



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

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Шевчик
А.П. Шевчик

« 25 » *сентября* 2022 г.



ПРОГРАММА
вступительных испытаний для приема на обучение по программе
подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

По дисциплине

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Научная специальность

1.4.7 – Высокомолекулярные соединения

Санкт-Петербург

2022

СОДЕРЖАНИЕ

1	Рекомендуемая структура экзамена	4
2	Разделы дисциплины, рассматриваемые в ходе экзамена.....	4
3	Вопросы к вступительному экзамену.....	6
4	Литература.....	7
5	Методические указания по подготовке к вступительному экзамену.....	9

1. Рекомендуемая структура экзамена

- 1.1. Письменный ответ на три вопроса из списка экзаменационных вопросов.
- 1.2. Беседа с членами приемной комиссии по этим вопросам и вопросам, связанным со специальностью и будущим научным исследованием.

2. Разделы дисциплины, рассматриваемые в ходе экзамена

2.1. Строение и реакционная способность мономеров и полимеров.

Основные понятия и определения. Мономеры, олигомеры, полимеры, основная цепь, боковые цепи, степень полимеризации, гомополимеризация, сополимеризация, поликонденсация, реакции в цепях полимеров. Классификация и номенклатура полимеров. Классификация полимеров: органические, элементоорганические, неорганические. Природные, искусственные, синтетические полимеры. Гомо- и сополимеры. Стереорегулярные полимеры. Линейные, разветвленные, сетчатые полимеры. Термопластичные и терморезистивные полимеры. Номенклатуры тривиальная, рациональная, систематическая.

Строение и реакционная способность основных мономеров.

Молекулярная масса полимеров. Методы определения. Молекулярно-массовое распределение.

2.2. Радикальная полимеризация и сополимеризация.

Понятие о цепной полимеризации. Стадии радикальной гомополимеризации. Способы инициирования радикальной полимеризации и механизмы инициирования. Схемы образования свободных радикалов. Химическое инициирование: инициаторы и инициирующие системы. Эффективность инициирования.

Рост цепи. Обрыв цепи. Рекомбинация и диспропорционирование - основные типы реакции обрыва цепи. Реакции передачи цепи на мономер, полимер, растворитель. Зависимость реакций обрыва цепи от строения мономера и условий проведения процесса.

Кинетика полимеризации. Кинетические уравнения. Ингибиторы, замедлители радикальной полимеризации. Механизм ингибирования.

Влияние условий проведения реакции на скорость реакции, молекулярную массу полимеров. Влияние концентрации мономера, инициатора, температуры, давления.

Методы проведения радикальной полимеризации. Особенности проведения реакции в блоке, в растворе, в эмульсии, в суспензии. Влияние метода проведения процесса на молекулярную массу, молекулярно-массовое распределение и строение образующихся полимеров.

Стадии радикальной сополимеризации. Реакции инициирования, образования активных центров, роста цепи. Уравнение состава сополимера. Понятие о константах относительной активности мономеров, их физический смысл. Влияние химического строения мономеров на их

реакционную способность и состав сополимера. Чередование звеньев в макроцепи. Схема Алфрея – Прайса.

Катионная и анионная полимеризация. Стадии полимеризации. Механизм. Катализаторы ионной полимеризации. Строение мономера и его склонность к ионной полимеризации.

2.3. Поликонденсация.

Равновесная и неравновесная поликонденсация. Примеры химических реакций. Влияние образования побочных соединений на кинетику процесса. Различия реакций полимеризации и поликонденсации. Функциональность мономеров. Роль соотношения реагирующих веществ. Особенности трехмерной поликонденсации.

Реакции получения различных олигомеров. Полиэфиры, эпоксидные олигомеры, полиамиды, полиимиды и др. Методы проведения поликонденсации.

2.4 Химические реакции полимеров

Факторы, оказывающие влияние на протекание реакций полимераналогичных превращений. Примеры реакций. Влияние строения макроцепи и микроструктуры полимеров на протекание реакций.

Деструкция полимеров. Факторы, вызывающие деструкцию. Примеры реакций.

2.5. Физикохимия полимеров

Конфигурация, конформация макромолекул. Внутреннее вращение в макромолекуле. Гибкость макромолекул.

Фазовые и физические состояния полимеров. Аморфные и кристаллические полимеры. Три физических состояний полимеров: стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее. Температура стеклования полимеров. Влияние различных факторов на температуру стеклования. Высокоэластическое состояние полимеров. Упругая и высокоэластическая деформации. Природа высокоэластичности гибкоцепных полимеров. Релаксационный характер высокоэластической деформации. Понятие о вязкотекучем состоянии полимеров. Закономерности течения ньютоновских и неньютоновских жидкостей.

Способность полимеров к кристаллизации. Изменение свойств полимеров при кристаллизации. Механизм процесса кристаллизации полимеров. Влияние различных факторов на процесс кристаллизации.

3 Вопросы к вступительному экзамену

1. Основные термины и определения в химии полимеров.
2. Классификация полимеров, их основные особенности и характеристики.
3. Номенклатура полимеров.
4. Общая характеристика процесса радикальной полимеризации.
5. Общая характеристика процесса ионной полимеризации.
6. Общая характеристика процесса поликонденсации. Равновесная и неравновесная поликонденсация.
7. Общая характеристика реакций в цепях полимеров.
8. Способы инициирования радикальной полимеризации.
9. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов, механизм их действия
10. Строение и реакционная способность мономеров и радикалов.
11. Реакции роста и обрыва цепи в радикальной полимеризации.
12. Реакция передачи цепи в радикальной полимеризации.
13. Кинетика радикальной полимеризации.
14. Влияние различных факторов на скорость радикальной полимеризации.
15. Ингибиторы, замедлители процесса радикальной полимеризации.
16. Способы проведения реакции радикальной полимеризации и их технологические особенности.
17. Влияние различных факторов на молекулярную массу полимеров, получаемых методом радикальной полимеризации.
18. Радикальная сополимеризация. Уравнение состава сополимера.
19. Константы сополимеризации и их физический смысл.
20. Схема Q-e Алфрея-Прайса.
21. Общая характеристика цепных ионных процессов полимеризации, их отличия от радикальных процессов.
22. Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы
23. Стадии катионной полимеризации
24. Анионная полимеризация. Катализаторы.
25. Стадии анионной полимеризации.
26. Ионно-координационная полимеризация.
27. Поликонденсация. Роль функциональности мономеров.
28. Равновесная поликонденсация. Примеры реакций.
29. Неравновесная поликонденсация. Примеры реакций.
30. Трехмерная поликонденсация. Примеры реакций.
31. Химические превращения полимеров. Влияние различных факторов на реакционную способность функциональных групп
32. Реакции в цепях полимеров, приводящие к уменьшению молекулярной массы. Виды деструкции полимеров.
33. Фазовые и физические состояния полимеров. Три физических состояния полимеров.
34. Природа гибкости макромолекул.
35. Конфигурация и конформация макромолекул.
36. Стеклообразное состояние полимеров.
37. Вязкотекучее состояние полимеров. Основные закономерности вязкого течения полимеров.

38. Влияние пластификации на температуру стеклования и температуру текучести полимеров.
39. Влияние различных факторов на процесс кристаллизации полимеров..
40. Молекулярная масса. Методы измерения молекулярной массы полимеров. Молекулярно-массовое распределение.
41. Вискозиметрический метод измерения молекулярной массы полимеров.

4 Литература

а) печатные издания:

1. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения / Ю.Д.Семчиков. - 3-е изд. – Москва: Академия, 2006. – 367 с. ISBN 5-7695-3028-6.
2. Технология полимерных материалов: Учебное пособие / А.Ф. Николаев, В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов и [др.]. - Санкт-Петербург: Профессия, 2011. - 536 с. ISBN 978-5-93913-152-0.
3. Тагер, А.А. Физико-химия полимеров / А.А. Тагер; под ред. А.А. Аскадского. - 4-е изд., перераб. и доп.- Москва: Научный мир, 2007.- 573 с. ISBN 978-589-176-437-8.
4. Кулезнев В.Н. Химия и физика полимеров / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнева. – 3-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2014, 368 с. ISBN 978-5-8114-1779-7.
5. Киреев, В.В. Высокомолекулярные соединения: учебник для академического бакалавриата: учебник для вузов по инженерно-техническим направлениям и специальностям / В. В. Киреев; Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева. - Москва: Юрайт, 2015. - 602 с. - ISBN 978-5-9916-5019-9.
6. Семчиков, Ю.Д. Введение в химию полимеров: Учебное пособие для вузов по направлению ВПО 020100 "Химия" и спец. 020201 "Фундаментальная и прикладная химия" / Ю. Д. Семчиков, С. Ф. Жильцов, С. Д. Зайцев. - 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург; Москва ; Краснодар : Лань, 2012. - 222 с. - ISBN 978-5-8114-1325-6.
7. Кленин, В. И. Высокомолекулярны соединения: учебник / В. И. Кленин, И. В. Федусенко. - 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2013. - 512 с. - ISBN 978-5-8114-1473-4.
8. Лебедева, Т. М. Структурные особенности и свойства полимерных материалов: учебное пособие / Т. М. Лебедева, В. П. Бритов, О. О. Николаев; Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра оборудования и робототехники переработки пластмасс. - Санкт-Петербург: [б. и.], 2017. - 125 с.
9. Лавров, Н.А. Химия олигомеров и полимеров: учебное пособие/ Н.А. Лавров, И.М. Дворко, Д.А. Панфилов; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Каф. химической технологии полимеров. - Санкт-Петербург: СПбГТИ (ТУ), 2019. -36 с.
10. Лавров, Н.А. Полимеры и сополимеры винилового спирта: учебное пособие. / Н.А. Лавров, Л.И. Шальнова; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Каф. химической технологии полимеров. - Санкт-Петербург: СПбГТИ (ТУ), 2020. -28 с.

б) электронные учебные издания:

1. Аржаков, М. С. Химия и физика полимеров. Краткий словарь: учебное пособие / М. С. Аржаков. - Санкт-Петербур: Лань, 2020. - 344 с. - ISBN 978-5-8114-4047-4// Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.02.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Сутягин, В. М. Физико-химические методы исследования полимеров: Учебное пособие / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков. - 3-е изд., испр. – Санкт-Петербур; Москва; Краснодар: Лань,

2018. - 140 с. - ISBN 978-5-8114-2712-3 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.02.2021). - Режим доступа: по подписке.
- 3 Кленин, В. И. Высокомолекулярные соединения: учебник / В. И. Кленин, И. В. Федусенко. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2021. - 512 с. - ISBN 978-5-8114-1473-4 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.02.2021). - Режим доступа: по подписке.
- 4 Семчиков, Ю.Д. Введение в химию полимеров: Учебное пособие для вузов по направлению ВПО 020100 "Химия" и спец. 020201 "Фундаментальная и прикладная химия" / Ю. Д. Семчиков, С. Ф. Жильцов, С. Д. Зайцев. - 2-е изд., стер.- Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2021. - 224 с. - ISBN 978-5-8114-1325-6 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.02.2021). - Режим доступа: по подписке.
- 5 Кулезнев, В.Н. Химия и физика полимеров: Учебное пособие для вузов по направлению "Химическая технология" / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнев. - 3-е изд., испр. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2021. - 368 с. - ISBN 978-5-8114-1779-7 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.02.2021). - Режим доступа: по подписке.
- 6 Сутягин, В.М. Общая химическая технология полимеров: учебное пособие / В.М. Сутягин, А.А. Ляпков. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 208 с. ISBN 978-5-8114-4991-0 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 08.02.2021). – Режим доступа: по подписке.
7. Лавров, Н.А. Химия олигомеров и полимеров: учебное пособие/ Н.А. Лавров, И.М. Дворко, Д.А. Панфилов; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Каф. химической технологии полимеров. - Санкт-Петербург: [б. и.], 2019. -36 с. // СПбГТИ(ТУ): электронная библиотека - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 10.02.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
8. Лавров, Н.А. Полимеры и сополимеры винилового спирта: учебное пособие. / Н.А. Лавров, Л.И. Шальнова; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Каф. химической технологии полимеров. - Санкт-Петербург: [б. и.], 2020. -28 с. // СПбГТИ(ТУ): электронная библиотека - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 01.12.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

Вспомогательная литература

1. Полимеры — носители биологически активных веществ / Е.Ф. Панарин, Н.А. Лавров, М.В. Соловский, Л.И. Шальнова, под редакцией Е.Ф. Панарина и Н.А. Лаврова. - СПб.: ЦОП «Профессия», 2014. - 304 с.
2. Лавров, Н.А. Введение в специальность. Технология и переработка полимеров: учебное пособие / Н.А. Лавров, Е.К. Ржехина, Л.И. Шальнова. Под редакцией Н.А. Лаврова. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015. - 75 с.
3. Лавров, Н.А. Полимеры на основе N-винилсукцинимиды / Н.А.Лавров . - СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. - 240 с.4
4. Лавров, Н.А. Реакционная среда и кинетика полимеризационных процессов / Н.А. Лавров, Е.В. Сивцов, А.Ф. Николаев. – СПб.: Синтез, 2001. – 94с.
5. Практикум по химии и физике полимеров: Учеб. пособие / Н.И. Аввакумова, Л.А. Бударина, С.М. Дизгун и др.; под ред. В.Ф. Куренкова. – М.: Химия, 1990. – 304с.
6. Торопцева, А.М. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений / А.М. Торопцева, К.В. Белгородская, В.М. Бондаренко. – Л.: Химия, 1972. – 416с.
7. Энциклопедия полимеров / Под ред. В.А. Каргина. – М.: Советская энциклопедия, 1972 (т. 1), 1974 (т. 2), 1978 (т. 3).

8. Лавров, Н.А. Межмолекулярные взаимодействия в процессах радикальной сополимеризации: Учебное пособие / Н.А. Лавров, Е.В. Сивцов. - СПбГТИ(ТУ). - СПб., 2010. - 44 с.
9. Лавров, Н.А. Исследование межмолекулярных взаимодействий в системах мономер – растворитель рефрактометрическим методом: Методические указания / Н.А. Лавров, Е.В. Сивцов, С.С. Алексеева. - СПбГТИ(ТУ). - СПб., 2006. - 16 с.
10. Лавров, Н.А.. Реакции в цепях полимеров и сополимеров N-винилимидов янтарной и фталевой кислот: Методические указания. / Н.А. Лавров, В.М. Чуднова, Л.И. Шальнова СПбГТИ(ТУ). - СПб., 1996. - 27 с.

5 Методические указания по подготовке к вступительному экзамену

При подготовке к вступительному экзамену поступающим в аспирантуру лучше всего ориентироваться на лекции, прочитанные преподавателями кафедры по дисциплинам «Химия и физика полимеров» и «Химия олигомеров и полимеров» Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в "Рабочей программе". По каждой из тем, приведенных в рабочих программах дисциплин, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и, при необходимости, составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как www.rambler.ru, www.yandex.ru, www.google.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов и обучающих программ, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

Например, рекомендуется использование следующих сайтов:

1. Библиотека Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) университета - <http://bibl.lti-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