

**ПРОГРАММА**  
**вступительного экзамена по образовательным программам высшего образования –**  
**программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**  
**по направлению подготовки - 04.06.01 Химические науки**  
**(очная и заочная форма обучения)**

**направленность (профиль): 02.00.06 Высокомолекулярные соединения**

**Содержание вступительного экзамена.**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
<b>Раздел 1. Основные понятия и определения.</b>		
1.	Тема 1. Введение.	Мономер, полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации. Молекулярные массы (среднечисловая, средневесовая) и молекулярно-массовые распределения (ММР). Роль полимеров в живой природе и их значение в промышленности. Предмет и задачи науки о высокомолекулярных соединениях.
2.	Тема 2. Классификация высокомолекулярных соединений.	Природные и синтетические полимеры. Органические (элементорганические) и неорганические полимеры. Линейные, разветвленные и сшитые полимеры. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры.
<b>Раздел 2. Синтез полимеров.</b>		
3.	Тема 3. Полимеризация.	Радикальная полимеризация и сополимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов. Реакция роста, обрыва и передачи цепи. Ингибиторы. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимеров, образующихся при радикальной полимеризации. Ионная полимеризация. Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы. Рост и ограничение роста цепей при катионной полимеризации. Влияние природы растворителей. Анионная полимеризация. Катализаторы анионной полимеризации. Инициирование, рост и ограничение роста цепей при анионной полимеризации. «Живые цепи».
4.	Тема 4. Поликонденсация.	Типы реакций поликонденсации. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов. Влияние стехиометрии, монофункциональных примесей и побочных реакций на молекулярную массу продуктов поликонденсации и образование сетчатых структур. Равновесная и неравновесная (обратимая и необратимая) поликонденсация. Термодинамика поликонденсации. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение при поликонденсации.

<b>Раздел 3. Химические свойства и химические превращения полимеров.</b>		
5.	Тема 5. Полимераналогичные и внутримолекулярные превращения.	Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул: полимераналогичные и внутримолекулярные превращения. Внутримолекулярная циклизация. Примеры использования полимераналогичных превращений и внутримолекулярных реакций для получения новых полимеров.
6.	Тема 6. Деструкция и деполимеризация.	Химические реакции, приводящие к уменьшению степени полимеризации макромолекул: деструкция и деполимеризация. Расщепление полимерных цепей под влиянием химических и физических воздействий. Деградация полимеров в условиях эксплуатации и переработки. Термоокислительная деструкция. Принципы стабилизации полимеров. Принципы их переработки.
<b>Раздел 4. Растворы полимеров.</b>		
7.	Тема 7. Макромолекулы и их поведение в растворах.	Конфигурация макромолекул и конфигурационная изомерия. Стереорегулярные макромолекулы. Конфомация макромолекулы и конформационная изомерия. Макромолекула в растворах. Термодинамический критерий растворимости. Ограниченное и неограниченное набухание. Поведение макромолекул в растворе и его особенности по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ.
8.	Тема 8. Разбавленные растворы полимеров.	Вязкость разбавленных растворов. Приведенная и характеристическая вязкость. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой (уравнение Марка-Хаувинка). Вискозиметрия как метод определения средневязкостной молекулярной массы.
9.	Тема 9. Концентрированные растворы полимеров.	Концентрированные растворы, гели, коллоидные дисперсии полимеров. Ассоциация макромолекул в концентрированных растворах и структурообразование. Особенности течения концентрированных растворов. Сходство и различие между концентрированными растворами и гелями. Коллоидные дисперсии полимеров. Пластификация полимеров. Пластификаторы и антипластификаторы.
<b>Раздел 5. Физические состояния полимеров.</b>		
10.	Тема 10. Аморфные полимеры.	Высокоэластическое состояние. Связь между равновесной упругой силой и удлинением. Релаксационные явления в полимерах. Механические и диэлектрические потери. Стеклообразное состояние. Особенности полимерных стёкол. Упругие деформации полимерных стёкол. Вынужденная эластичность. Вязко-текучее состояние полимеров. Зависимость температуры текучести от молекулярной массы.

11.	Тема 11. Кристаллические полимеры.	Кристаллизация полимеров. Типы надмолекулярных структур закристаллизованных полимеров. Свойства кристаллических полимеров. Термомеханические кривые кристаллических и аморфных полимеров. Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров.
<b>Раздел 6. Важнейшие представители полимеров.</b>		
12.	Тема 12. Полимеры и сополимеры.	Полимеры и сополимеры моноолефинов и их производных: полиэтилен, полипропилен и их сополимеры, полистирол, поливинилхлорид, политетрафторэтилен, полимеры акрилового и метакрилового рядов. Полимеры и сополимеры диолефинов (диенов): полибутадиен и сополимеры бутадиена, полиизопрен.
13.	Тема 13. Полиэфиры, полиамиды, эпоксидные смолы и другие полимеры.	Полиэфиры простые (полиэтиленоксид), полиэфиры сложные (полиэтилентерефталат, глифталевые смолы), полиацетали (полиоксиметилен, целлюлоза и её производные). Полиамиды (поликапролактан, полигексаметиленадипинат), полиуретаны, белки, нуклеиновые кислоты, понятие об их биологических функциях. Полисилоксаны (силоксановые каучуки и покрытия). Эпоксидные смолы. Пластические массы. Резина. Композиционные материалы.

#### **Перечень вопросов к вступительному экзамену.**

1. Основные понятия и определения химии высокомолекулярных соединений. Мономер, олигомер, полимер, молекулярная масса, степень полимеризации.
2. Классификация высокомолекулярных соединений: по составу основной цепи, по структуре основной цепи, по строению макромолекулы, по размещению элементарных звеньев в макромолекуле. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры.
3. Синтез полимеров. Классификация способов полимеризации. Свободно-радикальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации (термическая, фотоинициирование, радиационная).
4. Свободно-радикальная полимеризация. Инициированная полимеризация. Типы инициаторов (примеры). Окислительно-восстановительное инициирование.
5. Реакции роста, обрыва и передачи цепи при свободно-радикальной полимеризации.
6. Реакции передачи цепи: передача цепи на полимер, на мономер, на инициатор, на растворитель (теломеризация). Ингибиторы и замедлители свободно-радикальной полимеризации.
7. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения. Факторы влияющие на молекулярную массу полимеров, образующихся при радикальной полимеризации.
8. Способы проведения радикальной полимеризации (в массе, растворе, суспензии, эмульсии).
9. Ионная полимеризация. Катионная полимеризация. Катализаторы катионной полимеризации.
10. Реакции инициирования. Роста и обрыва цепи при катионной полимеризации. Кинетика катионной полимеризации.
11. Анионная полимеризация. Катализаторы анионной полимеризации (амид щелочного металла, щелочной металл, каталитический комплекс щелочной металл-нафталин, алкил щелочного металла).
12. Координационно-ионная полимеризация. Синтез стереорегулярных полимеров. Механизм полимеризации на катализаторах Циглера-Натта.
13. Сополимеризация. Уравнение состава сополимеров.
14. Ступенчатая полимеризация (полиприсоединение).
15. Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации.
16. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов.

17. Способы проведения поликонденсации (в твердой фазе, в растворе, в расплаве, на границе раздела фаз).
18. Химические свойства и химические превращения полимеров. Реакционная способность полимеров.
19. Полимераналогичные и внутримолекулярные превращения. Внутримолекулярная циклизация.
20. Реакции, приводящие к увеличению степени полимеризации макромолекул (межмолекулярные или макромолекулярные реакции): сшивание полимерных цепей, вулканизация каучуков, привитая и блок-сополимеризация.
21. Реакции, приводящие к уменьшению степени полимеризации макромолекул: деструкция и деполимеризация.
22. Термическая и термоокислительная деструкция.
23. Окислительная деструкция полимеров.
24. Механическая деструкция полимеров
25. Гибкость цепи полимеров. Внутримолекулярное вращение. Конформации макромолекул.
26. Термодинамическая и кинетическая гибкость цепи. Понятие о статистическом сегменте
27. Макромолекула в растворах. Термодинамический критерий растворимости. Второй вириальный коэффициент.
28. Растворы полимеров. Ограниченное и неограниченное набухание. Степень и кинетика набухания. Поведение макромолекул в растворе и его особенности по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ.
29. Студни или гели полимеров.
30. Растворы полимеров. Ограниченное и неограниченное набухание. Степень и кинетика набухания.
31. Разбавленные растворы полимеров. Вязкость разбавленных растворов. Приведенная и характеристическая вязкость.
32. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой (уравнение Марка-Хаувинка).
33. Вискозиметрия как метод определения средневязкостной молекулярной массы.
34. Осмометрия растворов полимеров как метод определения среднечисловых молекулярных масс.
35. Зависимость растворимости от молекулярной массы. Фракционирование макромолекул.
36. Определение молекулярных масс полимеров химическими методами.
37. Особенности течения концентрированных растворов полимеров. Сходство и различие между разбавленными и концентрированными растворами полимеров.
38. Пластификация полимеров. Пластификаторы и их влияние на свойства полимеров.
39. Физические состояния аморфных полимеров: стеклообразное, высокоэластическое, вязкотекучее).
40. Термомеханические кривые аморфных полимеров.
41. Кристаллические полимеры. Термомеханические кривые кристаллических полимеров.
42. Ориентированные структуры аморфных полимеров. Принципы формирования ориентированных волокон, плёнок из расплавов и растворов полимеров.
43. Физико-механические свойства полимеров и методы их определения: прочность на разрыв, относительное и остаточное удлинения при разрыве, эластичность, твердость, истираемость.
44. Полимеры моноолефинов: полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, политетрафторэтилен.
45. Полимеры и сополимеры диолефинов (диенов): полибутадиен и его сополимеры, полиизопрен.
46. Фенолформальдегидные смолы, получение и свойства.
47. Полиэферы простые и сложные (полиэтилентерефталат, глифталевые смолы), полиацетали (полиоксиметилен, целлюлоза и её производные).
48. Поливиниловый спирт.
49. Полиамиды (поликапролактан, полигексаметиленадипинат), полиуретаны, белки, нуклеиновые кислоты.
50. Кремнийорганические полимеры.
51. Каучуки и резины. Физико-механические и эксплуатационные свойства резин и методы их определения.

## Рекомендуемая литература

### Рекомендуемая основная литература

№	Название
1.	Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: Учебник для вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 368 с.
2.	Шур А.М. Высокомолекулярные соединения. М.: Химия, 1981, 656 с.
3.	Оудиан Дж. Основы химии полимеров. М.: Мир, 1974, 614 с.
4.	Лосев И.П., Тростянская Б.Б. Химия синтетических полимеров. М.: Химия. 1971, 458 с.
5.	Стрепихеев А.А., Деревицкая В.А., Слонимский В.А. Основы химии высокомолекулярных соединений. М.: Химия, 1976. 440 с.
6.	Технология пластических масс. / Под ред. В.В. Коршака. М.: Химия, 1976. 608 с.

### Рекомендуемая дополнительная литература

№	Название
1.	Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров: Учеб. М.: Высшая школа, 1988. 512 с.
2.	Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М.: Химия, 1978. 544 с.
3.	Берлин А.А., Вольфсон С.А., Ениколопан Н.С. Кинетика полимеризационных процессов. М.: Химия, 1978. 320 с.
4.	Рафиков С.Р., Будтов В.П., Монаков Ю.Б. Введение в физико-химию растворов полимеров. М.: Наука, 1978. 328 с.

### *Программное обеспечение и Интернет-ресурсы.*

1. <http://www.twirpx.com/files/chidnustry/hmc/> - 468 источников информации (книги, монографии, учебные пособия) зарубежных и отечественных авторов по тематике «Высокомолекулярные соединения и полимеры», для доступа необходима регистрация;
2. <http://polymer.nglib.ru/catalog.jsp?rubric=185> - электронная библиотека портала научно-технической информации «Нефть и Газ», раздел «Каучук и резина», 41 источник информации (электронные книги), для доступа необходима регистрация;
3. [http://www.newlibrary.ru/genre/nauka/himija/vysokomolekuljarnye\\_soedinenija/page1/](http://www.newlibrary.ru/genre/nauka/himija/vysokomolekuljarnye_soedinenija/page1/) - портал электронной библиотеки, раздел «Высокомолекулярные соединения и полимеры», 48 книг, доступ без регистрации;
4. <http://www.bookshunt.ru> - электронная библиотека, где можно бесплатно скачивать книги;
5. <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная библиотека;
6. <http://www.lib.msu.ru> - библиотека МГУ;
7. <http://www.lib.pu.ru> - библиотека СПбГУ.