

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,
акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«14» июня 2015 г..

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Механика полимеров

Уровень высшего образования:

Подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки (специальность):

04.06.01 Химические науки

Направленность (профиль) ОПОП:

Высокомолекулярные соединения

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией
(протокол №4 от 03 июня 2015 г.)

Москва 2015

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки» на основе Образовательного стандарта, самостоятельно установленного МГУ имени М.В.Ломоносова (далее – ОС МГУ), утвержденного Приказом № 552 от 23.06.2014 г. по МГУ с учетом изменений в ОС МГУ, внесенных Приказом №831 по МГУ от 31.08.2015 г..

Год (годы) приема на обучение 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018,
2018/2019, 2019/ 2020

1. Краткая аннотация: цель курса – дать обучающимся углубленные знания в области механики полимерных систем
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки 04.06.01 Химические науки. Направленность программы Высокомолекулярные соединения (*если дисциплина(модуль) относится к вариативной части*).
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП
Вариативная часть ООП, Дисциплина по выбору аспиранта (время освоения определяется индивидуальным планом аспиранта, в течение 2, 3 или 4 семестра, 1 или 2 года обучения).
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
СПК-1 Способностью анализировать взаимосвязь молекулярной и надмолекулярной структуры и физико-химическими свойствами полимеров	Знать современное состояние науки в области химии, физики и механики высокомолекулярных соединений Знать современные представления о механических свойствах полимеров и композитов на их основе

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:
Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц, всего 108 часов, из которых 78 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (36 часов - занятия лекционного типа, 20 часов индивидуальные консультации, 20 часов мероприятия текущего контроля успеваемости, 2 часа мероприятия промежуточной аттестации), 30 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.
7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (*если есть*).
Должны быть успешно освоены дисциплины базовой части учебного плана
8. Образовательные технологии (отметить если применяется электронное обучение и дистанционные технологии).

Используются следующие технологии: лекции-демонстрации и интерактивные лекции. Преподавание дисциплины проводится в форме авторских курсов по программам, которые составлены на основе результатов исследований, полученных научными школами МГУ.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Тема 1. Понятие о механических свойствах твердых тел и жидкостей.	10	8	0		2	2	8			2
Тема 2. Высокоэластическая деформация	10	8	0		2	2	8			2

Тема 3. Релаксационные свойства полимеров	10	8	0		2	2	8			2
Тема 4. Динамические механические свойства	9	7	0		2	2	7			2
Тема 5. Свойства полимеров в вязкотекучем состоянии	9	7	0		2	2	7			2
Тема 6. Механические свойства стеклообразных полимеров	10	8	0		2	2	8			2
Тема 7. Механические свойства частично-кристаллических полимеров	9	7	0		2	2	7			2
Тема 8. Строение и механические свойства ориентированных полимеров	9	7	0		2	2	7			2
Тема 9. Разрушение полимеров	10	8	0		2	2	8			2
Тема 10. Полимерные композиционные материалы	10	8	0		2	2	8			2

Промежуточная аттестация зачёт	12						2			10
Итого	108	36			20	20	78			30

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная

1. В.А. Каргин, Г.Л. Слонимский Краткие очерки по физико-химии полимеров. М. «Химия», 1967

2. А. Тобольский Структура и свойства полимеров М. «Химия», 1964

3. Г.М. Бартенев, Ю.В. Зеленев Физика и механика полимеров. М. «Высшая школа», 1983

4. А.А. Аскадский, А.Р. Хохлов Введение в физико-химию полимеров М. «Научный мир», 2009

5. Дж. Мэнсон, Л. Сперлинг Полимерные смеси и композиты. М. «Химия», 1979.

6. С. Л. Баженов, А.А. Берлин, А.А. Кульнов, В.Г. Ошмян Полимерные композиционные материалы Прочность и технология Долгопрудный. «Интеллект», 2010

Дополнительная

1. И. Уорд Механические свойства твердых полимеров М. «Химия», 1975

2. И. Нарисава Прочность полимерных материалов М. «Химия», 1987

3. The Physics of Glassy Polymers / Ed. by Haward R.N., Young R.J/ London. « Chapman and Hall», 1997

4. А.А. Берлин Современные полимерные композиционные материалы Соросовский образовательный журнал 1, 1995 г., стр. 57

5. I.M. Ward, J. Sweeney An Introduction to the Mechanical Properties of Solid Polymers England. «John Wiley», 2004

6. Гроссберг А.Ю., Хохлов А.Р. «Полимеры и биополимеры с точки зрения физики», Долгопрудный. Издат. дом «Интеллект», 2010

Интернет-ресурсы

1. vmsmsu.ru

- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

Поддерживается сайт с методическими материалами к курсу в сети Интернет www.vmsmsu.ru

- Описание материально-технической базы.

Занятия проводятся в специально оборудованных аудиториях (ауд. 501, ауд. 619 лабораторного корпуса А). Аудитории снабжены средствами мультимедиа презентаций и доступом в сеть Интернет.

12. Язык преподавания - русский

13. Преподаватель (преподаватели).

Ст.н.с., кандидат химических наук Ефимов Александр Валерьевич

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

1. Планируемые результаты обучения приведены в п.5
2. Материалы к текущей (контрольные работы, вопросы к коллоквиумам и пр.), промежуточной аттестации (вопросы к зачету)

Список контрольных вопросов

1. Типы упругих деформаций твердых тел. Коэффициент Пуассона.
2. Термодинамика высокоэластической деформации. Тепловые эффекты при растяжении и сокращении идеального каучука.
3. Упругость идеальной каучуковой сетки. Зависимость модуля упругости от температуры и молекулярной массы отрезка цепи между узлами сетки.
4. Релаксация напряжения и ползучесть. Модели Максвелла и Кельвина. Многоэлементные модели описывающие механическое поведение линейных и сшитых аморфных полимеров
5. Динамические механические свойства полимеров. Модуль накопления и модуль потерь. Механические потери. Зависимость модуля накопления и модуля потерь для аморфного полимера от температуры
6. Принцип температурно-временной суперпозиции и вспомогательная кривая. Физический смысл фактора сдвига. Уравнение Вильямса-Ланделла-Ферри..
7. Особенности течения линейных аморфных полимеров. Вязкоупругие свойства расплавов полимеров. Зависимость вязкости полимеров от молекулярной массы
8. Зависимость температуры стеклования, температуры хрупкости, температуры текучести аморфного полимера от его молекулярной массы

Примеры ПКЗ.

1. Модуль объемного сжатия полистирола составляет $2 \cdot 10^{10}$ дин/см²

Оценить модуль сдвига и модуль Юнга для этого полимера.

2. Эластомер с $M_c = 4000$ подчиняется кинетической теории высокоэластичности .

Рассчитать напряжение в образце эластомера, растянутом при комнатной температуре на 150 %. (плотность полимера равна 0.9 г/см^3)

3. Построить кривые «напряжение-деформация» при температуре 20°C для трех образцов сшитого полиизопрена, для которых молекулярные массы между узлами сетки составляют 5000, 10000 и 15000.

4. Вязкость полимера при 0° равна $10^3 \text{ Па}\cdot\text{с}$. Чему равна вязкость при 25° , если предположить, что при T_c она равна $10^{12} \text{ Па}\cdot\text{с}$ и что температурная зависимость вязкости подчиняется закону ВЛФ ?

5. Температура стеклования ПММА равна 110° . Во сколько раз скорость релаксации напряжения полимера при 155° больше, чем при 125° ?

6. Каучук наполнен жесткими сферическими частицами. (объемная доля наполнителя 0.3).

Модуль упругости каучука при комнатной температуре 1 МПа , наполнителя 10^4 МПа . Ниже T_c модуль упругости полимера составляет $4 \cdot 10^4 \text{ МПа}$, коэффициент Пуассона 0.35.. Чему равно отношение модуля упругости композиции к модулю упругости ненаполненного полимера выше и ниже T_c ?

7. Распределение времен релаксации $N(\ln \tau)$ постоянно в интервале нескольких десятичных порядков. Какова форма кривой релаксации напряжений в этом интервале времени ?

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Оценивание результатов обучения (текущий контроль успеваемости) ведётся по пятибалльной шкале или системе «зачёт-незачёт». Успешным прохождением контрольного мероприятия считается получение отметки «зачёт» или балла, не меньшего 3. Промежуточная аттестация в форме зачёта считается пройденной при успешном прохождении 80% мероприятий текущего контроля успеваемости. В ином случае обучающийся должен успешно продемонстрировать степень овладения знаниями, умениями и навыками в ходе ответа на вопросы зачёта и решения контрольных задач.

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные	Сформированные систематиче-

	знаний		знания	ские знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач