промышленности применяются цеолиты?

62. Какова конструкция термодиффузионных колонок?
63. Какие способы повышения селективности разделения используются в термодиффузионных колонках?
64. На каких факторах основано разделение компонентов методом диффузии через мембраны?
65. Что такое коэффициент разделения в процессе диффузии через мембраны?
66. Что такое коэффициент проницаемости?
67. Что такое пермеат и ретентат?
68. Разделение каких смесей осуществляется в промышленности методом диффузии через мембраны?
69. Какие реакции протекают в процессе гидроочистки нефтяных фракций?
70. Какие серосодержащие соединения плохо удаляются при гидроочистке?
71. Какой химический метод используется для очистки 1,3-бутадиена и изопрена от примесей алкинов?
72. Для очистки изопрена от какого углеводорода используется реакция Тиле?
73. Какие методы используются для выделения изобутилена из фракции C₄ пиролиза?
74. Для разделения и очистки каких углеводородов используется реакция сульфирования?
75. Какой из изомеров ксилола сульфируется с наибольшей скоростью и почему?
76. Какие углеводороды могут быть выделены из нефтяных фракций конденсацией с малеиновым ангидридом?
77. Основные конструкции реакторов для проведения оксиэтилирования и оксипропилирования?
78. Как катализаторы применяются в оксиэтилировании и оксипропилировании. Распределение продуктов?
79. Какие методы гидратации олефинов и ацетилена используются в промышленности?
80. Как получают важнейшие сложные эфиры?
81. Какими способами производятся оксиды этилена и пропилена?
82. Как получают алкилсульфаты?
83. Какими способами получают амиды кислот?
84. Как получают акрилонитрил и динитрилы фталевых кислот?
85. Получение толуилндиизоцианата.
86. Способы получения α-пирролидона и N-метилпирролидона.
87. Способы получения меламина.
88. Получение этилбензола, кумола, линейных алкилбензолов и их использование.
89. Алкилирование фенолов, получение ионола.
90. Алкилирование изопарафинов олефинами.
91. Реакции O-, S-, N-алкилирования, получаемые продукты.
92. Процессы β-оксиалкилирования, получение гликолей и алканоламинов.
93. Стадии получения линейных алкилбензолсульфонатов.
94. Нитрование ароматических соединений, получение тринитротолуола, пикриновой кислоты.
95. Нитрование парафинов в газовой и жидкой фазе.
96. Получение синтетических высших жирных кислот окислением парафиновых углеводородов.
97. Получение фенола окислением толуола.
98. Получение фталевого ангидрида и терефталевой кислоты окислением о-ксилола и п-ксилола.

99. Получение фенола и ацетона кумольным методом.
100. Получение циклогексанона и адипиновой кислоты окислением циклогексана.
101. Получение 1,10-декандикарбоновой кислоты окислением циклодекана.
102. Получение альдегидов и кетонов окислением олефинов.
103. Получение формальдегида и метилэтилкетона окислением метанола и втор-бутанола.
104. Получение оксидов этилена и пропилена.
105. Получение акролеина и акриловой кислоты окислением пропилена.
106. Получение метакролеина и метакриловой кислоты окислением изобутилена.
107. Получение малеинового ангидрида окислением бензола и окислением олефинов C_4 .
108. Получение фталевого ангидрида окислением нафталина.
109. Получение пиромеллитового ангидрида окислением дурола.
110. Получение антрахинона окислением антрацена.
111. Как влияет повышение температуры и давления на реакции гидрирования и дегидрирования?
112. Какие катализаторы используются в реакциях гидрирования-дегидрирования, какова их активность, дезактивируемость сера- и азотсодержащими соединениями.
113. Какого типа реакторы используют для процессов дегидрирования спиртов?
114. Какая лимитирующая стадия при получении формальдегида окислительным дегидрированием метанола и тип реактора?
115. Какие способы при получении стирола дегидрированием этилбензола используют для повышения выхода стирола и снижения энергозатрат? Каковы функции водяного пара, особенности процессов SMART, совмещенного процесса, окислительного дегидрирования?
116. Направления использования стирола.
117. Каков состав реакционной смеси при дегидрировании изопентана, в результате каких реакций получают побочные углеводороды?
118. Что такое стереорегулярный бутадиеновый каучук, как его получают?
119. Какими методами можно получать 1,3-бутадиен?
120. Каковы особенности различных процессов получения пропилена дегидрированием пропана?
121. Направления использования изобутилена.
122. Какими способами можно получать изопрен, из каких исходных реагентов?
123. Для чего используется процесс Rasol-Define?
124. Каковы особенности процессов гидрирования бензола на Ni-Cr, Pt/ Al_2O_3 , сульфидных катализаторах, процесса ФИН?
125. Каковы особенности Ni-Cr и Pd катализаторов при гидрировании фенола, какие продукты получают?
126. Как получают 2-этилгексанол?
127. Что получается при гидрировании сложных эфиров?
128. Что получается при гидроаммонолизе карбоновых кислот, кетонов, альдегидов?
129. Что такое цеолит?
130. Как можно получить м-ксилилендиамин?
131. Как получают анилин, какие катализаторы используются?
132. Для чего применяется анилин? Что такое MDI и п-толуидиндиизоцианат?
133. Как получают нитроциклогексан, а из него – капролактам?
134. Что такое синтез Фишера-Тропша? Какого качества бензин и дизельное топливо получается из СЖТ?

135. Из какого сырья можно получать метанол, с использованием каких катализаторов? Как влияет повышение давления и температуры на выход метанола?
136. Какого типа реакторы применяются для синтеза метанола?
137. От чего очищают синтез-газ при производстве метанола? Зачем нужен адсорбер и десорбер?
138. Направления применения метанола.
139. Каковы особенности технологий GTL: Mobil, ТИГАЗ, LurgiAG, «Цеосит»?
140. Преимущества и недостатки диметилового эфира в качестве моторного топлива?
141. Какова основная реакция процесса оксосинтеза и катализаторы?
142. Каков ряд реакционной способности олефинов при гидроформилировании?
143. Какие побочные реакции возможны при оксосинтезе?
144. Как получают 1,1,1-триметилпропан и для чего он используется?
145. Каковы особенности диадной и триадной схем оксосинтеза?
146. Какие особенности кизельгурной схемы оксосинтеза?
147. Какие катализаторы, окислитель и кислоты используют при оксосинтезе по солевой схеме?
148. Какие особенности нафтенатно-испарительной схемы?
149. Что получается при гидрокарбокислировании и гидрокарбалкокислировании олефинов?
150. Что такое нео-кислоты и как их получают?
151. Как сейчас в основном получают уксусную кислоту?
152. Что такое бисфенол А и бисфенол Б и для чего они используются?
153. Что кристаллизуется при очистке бисфенола А, и от каких примесей производится очистка?
154. Какими способами можно получить бензилхлорид и что можно из него производить?
155. Как получают уротропин и гексоген?
156. Как получают никотиновую кислоту?
157. Как получают 2-метил-5-винилпиридин и что из него производится?
158. Как можно получать гидроксиламинсульфат?
159. Как получают циклогексаноноксим?
160. Как аппаратно оформляется реакторный блок при получении оксима?
161. Бекмановская перегруппировка.
162. Как получают пентаэритрит и для чего он применяется?
163. Как получают окись мезитила?
164. Как получают метилизобутилкетон и для чего он применяется?
165. Как получают тринитрат триметилонитрометана?
166. Механизм низкотемпературной изомеризации алканов на бифункциональных кислотных катализаторах.
167. Механизм реакций изомеризации алкилбензолов на примере м-ксилола и этилбензола.
168. Изомеризация пентан-гексановой фракции, технологические схемы процессов.
169. Изомеризация линейных 1-алкенов.
170. Технология процесса Octafining для производства о- и п-ксилолов.
171. Производство терефталевой кислоты методом изомеризации дикалиевых солей фталевой и изофталевой кислот.
172. Изомеризация оксида пропилена в аллиловый спирт.
173. Получение диметилвинилкарбинола из промежуточных продуктов синтеза изопрена.

174. Какова структура потребления сырья для газонефтехимической промышленности в России и в мире?
175. Современное состояние нефтегазохимии в России и ведущих странах мира.
176. Планы развития нефтегазохимии РФ до 2030 г.
177. Как можно оценить термодинамическую возможность протекания органических реакций?
178. Что понимается под температурой инверсии?
179. Какие методы используются для расчета стандартной энергии Гиббса реакции?
180. Как рассчитывается энтальпия реакции при стандартных условиях и реальных условиях?
181. Как рассчитывается энтальпия реакции по теплотам сгорания реагентов и продуктов?
182. Как рассчитывается теплота сгорания веществ?
183. Уравнение Кирхгофа и расчет энтальпии реакций при рабочей температуре.
184. Какими методами можно рассчитывать константы равновесия химических реакций?
185. Как рассчитывается состав равновесной смеси при химических реакциях?
186. Константа скорости реакции, уравнение Аррениуса.
187. Составление кинетических уравнений на основе схемы механизма химического процесса.
188. Пути образования свободных радикалов.
189. Как происходит распад свободных радикалов?
190. Какова устойчивость свободных радикалов? Долгоживущие радикалы.
191. Стадии радикально-цепной реакции: зарождение, продолжение и обрыв цепи.
192. Каков механизм пиролиза алканов?
193. Каков механизм пиролиза циклоалканов?
194. Каков механизм пиролиза олефинов?
195. Каков механизм пиролиза аренов?
196. Как образуются карбокатионы?
197. Как протекают реакции карбокатионов: отрыв гидрид-иона от молекул алканов и алкенов, σ -алкилирование углеводородов, распад по β -связи, присоединение по ненасыщенной связи и ароматическому кольцу, изомеризация, взаимодействие с нуклеофилами.
198. Как образуются карбанионы?
199. В каких типах реакций участвуют карбанионы?
200. Какие гетерогенные катализаторы применяются для гомолитических реакций?
201. Какие катализаторы применяются при процессах кислотного гетерогенного катализа?
202. Как описывается зависимость коэффициентов активности компонентов от температуры и чем определяется характер этой зависимости?
203. Как зависят коэффициенты активности компонентов бинарной системы от ее состава?
204. Какими методами можно определять коэффициенты активности компонентов?
205. Как можно проверить термодинамическую согласованность экспериментальных данных о коэффициентах активности компонентов?
206. Для чего служат эмпирические уравнения Маргулеса, Ван Лаара, Редлиха-Кистера?

207. Какая модель раствора была использована Вильсоном при выводе его уравнения?
208. Какая исходная информация должна быть известна для расчета приведенных параметров уравнения Вильсона?
209. Каковы преимущества уравнения Вильсона по сравнению с эмпирическими уравнениями и недостатки по сравнению с другими полуэмпирическими уравнениями?
210. Какие условия выполняются для регулярных растворов?
211. Как рассчитывается параметр растворимости Гильдебранда и что он характеризует?
212. В чем состоит суть правила растворимости Гильдебранда-Семенченко?
213. Каковы преимущества и недостатки уравнения Скэтчарда-Гильдебранда для расчета коэффициента активности?
214. Что такое гомоморфный метод и для чего он используется?
215. Какая модель раствора используется в теоретических методах расчета коэффициентов активности ASOG и UNIFAC?
216. Какая информация должна быть известна, чтобы можно было использовать метод UNIFAC?
217. В каких случаях целесообразно использовать совмещенные реакционно-массообменные процессы?
218. Каковы преимущества совмещенных процессов?
219. По каким признакам проводится классификация совмещенных процессов?
220. От чего зависит выбор расположения реакционной зоны в совмещенном аппарате?
221. В какую часть реакционной зоны подается более летучий компонент и в какую часть – менее летучий реагент?
222. Для получения каких продуктов органического и нефтехимического синтеза применяются в промышленности совмещенные реакционно-массообменные процессы?

а) основная:

1. Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки : Учебник для бакалавров и магистров по направлениям: "Химическая технология" (бакалавры), "Химическая технология" (магистры) / В. М. Потехин, В. В. Потехин. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб. [и др.] : Лань, 2021. – 896 с. (ЭБС) : ил. – ISBN 978-5-8114-1662-2
2. Потехин, В.М. Химия и технология углеводородных газов и газового конденсата : Учебник для бакалавров и магистров по направлению "Химическая технология" / В. М. Потехин. – 3-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. – 712 с. (ЭБС) – ISBN 978-5-8114-4769-5
3. Лебедев, Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза : учебник для химико-технологических спец. вузов / Н. Н. Лебедев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Альянс, 2013. – 592 с. : ил. – ISBN 978-5-91872-035-6
4. Тимофеев, В.С. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза : Учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Химическая технология и биотехнология" / В. С. Тимофеев, Л. А. Серафимов, А. В. Тимошенко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 2010. – 408 с. : ил. – ISBN 978-5-06-006067-6

5. Гайле, А. А. Процессы разделения и очистки продуктов переработки нефти и газа : Учебное пособие для спец. 240401 – "Химическая технология органических веществ", 240403 – "Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов" и для подготовки магистров по направлению 240100.68- "Химическая технология" / А. А. Гайле, В. Е. Сомов, А. В. Камешков. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Химиздат, 2018. – 432 с. : ил. – ISBN 978-5-93808-317-2

б) дополнительная литература:

1. Химия нефти и газа : Учеб. пособие для вузов / А. И. Богомолов, А. А. Гайле и др. – Л. : Химия, 1995. – 448 с.

2. Лapidус, А. Л. Газохимия : Учеб. пособие / А. Л. Лapidус. – М. : ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. – 445 с.

3. Гайле, А. А. Ароматические углеводороды. Выделение, применение, рынок : Справочник / А. А. Гайле, В. Е. Сомов, О. М. Варшавский. – СПб. : Химиздат, 2000. - 544 с.

4. Чоркендорф, И. Современный катализ и химическая кинетика / И. Чоркендорф, Х. Наймантсвeтдрaйт. – Долгопрудный : Издат. дом «Интеллект», 2010. – 504 с.

5. Крылов, О. В. Гетерогенный катализ : Учеб. пособие / О. В. Крылов. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2004. - 679 с.

6. Магарил, Р. З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти : Учеб. пособие для вузов / Р. З. Магарил. – Л. : Химия, 1985. - 280 с.

в) вспомогательная литература:

1. Юкельсон, И И. Технология основного органического синтеза / И. И. Юкельсон. – М. : Химия, 1968. - 848 с.

2. Лебедев, Н. Н. Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза / Н. Н. Лебедев, М. Н. Манаков, В. Ф. Швец. – М. : Химия, 1984. – 376 с.

3. Жданов, Ю. А. Корреляционный анализ в органической химии / Ю. А. Жданов, В. И. Минкин. – Ростов-на-Дону : Изд-во Ростовского ун-та, 1966. – 472 с.

4. Пальм, В. А. Основы количественной теории органических реакций / В. А. Пальм. – Л. : Химия, 1977. – 360 с.

5. Ингольд, К. Теоретические основы органической химии / К. Ингольд. – М. : Мир, 1973. – 1055 с.

6. Адельсон, С. В. Технология нефтехимического синтеза / С. В. Адельсон, Т. М. Вишнякова, Я. М. Паушкин. – М. : Химия, 1985. – 608 с.

7. Справочник нефтехимика. В двух томах / Под ред. С. К. Огородникова. – Л. : Химия, 1978. – Т. 1. – 496 с. Т. 2. – 592 с.

8. Мейерс, Р. А. Основные процессы нефтепереработки : Справочник. / Р. А. Мейерс. – М. : Изд-во Профессия, 2011. – 944 с.

9. Днепровский, А. С. Теоретические основы органической химии. Строение, реакционная способность и механизмы реакций органических соединений / А. С. Днепровский, Т. И. Темникова. – Л., 1991.
10. Боруцкий, П. Н. Каталитические процессы получения углеводородов разветвленного строения. Изомерия и катализ синтеза углеводородов разветвленного строения / П. Н. Боруцкий. – СПб. : НПО «Профессионал», 2010. – 728 с.
11. Райхардт, К. Растворители и эффекты среды в органической химии / К. Райхардт. – М. : Мир, 1991. – 763 с.
12. Уэйлес, С. Фазовые равновесия в химической технологии / С. Уэйлес. – М. : Мир, 1989. Ч. 1. – 304 с. Ч. 2. – 360 с.
13. Нефтегазовый комплекс России и первичная переработка нефти / А. А. Гайле, Н. В. Кузичкин, Н. В. Лисицын, М. А. Лебедской-Тамбиев / Под ред. А. А. Гайле. – СПб. : Химиздат, 2016. – 448 с.
14. Ворожцов, Н. Н. Основы синтеза промежуточных продуктов и красителей. / Н. Н. Ворожцов. – М. : Госхимиздат, 1955. – 840 с.
15. Горелик, М. В. Основы химии и технологии ароматических соединений / М. В. Горелик, Л. С. Эфрос. – М. : Химия, 1992. – 640 с.
16. Степанов, Б. И. Введение в химию и технологию органических красителей / Б. И. Степанов. – М. : Химия, 1984. – 589 с.
17. Чекалин, М. А. Технология органических красителей и промежуточных продуктов / М. А. Чекалин, Б. В. Пассет, Б. А. Иоффе. – Л. : Химия, 1980. – 471 с.
18. Технология основного органического синтеза. Совмещенные процессы : Учеб. пособие для вузов / Л. А. Серафимов, В. С. Тимофеев, Ю. А. Писаренко, А. В. Солохин. – М. : Химия, 1993. – 412 с.

г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Библиотека Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) университета - <http://bibl.tti-gti.ru>
2. Российская государственная библиотека - www.rsl.ru
3. Российская национальная библиотека - www.nlr.ru
4. Библиотека Академии наук - www.rasl.ru
5. Библиотека по естественным наукам РАН - www.benran.ru
6. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) - www.viniti.ru
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека - www.gpntb.ru
8. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - elibrary.ru
9. Реферативная база данных научных публикаций WebofScience-webofknowledge.com
10. Электронно-библиотечная система "Лань" <http://e.lanbook.com>