

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Химический факультет



УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета
факультет

Князев А.С. Князев

« 29 » Июль 2025г.

ПРОГРАММА

вступительного испытания по специальной дисциплине
соответствующей научной специальности программы подготовки научных и
научно-педагогических кадров в аспирантуре

1.4.7. Высокомолекулярные соединения

Томск - 2025

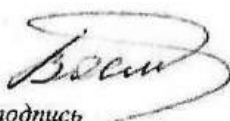
Авторы-разработчики:

Березина Елена Михайловна, кандидат химических наук, доцент, кафедра высокомолекулярных соединений и нефтехимии ХФ НИ ТГУ, доцент

Смирнова Александра Сергеевна, кандидат химических наук, кафедра высокомолекулярных соединений и нефтехимии ХФ НИ ТГУ, доцент

Согласовано:

Руководитель ОП



подпись

А.В. Восмери́ков

1. Общие положения

1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине соответствующей научной специальности программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре 1.4.7. Высокомолекулярные соединения (далее – Программа) сформирована на основе требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к программам магистратуры (специалитета) по соответствующим направлениям (специальностям) подготовки. Программа разработана для поступления на обучение в аспирантуру НИ ТГУ.

Программой устанавливается:

- форма, структура, процедура сдачи вступительного испытания;
- шкала оценивания;
- максимальное и минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания;
- критерии оценки ответов.

Вступительное испытание проводится на русском языке или на английском языке для абитуриентов из стран дальнего зарубежья, поступающих на программу, реализуемую на английском языке.

Форма, процедура сдачи вступительного испытания, а также шкала оценивания и критерии оценки ответов экзаменуемого, установленные Программой, не зависят от языка проведения вступительного испытания.

1.2. Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными приказом ректора НИ ТГУ, действующими на текущий год поступления.

1.3. По результатам вступительного испытания, поступающий имеет право подать на апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной оценкой результатов вступительного испытания в порядке, установленном Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

2. Форма, структура, процедура, программа вступительного испытания и шкала оценивания ответов

2.1. Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится в форме экзамена (письменно) в соответствии с перечнем тем и (или) вопросов, установленных данной Программой.

Структура экзамена.

Экзамен проводится в письменной форме по билетам. Билеты содержат 4 вопроса – 2 теоретических (в соответствии Программой экзамена), и 2 практических задания.

2.2. Процедура проведения экзамена представляет собой сдачу экзамена в очной форме и (или) с использованием дистанционных технологий (при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний):

- 1) очно и дистанционно; 2) только дистанционно; 3) только очно.

Для дистанционных вступительных испытаний используются платформа «Среда электронного обучения iDO» и другие программы для организации видеоконференций. Для наблюдения за участниками экзамена и идентификации их личности в НИ ТГУ создана система прокторинга. Проктор (наблюдатель) перед началом каждого экзамена при помощи веб-камеры поступающего проводит инструктаж и собеседование по вопросам организации и проведения экзамена, идентификацию личности путем сравнения фото в паспорте и лица сдающего (поступающий показывает в веб-камеру свой паспорт в развернутом виде рядом со своим лицом).

Видео, транслируемое с веб-камеры участника экзаменов, доступно проктору для наблюдения и записывается на сервер для дальнейшего просмотра при возникновении спорных ситуаций.

2.3. Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему. На каждого поступающего ведется отдельный протокол.

2.4. Программа экзамена.

Примерный перечень тем и вопросов для подготовки к сдаче экзамена и формирования экзаменационных билетов:

1. Радикальная полимеризация. Мономеры. Инициирование процесса - вещественное инициирование, физическими воздействиями и высокотемпературное химическое инициирование. Окислительно-восстановительные системы инициирования. Реакции переноса цепи, возможности регулирования молекулярной массы. Кинетический анализ процесса. Реакции роста цепи. Реакции обрыва цепей.

2. Общие закономерности ионной полимеризации. Формы существования активных центров. Катионная полимеризация. Основные мономеры. Способы инициирования катионной полимеризации, понятие о сокатализаторах. Реакции роста цепи, особенности полимеризации диеновых мономеров. Реакции ограничения роста цепи.

3. Анионная полимеризация. Основные мономеры. Инициирование полимеризации щелочными металлами и их соединениями. Реакции роста цепи под действием соединений щелочных металлов. Роль природы противоиона и

полярности среды. Реакции ограничения роста цепи. Понятие о «живых» полимерах. Регулирование молекулярной массы каучуков при ионно-координационной полимеризации.

4. Анионно-координационная полимеризация под действием соединений переходных металлов. Способы получения катализаторов. Реакции роста цепи при анионно-координационной полимеризации. Механизм стереорегулирования при полимеризации олефинов и диенов.

5. Сополимеризация. Статистическая сополимеризация, уравнение состава и его анализ. Способы получения чередующихся сополимеров. Особенности химического строения и способы получения блок- и привитых сополимеров.

6. Поликонденсация, ее отличия от полимеризации. Исходные вещества и влияние их функциональности на строение получаемого полимера. Основы кинетики поликонденсации. Равновесные и неравновесные реакции. Способы проведения и особенности неравновесных процессов. Равновесная поликонденсация, способы ее проведения. Роль деструктивных и обменных реакций, влияние соотношения реагентов.

7. Химические реакции в полимерах, их классификация. Реакции полимераналогичных превращений, примеры получения новых полимеров. Различные реакции на основе ненасыщенных каучуков. Модификация синтетических каучуков на стадиях синтеза и переработки. Макромолекулярные реакции, их разновидности. Линейное удлинение цепей. Получение сетчатых полимеров на основе олигомеров. Получение сетчатых полимеров. Реакции вулканизации, их общие закономерности. Возможности вулканизации насыщенных каучуков. Вулканизация каучуков серой, роль ускорителей вулканизации. Возможности вулканизации каучуков с функциональными группами. Реакции деструкции, их разновидности. Механическая и термодинамическая деструкция, их особенности и роль при переработке полимеров. Термоокислительная деструкция и старение полимеров. Провостарители, их типы и механизм действия. Явление синергизма.

8. Классификация полимеров по химическому составу и строению. Изомерия в полимерных цепях, стереорегулярные полимеры. Конфигурация и конфигурационная изомерия макромолекул. Основные модели полимерных цепей: свободносочлененная цепь, цепь с фиксированными углами. Характеристики размеров и формы полимерных цепей. Внутреннее вращение и поворотная изомерия. Полимеры с хиральными центрами. Конформация макромолекул и конформационная энергия.

9. Релаксационные процессы в полимерах, спектр времен релаксации. Взаимосвязь температуры и времени в релаксационном процессе. Уравнение Вильямса-Лэндела-Ферри.

10. Свойства растворов полимеров различных концентраций. Понятие о качестве растворителя. Основы теории растворов, тепловые эффекты и вероятность

процесса растворения. Набухание полимеров, влияние природы полимера и растворителя. Статистическая теория равновесного набухания сетчатых полимеров, расчет плотности цепей сетки. Особенности течения полимеров, аномалии вязкости. Явления тиксотропии и реопексии. Ориентация макромолекул при течении, ньютоновская и эффективная вязкости. Кривые течения полимеров и реологические константы. Влияние температуры и молекулярной массы полимера на его вязкость.

11. Физические состояния полимеров, их основные черты и характер взаимных переходов. Анализ термомеханической кривой аморфного полимера. Пластификация полимеров и ее виды. Изменение свойств полимеров при пластификации и его причины.

12. Надмолекулярные структуры и их типы, понятие о кластерах. Переходы между состояниями в аморфном полимере. Структурное стеклование. Релаксация напряжения и деформации в полимерах линейного или сетчатого строения. Явление механического гистерезиса.

13. Кристаллическое состояние полимера. Кинетика процесса кристаллизации и типы образующихся структур. Механические свойства закристаллизованных полимеров.

14. Основы термодинамики высокоэластической деформации. Природа упругих сил, кинетическая теория высокоэластичности, ее основные предпосылки и выводы. Кинетическая теория высокоэластичности, уравнение для одноосного растяжения.

15. Обобщенная схема физических состояний полимеров и переходов. Понятие о критической молекулярной массе. Особенности поведения полимеров сетчатого строения.

16. Влияние строения полимера на температуру его стеклования. Механические свойства стеклообразных полимеров, явление вынужденной эластичности.

17. Применение реакций поликонденсации в промышленном синтезе каучуков и других полимеров, применяемых в резиновой промышленности.

18. Полимеры с разветвленными макромолекулами. Виды разветвленности, методы оценки длинноцепочечной разветвленности.

19. Возможности применения реакций полимераналогичных превращений в производстве синтетических каучуков.

Основная литература

1. Кулезнев В.Н. Химия и физика полимеров / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнев. – М.: Лань, 2014. – 368 с.

2. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения: учебник для бакалавров / В.В. Киреев. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 602 с. – Серия. Бакалавр. Углубленный курс.

3. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения / Ю.Д. Семчиков. Учеб. для вузов / Н. Новгород: Издательство Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского; М.: Издательский центр «Академия», 2003. 368 с.
4. Тагер А.А. Физико-химия полимеров / А.А. Тагер. Издание 4-е, переработанное и дополненное. М.: Научный мир, 2007. 576 с.

Дополнительная литература

1. Аверко-Антонович И.Ю., Бикмуллин Р.Т. Методы исследования структуры и свойств полимеров. Учебное пособие: Казань, 2002.
2. Казицина Л. Применение УФ-, ИК-, ЯМР-, и масс-спектропии в органической химии : Учебное пособие для студентов химических специальностей университетов / Л. Казицина, Н. Куплетская. М.: Издательство Московского университета, 1979. 238 с.
3. Полимеры в биологии и медицине / Коллектив авторов / под ред. М. Дженкинса // Пер с англ. О.И. Киселева; науч. ред. Н.Л. Клячко. М.: Научный мир, 2011. 256 с.
4. Оудиан Д. Основы химии полимеров / Д. Оудиан. М.: Мир, 1974 – 615 с. <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000079020/000079020.djvu>
5. Купцов А.Х. Фурье-КР и Фурье-ИК спектры полимеров / А.Х. Купцов, Г.Н. Жижин. М.: Техносфера, 2013. 696 с.

Пример экзаменационного билета:

1. Инициирование радикальной полимеризация.
2. Анализ термомеханических кривых линейного и сшитого аморфных полимеров.
3. Напишите реакцию сшивания поливинилового спирта адипиновой кислотой. Какими свойствами обладает полученный продукт?
4. Как изменяются размеры макромолекулярных клубков полистирола, растворенного в толуоле, при введении в раствор метанола?

2.5. Шкала оценивания ответов на экзамене:

неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
до 59 баллов	60 – 75 баллов	76 – 84 баллов	85 – 100 баллов

Общая продолжительность экзамена составляет 45 минут.

Максимальное количество баллов за экзамен – 100. Минимальное количество баллов для успешного прохождения экзамена – 60. Поступающий, набравший менее 60 баллов за экзамен, не может быть зачислен в аспирантуру.

Таблица критериев оценки устных и письменных ответов (при наличии)

Вид деятельности		
Оценка	Балл	Уровень владения темой
неудовлетворительно	до 59	<ul style="list-style-type: none"> - незнание либо отрывочное представление о материале, включенном в список вопросов для поступающих в аспирантуру; - неумение оперировать понятиями по своей тематике; - плохое знание рекомендованной литературы; - неумение логически определено и последовательно излагать ответ.
удовлетворительно	60-75	<ul style="list-style-type: none"> - фрагментарные, поверхностные знания материала, включенного в список вопросов для поступающих в аспирантуру; - затруднения с использованием понятийного аппарата и терминологии; - недостаточное знание рекомендованной литературы; - недостаточно логичное и аргументированное изложение ответа.
хорошо	76-84	<ul style="list-style-type: none"> - знание ключевых проблем и основного содержания материала, включенного в список вопросов для поступающих в аспирантуру; - умение оперировать понятиями по своей тематике; - знание основополагающих работ из списка рекомендованной литературы; - в целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответ
отлично	85-100	<ul style="list-style-type: none"> - глубокое знание всего материала, включенного в список вопросов для поступающих; - свободное владение понятийным аппаратом, научным языком и терминологией; - знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой; - логически правильное и убедительное изложение ответа.

Вступительное испытание проводится экзаменационной комиссией, действующей на основании приказа ректора.

Итоговая оценка за экзамен определяется как средний балл, выставленный всеми членами экзаменационной комиссии.