

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Хімічний факультет**

Кафедра хімії високомолекулярних сполук

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Павленко В.О.

« ____ » _____ 2017 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Хімія високомолекулярних сполук

для студентів

галузь знань 0401 Природничі науки
напрямок підготовки 040101 «Хімія»
спеціальність 04010101 «Хімія»
спеціалізація «Хімія високомолекулярних сполук»

КИЇВ – 2017

Робоча програма "**Хімія високомолекулярних сполук**"

для студентів напряму підготовки 0401 Природничі науки, спеціальність 04010101Хімія, спеціалізація «хімія високомолекулярних сполук»

Розробники: к.х.н., доцент Студзинський Сергій Леонідович

д.х.н., проф.Колендо Олексій Юрійович

Робоча програма дисципліни **Хімія високомолекулярних сполук**

затверджена на засіданні кафедри хімії високомолекулярних сполук

Протокол № 5 від "16" листопада 2017 року

Завідувач кафедри _____ (Савченко І.О.)

Схвалено науково - методичною комісією факультету за напрямом підготовки 0401 Природничі науки, спеціальністю 04010101 Хімія

Протокол № 3 від "22" листопада 2017 року

Голова науково-методичної комісії _____ (Амірханов В.М.)

Робоча програма дисципліни **Хімія високомолекулярних сполук**

затверджена на засіданні кафедри хімії високомолекулярних сполук

Протокол № _____ року

Завідувач кафедри _____

« _____ » _____ 201_ року

Схвалено науково - методичною комісією факультету за напрямом підготовки 0401 Природничі науки, спеціальністю 04010101Хімія

Протокол № _____ року

Голова науково-методичної комісії _____ (Амірханов В.М.)

« _____ » _____ 201_ року

Робоча програма дисципліни **Хімія високомолекулярних сполук**

затверджена на засіданні кафедри хімії високомолекулярних сполук

Протокол № _____ року

Завідувач кафедри _____

« _____ » _____ 201_ року

Схвалено науково - методичною комісією факультету за напрямом підготовки 0401 Природничі науки, спеціальністю 04010101Хімія

Протокол № _____ року

Голова науково-методичної комісії _____ (Амірханов В.М.)

« _____ » _____ 201_ року

© Колендо О.Ю. 2017рік

© Студзинський С.Л. 2017рік

ВСТУП

Навчальна дисципліна *Хімія високомолекулярних сполук* є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем "бакалавр" галузі знань хімія, за напрямом підготовки 0401 Природничі науки, спеціальність 04010101 Хімія, спеціалізація «Хімія високомолекулярних сполук»

Викладається у 2 семестрі 3 курсу бакалаврату в обсязі – 180 год.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 180 годин /6,0 кредитів ECTS. Зокрема: *лекції – 30 год., лабораторні роботи – 60 год.*

Завершується дисципліна – **іспитом.**

При вивченні курсу фізичної хімії ВМС студенти одержують знання в області фізико-хімії полімерів та багатокомпонентних систем на їх основі, зокрема термодинаміки та кінетики фазових перетворень в полімерних системах, вивчають релаксаційні явища в полімерах та процеси структурних перетворень полімерів та їх композицій, модельні уявлення про розчини полімерів, а також про аморфні та кристаїчні полімери.

Мета дисципліни – дати студентам знання щодо фізико-хімії високомолекулярних сполук, зокрема полімерів та полімерних матеріалів, загального уявлення про їх морфологію та фізичні структури, про особливості фазового та агрегатного стану полімерної речовини, уявлення про реальну надмолекулярну структуру полімерних тіл, яка визначає їх властивості, різних рівнях надмолекулярної впорядкованості, типах надмолекулярних утворень, про релаксаційні процеси та фазові перетворення, що в них відбуваються при зміні зовнішнього впливу, зокрема накладанні силового поля та зміні температури, дати математичне відображення термодинаміки та кінетики цих процесів.

Студенти знайомляться з загальними уявленнями про полімери, з сучасними уявленнями про розчини полімерів та їх суміші, а також з фізико-хімію поведінки полімерів в розчинах та в блоці. Розглядаються особливості фізико-механічних властивостей полімерів в різних станах, зокрема, сучасні погляди на механізми руйнування полімерів та їх надмолекулярної структури при підвищенні температури або при деформації в полі механічних сил.

Висвітлюються методи регулювання структури полімерів з метою зміни експлуатаційних властивостей полімерних матеріалів, зокрема, сучасні уявлення про пластифікатори та пластифікацію полімерів.

Завдання – навчити студентів враховувати біологічну активність полімерів та визначення шляхів застосування таких полімерів.

Структура курсу

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: базові теоретичні положення фізико-хімії високомолекулярних сполук, специфічні властивості полімерного стану речовини.

вміти: застосувати отриманні базові знання для встановлення взаємозв'язку між структурою, фізико-механічними та фізико-хімічними властивостями (релаксаційними, електричними, теплофізичними властивостями, температурними характеристиками відповідних релаксаційних та фазових переходів) полімерних систем, а також матеріалів на їх основі.

Місце дисципліни (*в структурно-логічній схемі підготовки фахівців відповідного напрямку*).

Зв'язок з іншими дисциплінами.

Контроль знань і розподіл балів, які отримують студенти.

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1 - 9, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) – теми - 10-13, а у змістовий модуль 3 (ЗМ3) – теми 14-17. Обов'язковим для іспиту є набрати не менше як 36 балів за 3 змістовні модулі.

Оцінювання за формами контролю: (як приклад)

	ЗМ1		ЗМ2		ЗМ3	
	Min. – 12 балів	Max. – 20 балів	Min. – 12 балів	Max. – 20 балів	Min. – 12 балів	Max. – 20 балів
Усна відповідь	1	1	1	1	1	2
Доповнення	1	2	1	2	1	1
Самостійна робота	1	2	1	2	1	2
Модульна контрольна робота 1	9	15				
Модульна контрольна робота 2			9	15		
Модульна контрольна робота 3					9	15

^{3*} – мінімальна/максимальна оцінку, яку може отримати студент.
¹ – мінімальна/максимальна залікова кількість робіт чи завдань

Для студентів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум – 36 балів* для одержання іспиту обов'язково перескладання

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі МКР здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

При простому розрахунку отримаємо:

	Змістовий модуль1	Змістовий модуль2	Змістовий модуль3	іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	12	12	12	24	60
Максимум	20	20	20	40	100

При цьому, кількість балів:

- 1-34 відповідає оцінці «незадовільно» з обов'язковим повторним вивченням дисципліни;
- 35-59 відповідає оцінці «незадовільно» з можливістю повторного складання;
- 60-64 відповідає оцінці «задовільно» («достатньо»);
- 65-74 відповідає оцінці «задовільно»;
- 75 - 84 відповідає оцінці «добре»;
- 85 - 89 відповідає оцінці «добре» («дуже добре»);
- 90 - 100 відповідає оцінці «відмінно».

За 100 – бальною шкалою	За національною шкалою	
90 – 100	5	відмінно
85 – 89	4	добре
75 – 84		
65 – 74	3	задовільно
60 – 64		
35 – 59	2	не задовільно
1 – 34		

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1 Фізичні (релаксаційні) стани аморфних полімерів.

ТЕМА 1. Загальна характеристика полімерів (2 год.)¹

Загальна характеристика полімерного стану речовини. Особливості полімерів порівняно з низькомолекулярними сполуками. Будова полімерів – конфігурація та конформація макромолекули. Ієрархія рівнів організації полімерної речовини. Ближній та дальній конфігураційний та конформаційний порядок в макромолекулі. Середні молекулярні маси.

ТЕМА 2. Гнучкість макромолекул та їх геометричні характеристики. (2 год.)

Гнучкість макромолекул. Механізми гнучкості макромолекулярного ланцюга. Геометричні характеристики макромолекули, її розміри. Модель вільно-зчепленого ланцюга, його параметри. Внутрішнє обертання в макромолекулах. Термодинамічна та кінетична гнучкість та фактори, що їх визначають. Уявлення про статистичний (термодинамічний) та кінетичний сегмент.

ТЕМА 3 Геометричні характеристики та функція рівноважного розподілення макромолекул за розмірами. (2 год.)

Форма макромолекули. Функція рівноважного розподілення лінійної макромолекули за розмірами та її властивості.

ТЕМА 4. Релаксаційні явища в полімерах (2 год.)

Поняття про релаксаційні явища. Спектр часів релаксації. Механічна, діелектрична та хімічна релаксації в полімерах.

ТЕМА 5. Фізичні стани полімерів. Склоподібний стан 1. (2 год.)

Агрегативні, фазові та фізичні (релаксаційні) стани полімерів, їх загальні характеристики та особливості. Температури переходів. Склоподібний стан. Особливості склоподібного стану полімерів. Структурне та механічне склування. Гістерезисні явища.

ТЕМА 6. Фізичні стани полімерів. Склоподібний стан 2. (2 год.)

Теорії структурного склування. Термодинамічні та кінетичні теорії силування. Погляд на скло, як на окрему «термодинамічну фазу». Температура склування та основні методи її визначення. Фактори, що визначають температуру силування полімерів. Термомеханічний метод визначення температур переходів полімерів між релаксаційними станами.

ТЕМА 7. Фізичні стани полімерів. Високоеластичний стан. (2 год.)

Високоеластичний стан полімерів. Механічні реологічні моделі та їх реограми. Термодинаміка високоеластичної деформації, ідеальний та реальний каучук. Ентропійна природа пружності ідеального каучуку. Рівняння стану макромолекули. Релаксаційний характер високоеластичної деформації, гістерезисні явища. Теорія високоеластичності полімерних сіток.

ТЕМА 8. Фізичні стани полімерів. В'язкотекучий стан. (2 год.)

В'язкотекучий стан полімерів та незворотні деформації. Основні закономірності течії полімерів. Температурна залежність в'язкості полімерних розтопів

¹ Зазначається загальна кількість годин з урахуванням лекцій, практичних (семінарських, лабораторних) і самостійної роботи.

та енергія активації в'язкої течії. Рівняння Ейрінга. Течія полімерного розтопу. Теорія рептацій. Механізм руйнування структури розтопу полімеру в полі гідродинамічних сил. Аномалія в'язкості, ефект Вайссенберга.

ТЕМА 9. Орієнтований стан полімерів. (2год.)

Орієнтований стан полімерів. Схема перебудови структури полімеру з гнучкими та жорсткими ланцюгами макромолекул. Уявлення про полімерні рідкі кристали.

Змістовий модуль 2. Структура та фазові перетворення полімерів у конденсованому стані.

ТЕМА 10. Загальна характеристика фазових перетворень полімерів у конденсованому стані та підходи до їх аналізу. (2год.)

Термодинамічний аналіз фазових перетворень в полімерах. Специфіка застосування термодинаміки до полімерних систем. Деякі загальні зауваження, щодо поглядів на метастабільні фази, фазові перетворення та фазові діаграми в фізиці і хімії. Метастабільні стани та термокінетичний підхід до аналізу переходів у полімерних системах. Характерні особливості фазових переходів полімерних системах в конденсованому стані.

ТЕМА 11. Структура полімерів у конденсованому стані. Процеси топлення і кристалізації полімерів. Механізм і кінетика кристалізації полімерів. (2год.)

Молекулярний та надмолекулярний рівні структурної організації полімерів. Молекулярні структури полімерів, що кристалізуються. Особливості кристалічного стану полімерів. Надмолекулярні структури. Особливості процесів кристалізації та топлення полімерів. Кристалізація полімерів. Кінетика кристалізації полімерів. Валова кінетика кристалізації, рівняння Колмогорова-Аврамі. Фізико-механічна поведінка полімерів здатних до кристалізації при розтягуванні.

ТЕМА 12. Топлення полімерів. (2год.)

Топлення полімерів і його відмінність від топлення низькомолекулярних речовин. Теорії топлення та його механізм. Вплив гнучкості макромолекул, молекулярної маси і міжмолекулярної взаємодії, а також інших факторів на $T_{\text{тон}}$ рівноважна $T_{\text{тон}}$ і методи її визначення. Явище передтоплення в кристалах низькомолекулярних речовин і полімерів. Термодинаміка кристалізації та топлення полімерів.

ТЕМА 13. Багатокомпонентні полімерні системи. Наповнені полімери.

Пластифікація. (2год.)

Багатокомпонентні полімерні системи. Наповнені полімерні композити. Пластифікація полімерів. Молекулярна, структурна та хімічна пластифікація. Суміші полімерів. Термодинамічна та експлуатаційна сумісність полімерів. Міцність та руйнування полімерів. Молекулярні механізми руйнування полімерів.

Змістовий модуль 3. Розчини полімерів.

ТЕМА 14. Двохкомпонентні полімервмісні системи. Розчини полімерів. (2год.)

Набухання полімерів в розчинниках, ступінь, теплота та тиск набухання, контракція. Обмежене та необмежене набухання, кінетика набухання та фактори, що впливають на неї. Специфіка набухання поліелектролітів при

зміні рН середовища. Теорія Флорі-Хагінса. Термодинаміка розчинення полімерів. Якість розчинника і методи її визначення. Осмотичний тиск та в'язкість розчинів полімерів.

ТЕМА 15. Фазові рівноваги у системі полімер-розчинник. (2год.)

Фазові рівноваги у системі полімер-розчинник. Діаграми аморфної та кристалічної рівноваг. Діаграми фазового стану для трьохкомпонентних полімервмісних систем.

ТЕМА 16. Особливості розчинів полімерів різної концентрації. Розведені, напіврозведені та концентровані розчини полімерів. (2год.)

Розведені розчини, критерій Дебая. Рівняння Флорі-Фокса та Марка-Куна-Хаувінка. Молекулярна маса полімерів. Методи визначення молекулярної маси. Помірно концентровані та концентровані розчини полімерів. Залежність в'язкості розчину від градієнта швидкості зсуву та молекулярної маси полімеру.

ТЕМА 17. Драглі. (2год.)

Драглі, термодинамічно рівноважні та термодинамічно нерівноважні драглі. Властивості драглів, ефекти, що спостерігаються в драглях. Поліелектроліти, їх реологічні властивості, поліелектролітний ефект. Поліелектролітні драглі. Полімерні комплекси.

**СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ**

№	Назва лекції	лекції	лабораторні
Змістовий модуль 1 Фізичні (релаксаційні) стани аморфних полімерів.			
1	Тема 1 Загальна характеристика полімерів.	2	
2	Тема 2 Гнучкість макромолекул та їх геометричні характеристики.	2	
3	Тема 3 Геометричні характеристики та функція рівноважного розподілення макромолекул за розмірами.	2	
4	Тема 4 Релаксаційні явища в полімерах.	2	4
5	Тема 5 Фізичні стани полімерів. Склоподібний стан 1.	2	4
6	Тема 6 Фізичні стани полімерів. Склоподібний стан 2	1	4
7	Тема 7 Фізичні стани полімерів. Вискоеластичний стан.	2	4
8	Тема 8 Фізичні стани полімерів. В'язкотекучий стан.	2	4
9	Тема 9 Орієнтований стан полімерів.	2	4
Змістовий модуль 2 Структура та фазові перетворення полімерів у конденсованому стані.			
10	Тема 10 Загальна характеристика фазових перетворень полімерів у конденсованому стані та підходи до їх аналізу.	2	4
11	Тема 11 Структура полімерів у конденсованому стані. Процеси топлення і кристалізації полімерів. Механізм і кінетика кристалізації полімерів.	2	4
12	Тема 12 Топлення полімерів.	1	4
13	Тема 13 Багатокомпонентні полімерні системи. Наповнені полімери.	2	
Змістовий модуль 3 Розчини полімерів			
14	Тема 14 Двохкомпонентні полімервмісні системи. Розчини полімерів.	2	4

15	Тема 15 <i>Фазові рівноваги у системі полімер-розчинник.</i>	1	4
16	Тема 16 <i>Особливості розчинів полімерів різної концентрації. Розведені, напіврозведені та концентровані розчини</i>	2	8
17	Тема 17 <i>Драгли.</i>	1	8
	Всього	30	60

Загальний обсяг **180 год.**, в тому числі:

Лекцій – **30 год.**

Лабораторні роботи – **60 год.**

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

Фізичні (релаксаційні) стани аморфних полімерів.

ТЕМА 1. Загальна характеристика полімерів. (2 год.)²

Лекція 1 Вступ. Загальна характеристика полімерного стану речовини. Особливості полімерів порівняно з низькомолекулярними сполуками. Будова полімерів – конфігурація та конформація макромолекул. Ієрархія рівнів організації полімерної речовини. Близній та дальній конфігураційний та конфірмаційний порядок в макромолекулі. Середні молекулярні маси.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Полімерний стан матерії. Особливості фізико-хімічних процесів в полімерних середовищах.

Контрольні запитання та завдання

1. Нетотожність понять «високомолекулярна сполука» та «полімер».
2. Стереохімічна конфігурація ланки.
3. Близній конфігураційний порядок ланцюга.
4. Близній конфігураційний порядок ланцюга.
5. Дальній конфігураційний порядок ланцюга.
6. Тактичність та стереорегулярність.
7. Хімічна ізомерія ланок.
8. Конфігурація ланцюга в цілому.
9. Стереохімічна конформація ланки, близній та дальній конфірмаційний порядок, конформація макроланцюга в цілому.
10. Середні молекулярні маси, показник полідисперсності.

Рекомендована література:

1. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.-424 с.
2. Кулезнев В.Н., Шершнев В.А. Химия и физика полимеров. М., КолосС, 2007.-376 с.
3. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения, М., Академія, 2003.
4. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л., Химия, 1990.-432 с.
5. Энциклопедия полимеров, Т. 1-3, М., Наука, 1977.

ТЕМА 2 Гнучкість макромолекул та їх геометричні характеристики. (2 год.).

Лекція 2 Гнучкість макромолекул та їх геометричні характеристики.

Гнучкість макромолекул. Механізми гнучкості макромолекулярного ланцюга. Геометричні характеристики макромолекули, її розміри. Модель вільно-зчепленого ланцюга, його параметри. Внутрішнє обертання в макромолекулах. Термодинамічна та кінетична гнучкість та фактори, що їх визначають. Уявлення про статистичний (термодинамічний) та кінетичний сегмент.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Векторна модель вільно-зчепленого ланцюга, границі її застосування та розрахунок її геометричних параметрів.

Контрольні запитання та завдання

1. Внутрішнє обертання в макромолекулах. Ротамери.

² Зазначається загальна кількість годин з урахуванням лекцій, практичних (семінарських, лабораторних) і самостійної роботи.

2. Механізми гнучкості макроланцюга.
3. Системи з контрольованим виведенням БА.
4. Термодинамічна та кінетична гнучкість, фактори, що їх визначають.
5. Термодинамічний сегмент.
6. Макромолекула в полі сил. Кінетичний сегмент.
7. Середня та середньоквадратична відстань між кінцями ланцюга.

Рекомендована література:

1. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М., Научный мир, 2007.- 576 с.
2. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.-424 с.
3. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения, М., Академія, 2003.
4. [Хохлов А.Р.](#), [Кучанов С.И.](#) Лекции по физической химии полимеров, М.: Мир, 2000.- 192 с.
5. Цветков В.Н., Эскин В.Е., Френкель С.Я. Структура макромолекул в растворах. М., Наука, 1964, 720 с.
6. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р. Статистическая физика макромолекул. Наука, 1989, 344 с.
7. Тенфорд Ч. Физическая химия полимеров. М., Химия, 1965.

ТЕМА 3 Геометричні характеристики та функція рівноважного розподілення макромолекул за розмірами. (2 год.).

Лекція 3 Геометричні характеристики та функція рівноважного розподілення макромолекул за розмірами. Форма макромолекули. Функція рівноважного розподілення лінійної макромолекули за розмірами та її властивості. Персистентна модель макроланцюга.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Жорстко- та гнучколанцюгові макромолекули. Модель осмотичних пасток Флорі. Критеріальний параметр Флорі жорсткості або гнучкості макромолекул.

Контрольні запитання та завдання

1. Основні геометричні характеристики макромолекули. Середньоквадратична відстань між кінцями ланцюга та радіус інерції.
2. Ймовірність та ентропія деформованого стану макромолекули.
3. Функція рівноважного розподілення лінійної макромолекули за розмірами.
4. Персистентна модель та персистентна довжина макроланцюга.
5. Модель осмотичних пасток Флорі.
6. Форма макромолекули.

Рекомендована література:

1. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.-424 с.
2. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения, М., Академія, 2003.
3. [Хохлов А.Р.](#), [Кучанов С.И.](#) Лекции по физической химии полимеров, М.: Мир, 2000.- 192 с.
4. Цветков В.Н., Эскин В.Е., Френкель С.Я. Структура макромолекул в растворах. М., Наука, 1964, 720 с.
5. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р. Статистическая физика макромолекул. Наука, 1989.-344 с.
6. Тенфорд Ч. Физическая химия полимеров. М., Химия, 1965.

ТЕМА 4 Релаксаційні явища в полімерах. (2 год.).

Лекція 4 Релаксаційні явища в полімерах. Поняття про релаксаційні явища. Спектр часів релаксації. Механічна, діелектрична та хімічна релаксації в полімерах.

Лабораторна робота (4 год.)

Визначення механічних властивостей полімерів методом вільно затухаючих коливань.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Магнітні релаксаційні явища в полімерах.

Контрольні запитання та завдання

1. Поняття про релаксаційні явища.
2. Стрілка дії та спектр часів релаксації.
3. Молекулярна рухливість та рівняння Больцмана-Ареніуса.
4. Принцип температурно-частотної аналогії та еквівалентності.
5. Механічна релаксації в полімерах.
6. Діелектрична релаксації в полімерах.
7. Нетотожність процесів механічної та діелектричної релаксації в полімерах.
8. Хімічна релаксації в полімерах. Приклади.

Рекомендована література:

1. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.-424 с.
2. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М., Научный мир, 2007, 576 с.
3. Бартнев Г.М., Бартнева А.Г. Релаксационные свойства полимеров. М.: Химия, 1992.-384 с.
4. Бартнев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л., Химия, 1990.- 432 с.
5. Boyd R.H., Smith G.D. Polymer dynamics and relaxation – CUP, 2007.-255 p.

ТЕМА 5 Фізичні стани полімерів. Склоподібний стан 1. (2 год.).

Лекція 5 Фізичні стани полімерів. Склоподібний стан 1. Агрегативні, фазові та фізичні (релаксаційні) стани полімерів, їх загальні характеристики та особливості. Температури переходів. Склоподібний стан. Особливості склоподібного стану полімерів. Структурне та механічне склування. Гістерезисні явища.

Лабораторна робота (4 год.)

Визначення температур переходів полімерів термомеханічним методом.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Парадокс Козмана. Кінетичні критерії склування.

Контрольні запитання та завдання

1. Доцільність введення понять релаксаційних станів для характеристики полімерної речовини.
2. Співвідношення між агрегативними, фазовими та релаксаційними станами полімерів.
3. Особливості склоподібного стану полімерів.
4. Природа склоподібного стану.
5. Поняття про структурне та механічне склування.
6. Явища гістерезису при склуванні.

Рекомендована література:

1. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.
2. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М., Научный мир, 2007, 576 с.
3. Бартнев Г.М., Бартнева А.Г. Релаксационные свойства полимеров. М.: Химия, 1992.-384 с.

4. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л., Химия, 1990.
5. Ростиашвили В.Г., Иржак В.И., Розенберг Б.А. Стеклование полимеров, Л.: Химия, 1987. - 197 с.
6. Wolynes P.G., Lubchenko V. (Ed.) - Structural Glasses and Supercooled Liquids. Theory, Experiment, and Applications, 2012.
7. Тугов И.И., Костыркина Г.И. Химия и физика полимеров. М., Химия, 1989.- 432 с.

ТЕМА 6. Фізичні стани полімерів. Склоподібний стан 2. (2 год.).

Лекція 6 Фізичні стани полімерів. Склоподібний стан 2. Теорії структурного склування. Термодинамічні та кінетичні теорії склування. Погляд на скло, як на окрему «термодинамічну фазу». Температура склування та основні методи її визначення. Фактори, що визначають температуру силювання полімерів. Термомеханічний метод визначення температур переходів полімерів між релаксаційними станами.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Термокінетичні ефекти при склуванні та підстави аморфних полімерів.

Контрольні запитання та завдання

1. Теорії структурного склування. Термодинамічні та кінетичні теорії склування.
2. Парадокс Козмана.
3. Поняття структурної температури.
4. Теорія Адама-Гіббса.
5. Моделі конфігураційної ентропії при склуванні.
6. Скло, як на окрема «термодинамічна фаза».
7. Деякі актуальні мікроскопічні підходи до опису процесу склування.
8. Фактори, що визначають температуру силювання.

Рекомендована література:

1. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.-424 с.
2. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М., Научный мир, 2007, 576 с.
3. Бартенев Г.М., Бартенева А.Г. Релаксационные свойства полимеров. М.: Химия, 1992.-384 с.
4. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л., Химия, 1990.-432 с.
5. Ростиашвили В.Г., Иржак В.И., Розенберг Б.А. Стеклование полимеров, Л.: Химия, 1987. - 197 с.
6. Wolynes P.G., Lubchenko V. (Ed.) - Structural Glasses and Supercooled Liquids. Theory, Experiment, and Applications, 2012.
7. Gutzow I.S., Mazurin O.V., Jurn W.P. Schmelzer, Todorova S.V., Petroff B.B., Priven A.I. Glasses and the Glass Transition, Wiley-VCH, 2011.
8. Gutzow I.S., Jurn W.P. Schmelzer - The Vitreous State. Thermodynamics, Structure, Rheology, and Crystallization - Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.
9. Привалко В.П. Молекулярное строение и свойства полимеров. Л.: Химия, 1986.- 240 с.

ТЕМА 7 Фізичні стани полімерів. Вискоеластичний стан. (2 год.).

Лекція 7 Фізичні стани полімерів. Вискоеластичний стан. Вискоеластичний стан полімерів. Механічні реологічні моделі та їх реограми. Термодинаміка вискоеластичної деформації, ідеальний та реальний каучук. Ентропійна природа пружності ідеального

каучуку. Рівняння стану макромолекули. Релаксаційний характер високоеластичної деформації, гістерезисні явища. Теорія високоеластичності полімерних сіток.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Ефект термоеластичної інверсії. Інверсія теплового ефекту при деформуванні каучуку.

Контрольні запитання та завдання

1. Високоеластичний стан полімерів.
2. Реологічні моделі та їх реограми. Тіла Гука, Ньютона, Кельвіна-Фойгта.
3. Ентропійна природа пружності ідеального каучуку.
4. Термодинаміка високоеластичної деформації, ідеальний та реальний каучук.
5. Рівняння стану окремої розтягнутої макромолекули.
6. Робота при деформуванні високоеластичного матеріалу.
7. Гістерезисні явища при деформуванні полімерів у високоеластичному стані.

Рекомендована література:

1. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.-424 с.
2. Шрамм Г. Основы практической реологии и реометри, М.: КолосС, 2003.-312 с.
3. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения, М., Академія, 2003.
4. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров. М., КолосС, 2007.-376 с.
5. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л., Химия, 1990.-432 с.
6. Brinson H.F., Brinson L.C. Polymer Engineering Science and Viscoelasticity. An Introduction. – New York: Springer US, 2015.- 482 p.
7. Montgomery T. Shaw, William J. MacKnight – Introduction to Polymer Viscoelasticity – Wiley-Interscience, 2005.-316 p.

ТЕМА 8 Фізичні стани полімерів. В'язкотекучий стан. (2 год.).

Лекція 8 Фізичні стани полімерів. В'язкотекучий стан. В'язкотекучий стан полімерів та незворотні деформації. Основні закономірності течії полімерів. Температурна залежність в'язкості полімерних розтопів та енергія активації в'язкої течії. Рівняння Ейрінга. Течія полімерного розтопу. Теорія рептацій. Механізм руйнування структури розтопу полімеру в полі гідродинамічних сил. Аномалія в'язкості, ефект Вайссенберга.

Лабораторна робота (4 год.)

Визначення діелектричних властивостей полімерів.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Ефект Вайссенберга – його механізм та споріднені явища.

Контрольні запитання та завдання

1. Співвідношення внесків зворотної та незворотної деформації у в'язкотекучому стані полімерів.
2. Типи реологічної поведінки полімерів.
3. Механізм течії полімерів. Теорія Ейрінга-Френкеля.
4. Закони течії полімерів. Залежність в'язкості від швидкості зсуву та величини напруження зсуву. Ефективна в'язкість.
5. Теорія рептацій.

6. Залежність в'язкості від температури та молекулярної маси.
7. Рівняння Ейрінга.
8. Руйнування структури розтопу полімеру в полі гідродинамічних сил.
9. Відмінності течії полімерного розтопу для полімерів з вузьким та широким молекулярно-масовим розподілом. Явище аномалії в'язкості.
10. Явище зриву струї.
11. Ефект Вайссенберга та споріднені явища.
12. Температура текучості та інтервал $T_T - T_C$.

Рекомендована література:

1. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.-424 с.
2. Шрамм Г. Основы практической реологии и реометри, М.: КолосС, 2003.-312 с.
3. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров. М., КолосС, 2007.-376 с.
4. Бартнев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л., Химия, 1990.-432 с.

ТЕМА 9 Орієнтований стан полімерів. (2 год.).

Лекція 9 Орієнтований стан полімерів. Орієнтований стан полімерів. Схема перебудови структури полімеру з гнучкими та жорсткими ланцюгами макромолекул. Уявлення про полімерні рідкі кристали.

Завдання для самостійної роботи (4 год.)

Ліотропні та термотропні полімерні рідкі кристали. Оптичні властивості полімерних мезофаз. Газокристалічний стан полімерів.

Контрольні запитання та завдання

1. Орієнтований стан полімерів, його особливості.
2. Перебудова структури полімеру з гнучкими та жорсткими ланцюгами макромолекул.
3. Сучасні уявлення про механізм деформації та орієнтаційних процесах. Структурні перетворення при розтязі та усадці кристалічних полімерів.
4. Полімерні мезофази та їх властивості.

Рекомендована література:

1. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.
2. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М., Научный мир, 2007, 576 с.
3. Бартнев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л., Химия, 1990.
4. Платэ Н.А., Шибаев В.П. Гребнеобразные полимеры и жидкие кристаллы. М.: Химия, 1980, 304 с.

Контрольні запитання до I змістовного модуля

1. Агрегативні, фазові та фізичні (релаксаційні) стани полімерів, їх особливості.
2. Релаксаційні стани в аморфному полімері в межах ріліноподібного стану.
3. Температури переходів.
4. Особливості склоподібного стану полімерів.
5. Структурне та механічне склування. Теорії структурного склування.
6. Температура склування та основні методи її визначення.
7. Термомеханічний метод визначення температур переходів полімерів між

- релаксаційними станами.
8. Використання методів механічної та електричної релаксації для визначення температур переходів та розрахунків активаційних параметрів релаксаційних переходів.
 9. Вискоеластичний стан полімерів.
 10. Механічні реологічні моделі та їх реограми.
 11. Термодинаміка високоеластичної деформації, ідеальний та реальний каучук.
 12. Рівняння стану макромолекули.
 13. Релаксаційний характер високоеластичної деформації, гістерезисні явища. Теорія високоеластичності полімерних сіток.
 14. В'язкотекучий стан полімерів.
 15. Основні закономірності течії полімерів.
 16. Температурна залежність в'язкості полімерних розтопів та енергія активації в'язкої течії. Рівняння Ейрінга.
 17. Механізм руйнування структури розтопу полімеру в полі гідродинамічних сил. Аномалія в'язкості, ефект Вайссенберга.
 18. Орієнтований стан полімерів. Схема перебудови структури полімеру з гнучкими та жорсткими ланцюгами макромолекул. Уявлення про полімерні рідкі кристали.

Змістовний модуль 2. Структура та фазові перетворення полімерів у конденсованому стані.

ТЕМА 10 Загальна характеристика фазових перетворень полімерів у конденсованому стані та підходи до їх аналізу (2 год.).

Лекція 10 Загальна характеристика фазових перетворень полімерів у конденсованому стані та підходи до їх аналізу.

Термодинамічний аналіз фазових перетворень в полімерах. Специфіка застосування термодинаміки до полімерних систем. Деякі загальні зауваження, щодо поглядів на метастабільні фази, фазові перетворення та фазові діаграми в фізиці і хімії. Метастабільні стани та термодинамічний підхід до аналізу переходів у полімерних системах. Характерні особливості фазових переходів полімерних системах в конденсованому стані.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Поняття фази речовини в фізиці та хімії. Молекулярні фази, полімери, щільні атомарні фази (атомарні фази високої густини).

Контрольні запитання та завдання

1. Особливості термодинамічного аналізу фазових перетворень в полімерах.
2. Метастабільні стани полімерних систем.
3. Специфіка застосування поняття «фази» та «фазового переходу» до стабільних та метастабільних станів речовини.
4. Размитість фазових перетворень в полімерних системах.
5. Термодинамічний аналіз переходів у полімерних системах.

Рекомендована література:

1. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.-424 с.

2. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М., Научный мир, 2007, 576 с.
3. Бражкин В.В. // Успехи Физических Наук.-2006.-№7.-с.-745-750.
4. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л., Химия, 1990.-432 с.
5. Gutzow I.S., Jurn W.P. Schmelzer - The Vitreous State. Thermodynamics, Structure, Rheology, and Crystallization - Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.

ТЕМА 11 Структура полімерів у конденсованому стані. Процеси топлення і кристалізації полімерів. Механізм і кінетика кристалізації полімерів. (2 год.).

Лекція 11 Структура полімерів у конденсованому стані. Процеси топлення і кристалізації полімерів. Механізм і кінетика кристалізації полімерів. Молекулярний та надмолекулярний рівні структурної організації полімерів. Молекулярні структури полімерів, що кристалізуються. Особливості кристалічного стану полімерів. Надмолекулярні структури. Особливості процесів кристалізації та топлення полімерів. Кристалізація полімерів. Кінетика кристалізації полімерів. Гомогенне та гетерогенне зародкоутворення. Валова кінетика кристалізації, рівняння Колмогорова-Аврамі. Фізико-механічна поведінка полімерів здатних до кристалізації при розтягуванні. Топограма гнучко ланцюгових полімерів, що кристалізуються.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Підхід Колмогорова А.М. до опису валової кінетики кристалізації на базі використання апарату флуктуаційної кінетики.

Контрольні запитання та завдання

1. Особливості кристалічного стану полімерів. Надмолекулярні структури.
2. Природа і характер зв'язку між елементами надмолекулярних структур.
3. Термодинамічна і кінетична теорія складення.
4. Кристали із складеними і видовженими ланцюгами, умови їх появи.
5. Ріст кристалічних структур, механізм росту.
6. Валова кінетика кристалізації. Рівняння Колмогорова-Аврамі (Вивід Колмогорова А.М. на базі використання апарату флуктуаційної кінетики).
7. Вплив умов кристалізації на температуру топлення полімеру.
8. Фізико-механіка полімерів здатних до кристалізації при розтягуванні. «Шийка», причини її виникнення та зворотність цього процесу.
9. Сфероліти.

Рекомендована література:

1. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.-424 с.
2. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М., Научный мир, 2007.- 576 с.
3. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л., Химия, 1990.-432 с.
4. Марихин В.А., Мясников Л.П. Надмолекулярная структура полимеров.-Л.: Химия, 1977.-240с.
5. Джейл Ф.Х. Полимерные монокристаллы.-М.: Химия, 1968.-552с.
6. Привалко В.П. Молекулярное строение и свойства полимеров. Л.: Химия, 1986.-240 с.
7. Колмогоров А.Н. К статистической теории кристаллизации металлов // Изв. АН СССР. Серия матем., 1937, [Том 1, Выпуск 3](#), с. 355–359.
8. Gutzow I.S., Jurn W.P. Schmelzer - The Vitreous State. Thermodynamics, Structure, Rheology, and Crystallization - Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.
9. Годовский Ю.К. Теплофизические методы исследования полимеров, М.: Химия, 1976.- -216 с.

10. Бартенев Г.М., Зеленев Ю.В. Физика и механика полимеров. М.: Высшая школа, 1983.- 391 с.

ТЕМА 12 Топлення полімерів. (2 год.).

Лекція 12 Топлення полімерів.

Топлення полімерів і його відмінність від топлення низькомолекулярних речовин. Теорії топлення та його механізм. Вплив гнучкості макромолекул, молекулярної маси і міжмолекулярної взаємодії, а також інших факторів на $T_{\text{топ}}$. Рівноважна $T_{\text{топ}}$ і методи її визначення. Явище передтоплення в кристалах низькомолекулярних речовин і полімерів. Термодинаміка кристалізації та топлення полімерів.

Лабораторна робота (4 год.)

Визначення температур фазових переходів у полімері, який здатний до кристалізації.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Теорії передтоплення. Кінетичні процеси при переході рідина-тверде тіло.

Контрольні запитання та завдання

1. Термодинаміка кристалізації та топлення полімерів.
2. Вплив гнучкості макромолекул на $T_{\text{топ}}$.
3. Вплив молекулярної маси та полідисперсності на $T_{\text{топ}}$.
4. Вплив міжмолекулярної взаємодії на $T_{\text{топ}}$.
5. Явище передтоплення в полімерах.
6. Рівноважна $T_{\text{топ}}$ та методи її визначення.
7. Співвідношення між $T_{\text{склування}}$, $T_{\text{топ}}$ та $T_{\text{крист}}$.

Рекомендована література:

1. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.-424 с.
2. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М., Научный мир, 2007.- 576 с.
3. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л., Химия, 1990.-432 с.
4. Берштейн В.А., Егоров В.М. Дифференциальная сканирующая калориметрия в физикохимии полимеров. Л., Химия, 1990.
5. Уббеллоде А. Плавление и кристаллическая структура.- М.: Мир. 1969.-413с.
6. Привалко В.П. Молекулярное строение и свойства полимеров. Л.: Химия, 1986.-240 с.
7. Вундерлих Б. Физика макромолекул. Плавление кристаллов. М., Мир, 1984.

ТЕМА 13 Багатокомпонентні полімерні системи. Наповнені полімери. Пластифікація. (2 год.).

Лекція 13 Багатокомпонентні полімерні системи. Наповнені полімери. Пластифікація.

Багатокомпонентні полімерні системи. Наповнені полімерні композити. Пластифікація полімерів. Молекулярна, структурна та хімічна пластифікація. Суміші полімерів. Термодинамічна та експлуатаційна сумісність полімерів. Міцність та руйнування полімерів. Молекулярні механізми руйнування полімерів.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Явище антипластифікації.

Рекомендована література:

1. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.-424 с.
2. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М., Научный мир, 2007.- 576 с.
3. Кулезнев В.Н. Смеси и сплавы полимеров.- СПб.: Научные основы и технологии, 2013.-216с.
4. Липатов Ю.С. Физико-химические основы наполненных полимеров. М., Химия, 1991.
5. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров. М., КолосС, 2007.- 367 с.
6. Козлов П.В., Папков С.П. Физико-химические основы пластификации полимеров.-М.: Химия,1982.-224 с.
8. Нижник В.В., Соломко В.П. Пластифицированные кристаллизирующиеся термопласты // Химия и технология высокомолекулярных соединений.- М.: 1977.-Т.2.-с.211-256.
9. Бартенев Г.М. Прочность и механизм разрушения полимеров. - М.: Химия 1984.-280 с.
10. Регель В.Р., Слуцкер А.И., Э.Е. Томашевский Кинетическая природа прочности твердых тел, М.: Наука, 1974.-560 с.
11. Гуль В.Е., Кулезнев В.Н. Структура и механические свойства полимеров.-М.: Высшая школа., 1972.-313с.
12. Роузен Б. (ред.) - Разрушение твердых полимеров. М.: Химия, 1971.- 528 с.
Полианчик Е.В. Кинетические модели разрушения твердых полимеров (Дисс. д.ф.-м.н.). - Черноголовка: 1984.- 116 с.

Контрольні запитання до 2 змістовного модуля

1. Молекулярний та надмолекулярний рівні структурної організації полімерів.
2. Молекулярні структури полімерів, що кристалізуються. Сфероліти.
3. Особливості процесів кристалізації та топлення полімерів. Ступінь кристалічності.
4. Кінетика кристалізації полімерів. Валова кінетика кристалізації, рівняння Колмогорова-Аврамі.
5. Особливості фізико-механічної поведінки полімерів здатних до кристалізації при розтягуванні. «Шийка», причини її виникнення та зворотність цього процесу.
6. Багатокомпонентні полімерні системи. Наповнені полімерні композити.
7. Полімерні композити з дисперсними та волокнистими наповнювачами. Взаємодія полімерів з наповнювачами, активність наповнювача.
8. Пластифікація полімерів. Молекулярна, структурна та хімічна пластифікація.
9. Практичне значення пластифікації. Суміші полімерів. Поняття про термодинамічну та експлуатаційну сумісність полімерів.
10. Міцність та руйнування полімерів. Молекулярні механізми руйнування полімерів.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3

Розчини полімерів.

ТЕМА 14 Двохкомпонентні полімервмісні системи. Розчини полімерів. (2 год.).

Лекція 14 Двохкомпонентні полімервмісні системи. Розчини полімерів.

Набухання полімерів в розчинниках, ступінь, теплота та тиск набухання, контракція. Обмежене та необмежене набухання, кінетика набухання та фактори, що впливають на неї. Специфіка набухання поліелектролітів при зміні рН середовища. Теорія Флорі-Хагінса. Термодинаміка розчинення полімерів. Якість розчинника і методи її визначення. Осмотичний тиск та

в'язкість розчинів полімерів.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Термодинаміка розчинення полімерів.

Контрольні запитання та завдання

1. Механізм розчинення полімерів в розчинниках, набухання.
2. Ступінь, теплота та тиск набухання.
3. Обмежене та необмежене набухання, кінетика набухання.
4. Явище контракції.
5. Системи з контрольованим виведенням біологічно активних сполук.
6. Класична теорія розчинів Теорія Флорі-Хагінса.
7. Якість розчинника, θ -стан розчинів полімерів.
8. Осмотичний тиск та в'язкість розчинів полімерів.

Рекомендована література:

5. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.-424 с.
6. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М., Научный мир, 2007, 576 с.
7. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения, М., Академия, 2003.
8. Цветков В.Н., Эскин В.Е., Френкель С.Я. Структура макромолекул в рас творах. М., Наука, 1964, 720 с.
9. Тенфорд Ч. Физическая химия полимеров. М., Химия, 1965.
10. Моравец Г. Макромолекулы в растворе. М., Мир, 1967.
11. Энциклопедия полимеров, Т. 1-3, М., Наука, 1977.
12. Рафиков С.Р., Будтов В.П., Монаков Ю.Б. Введение в физико-химию растворов полимеров. М., Наука, 1978.-328 с.
13. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л., Химия, 1990.-432 с.
- 14.

Лабораторна робота. Визначення кінетики набухання полімерів (4 год.).

ТЕМА 15 Фазові рівноваги у системі полімер-розчинник. (2 год.).

Лекція 15 Фазові рівноваги у системі полімер-розчинник.

Фазові рівноваги у системі полімер-розчинник. Діаграми аморфної та кристалічної рівноваг. Діаграми фазового стану для трьохкомпонентних полімервмісних систем.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Особливості діаграм фазового стану для трьохкомпонентних систем – полімер-розчинник-осаджувач.

Контрольні запитання та завдання

1. Фазові рівноваги у системі полімер-розчинник.
2. Застосування правила фаз до розчинів полімерів.
3. Діаграми аморфної рівноваги рідина-полімер.
4. Діаграми кристалічної рівноваги двокомпонентної системи полімер-розчинник.
5. Верхня та нижня критичні температури розчинення.
6. Поняття бінодалі та спінодалі.
7. Стани розчинів полімерів.

Рекомендована література:

15. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.-424 с.
1. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М., Научный мир, 2007, 576 с.

2. Папков С. П. Равновесие фаз в системе полимер-растворитель.-М.: Химия,1981.-272с.
3. Цветков В.Н., Эскин В.Е., Френкель С.Я. Структура макромолекул в рас творах. М., Наука, 1964, 720 с.
4. Тенфорд Ч. Физическая химия полимеров. М., Химия, 1965.
5. Моравец Г. Макромолекулы в растворе. М., Мир, 1967.
6. Энциклопедия полимеров, Т. 1-3, М., Наука, 1977.
7. Рафиков С.Р., Будтов В.П., Монаков Ю.Б. Введение в физико-химию растворов полимеров. М., Наука, 1978.-328 с.
8. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л., Химия, 1990.-432 с.
9. Липатов Ю.С. Коллоидная химия полимеров. К.: Наукова думка, 1984.-344 с.
10. Нестеров А.Е., Липатов Ю.С. Термодинамика растворов и смесей полимеров, К.: Наукова думка 1984.-300 с.
11. Нестеров А.Е., Липатов Ю.С. Фазовое состояния растворов и смесей полимеров. Справочник – К.: Наукова думка 1987.-169 с.

ТЕМА 16 Особливості розчинів полімерів різної концентрації. Розведені, напіврозведені та концентровані розчини полімерів. **(2 год.)**.

Лекція 16 Особливості розчинів полімерів різної концентрації. Розведені, напіврозведені та концентровані розчини полімерів.

Розведені розчини, критерій Дебая. Рівняння Флорі-Фокса та Марка-Куна-Хаувінка. Молекулярна маса полімерів. Методи визначення молекулярної маси. Помірно концентровані та концентровані розчини полімерів. Залежність в'язкості розчину від градієнта швидкості зсуву та молекулярної маси полімеру.

Лабораторна робота (4 год.)

Визначення молекулярної маси полімеру віскозиметричним методом.

Лабораторна робота(4 год.)

Визначення взаємодії між макромолекулами методом **капілярної віскозиметрії**.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Вплив якості розчинника на в'язкість розчину полімеру. Практичне використання розчинів полімерів.

Контрольні запитання та завдання

1. Розведені, напіврозведені та концентровані розчини полімерів.
2. Критерій Дебая.
3. Рівняння Флорі-Фокса та Марка-Куна-Хаувінка.
4. Середні молекулярні маса полімерів та співвідношення між ними.
5. Методи визначення молекулярної маси.
6. Залежність в'язкості розчину полімеру від градієнта швидкості зсуву.
7. Залежність в'язкості розчину від молекулярної маси полімеру.

Рекомендована література:

16. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.-424 с.
7. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М., Научный мир, 2007, 576 с.

8. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения, М.: Академия, 2003.-368 с.
9. Цветков В.Н., Эскин В.Е., Френкель С.Я. Структура макромолекул в растворах. М., Наука, 1964, 720 с.
10. Тенфорд Ч. Физическая химия полимеров. М., Химия, 1965.
11. Моравец Г. Макромолекулы в растворе. М., Мир, 1967.
12. Энциклопедия полимеров, Т. 1-3, М., Наука, 1977.
13. Рафиков С.Р., Будтов В.П., Монаков Ю.Б. Введение в физико-химию растворов полимеров. М., Наука, 1978.-328 с.
14. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л., Химия, 1990.-432 с.

ТЕМА 17 Драгли (2 год.).

Лекція 17 Драгли.

Драгли, термодинамічно рівноважні та термодинамічно нерівноважні драгли. Властивості драглів, ефекти, що спостерігаються в драглях. Поліелектроліти, їх реологічні властивості, поліелектролітний ефект. Поліелектролітні драгли. Полімерні комплекси.

Лабораторна робота (4 год.)

Гідродинамічна поведінка поліелектроліту у водному та сольовому розчинах.

Лабораторна робота (4 год.)

Визначення ізоелектричної точки білка.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Хімічно зшиті драгли. Практичне застосування драглів.

Контрольні запитання та завдання

1. Термодинамічно рівноважні драгли.
2. Термодинамічно нерівноважні драгли.
3. Реологія поліелектролітів.
4. Поліелектролітний ефект.
5. Поліелектролітні драгли.

Рекомендована література:

1. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.-424 с.
2. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М., Научный мир, 2007, 576 с.
3. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения, М., Академия, 2003.
4. Цветков В.Н., Эскин В.Е., Френкель С.Я. Структура макромолекул в растворах. М., Наука, 1964.-720 с.
5. Тенфорд Ч. Физическая химия полимеров. М., Химия, 1965.
6. Моравец Г. Макромолекулы в растворе. М., Мир, 1967.
7. Энциклопедия полимеров, Т. 1-3, М., Наука, 1977.
8. Рафиков С.Р., Будтов В.П., Монаков Ю.Б. Введение в физико-химию растворов полимеров. М., Наука, 1978.-328 с.
9. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л., Химия, 1990.-432 с.

Контрольні запитання до 3 змістовного модуля

1. Набухання полімерів в розчинниках, ступінь, теплота та тиск набухання, контракція.
2. Обмежене та необмежене набухання, кінетика набухання та фактори, що впливають на нього.
3. Специфіка набухання поліелектролітів при зміні рН середовища.
4. Термодинаміка розчинення полімерів. Якість розчинника і методи її визначення. Осмотичний тиск та в'язкість розчинів полімерів.
5. Фазові рівноваги у системі полімер-розчинник. Діаграми аморфної та кристалічної рівноваг.
6. Розведені розчини, критерій Дебая.
7. Рівняння Флорі-Фокса та Марка-Куна-Хаувінка.
8. Молекулярна маса полімерів. Методи визначення молекулярної маси.
9. Помірно концентровані та концентровані розчини полімерів.
10. Залежність в'язкості розчину від градієнта швидкості зсуву та молекулярної маси полімеру.
11. Драгли, термодинамічно рівноважні та термодинамічно нерівноважні драгли.
12. Властивості драглів, ефекти, що спостерігаються в драглях.
13. Поліелектроліти, їх реологічні властивості, поліелектролітний ефект.
14. Поліелектролітні драгли. Полімерні комплекси.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

Основна: (Базова)

1. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М., Научный мир, 2007.- 576 с.
2. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.
3. Кулезнев В.Н., Шершнев В.А. Химия и физика полимеров. М., КолосС, 2007.- 376 с.
4. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения, М., Академия, 2003.
5. Бартнев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л., Химия, 1990.-432 с.
6. Тугов И.И., Костыркина Г.И. Химия и физика полимеров. М., Химия, 1989.- 432 с.
7. [Хохлов А.Р.](#), [Кучанов С.И.](#) Лекции по физической химии полимеров, М.: Мир, 2000.- 192 с.
8. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р. Статистическая физика макромолекул. Наука, 1989.-344 с.
9. Тенфорд Ч. Физическая химия полимеров. М., Химия, 1965.
10. Бартнев Г.М., Бартнева А.Г. Релаксационные свойства полимеров. М.: Химия, 1992.- 384 с.
11. Цветков В.Н., Эскин В.Е., Френкель С.Я. Структура макромолекул в растворах. М., Наука, 1964.-720 с.
12. Boyd R.H., Smith G.D. Polymer dynamics and relaxation – CUP, 2007.-255 p.
13. Wolynes P.G., Lubchenko V. (Ed.) - Structural Glasses and Supercooled Liquids. Theory, Experiment, and Applications, 2012.
14. Шрамм Г. Основы практической реологии и реометри, М.: КолосС , 2003.-312 с.
15. Brinson H.F., Brinson L.C. Polymer Engineering Science and Viscoelasticity. An Introduction. – New York: Springer US, 2015.- 482 p.
16. Montgomery T. Shaw, William J. MacKnight – Introduction to Polymer Viscoelasticity – Wiley-Interscience, 2005.-316 p.
17. Платэ Н.А., Шибяев В.П. Гребнеобразные полимеры и жидкие кристаллы. М.: Химия, 1980, 304 с.
18. Бартнев Г.М., Зеленев Ю.В. Физика и механика полимеров. М.: Высшая школа, 1983.- 391 с.
19. Марихин В.А., Мясников Л.П. Надмолекулярная структура полимеров.-Л.: Химия, 1977.-240с.

20. Привалко В.П. Молекулярное строение и свойства полимеров. Л.: Химия, 1986.-240 с.
21. Джейл Ф.Х. Полимерные монокристаллы.-М.: Химия, 1968.-552стр.
22. Mandelkern L. Crystallization of polymers. Equilibrium concepts. Volume 1-2, Cambridge University Press, 2002.
23. Уббелоде А. Плавление и кристаллическая структура.- М.: Мир. 1969.-413стр.
24. Годовский Ю.К. Теплофизические методы исследования полимеров, М.: Химия, 1976.-216 с.
25. Берштейн В.А., Егоров В.М. Дифференциальная сканирующая калориметрия в физикохимии полимеров. Л., Химия, 1990.
26. Вундерлих Б. Физика макромолекул. Плавление кристаллов. М., Мир, 1984.
27. Кулезнев В.Н. Смеси и сплавы полимеров.- СПб.: Научные основы и технологии, 2013.-216с.
28. Липатов Ю.С. Физико-химические основы наполненных полимеров. М., Химия, 1991.
29. Липатов Ю.С. Коллоидная химия полимеров. К.: Наукова думка, 1984.-344 с.
30. Козлов П.В., Папков С.П. Физико-химические основы пластификации полимеров.-М.: Химия,1982.-224 с.
31. Бартнев Г.М. Прочность и механизм разрушения полимеров. - М.: Химия 1984.-280 с.
32. Регель В.Р., Слуцкер А.И., Э.Е. Томашевский Кинетическая природа прочности твердых тел, М.: Наука, 1974.-560 с.
33. Гуль В.Е., Кулезнёв В.Н. Структура и механические свойства полимеров.-М.: Высшая школа., 1972.-313с.
34. Роузен Б. (ред.) - Разрушение твердых полимеров. М.: Химия, 1971.- 528 с.
35. Моравец Г. Макромолекулы в растворе. М., Мир, 1967.
36. Рафиков С.Р., Будтов В.П., Монаков Ю.Б. Введение в физико-химию растворов полимеров. М., Наука, 1978.-328 с.
37. Папков С. П. Равновесие фаз в системе полимер-растворитель -.М.: Химия,1981.- 272с.
38. Нестеров А.Е., Липатов Ю.С. Термодинамика растворов и смесей полимеров, К.: Наукова думка 1984.-300 с.
39. Нестеров А.Е., Липатов Ю.С. Фазовое состояния растворов и смесей полимеров. Справочник – К.: Наукова думка 1987.-169 с.
40. Энциклопедия полимеров, Т. 1-3, М., Наука, 1977.

Додаткова:

1. Ростиашвили В.Г., Иржак В.И., Розенберг Б.А. Стеклование полимеров, Л.: Химия, 1987.-197 с.
2. Бражкин В.В. // Успехи Физических Наук.-2006.-№7.-с.-745-750.
3. Gutzow I.S., Mazurin O.V., Jurn W.P. Schmelzer, Todorova S.V., Petroff B.B., Priven A.I. Glasses and the Glass Transition, Wiley-VCH, 2011.
4. Gutzow I.S., Jurn W.P. Schmelzer - The Vitreous State. Thermodynamics, Structure, Rheology, and Crystallization - Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.
5. Аскадский А.А. Деформация полимеров.-М.: Химия, 1973.-356 с.
6. Колмогоров А.Н. К статистической теории кристаллизации металлов // Изв. АН СССР, Серия матем., 1937, [Том 1, Выпуск 3](#), с. 355–359.
7. Де Жен П. Физика жидких кристаллов, М.: Мир, 1977.-400с.
8. Нижник В.В., Соломко В.П. Пластифицированные кристаллизирующиеся термопласты // Химия и технология высокомолекулярных соединений.- М.: 1977.-Т.2.-с.211-256.
9. Нижник В.В., Соломко В.П. Пластифицированные кристаллизирующиеся термопласты//Химия и технология высокомолекулярных соединений.- М.: 1977.-Т.2.-С.211-256.

10. Каргин В.А., Слонимский Г.Л. Краткие очерки по физикохимии полимеров. –М.: Химия, 1967.-331 с.
11. Гуль В.Е., Кулезнёв В.Н. Структура и механические свойства полимеров.-М.: Высшая школа., 1972.-313 с.
12. Вундерлах Б. Физика макромолекул.-М.: Мир, 1979.-Т.2.-574 с.
13. Каргин В.А. Структура и механические свойства полимеров. Избранные труды. М.: Наука, 1979.-450 с.
14. Полианчик Е.В. Кинетические модели разрушения твердых полимеров (Дисс. д.ф.-м.н.). - Черноголовка: 1984.- 116 с.

ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ НА ІСПИТ

1. Ідеальний вільно-зчеплений ланцюг; параметри, що його характеризують.
2. Термодинамічна ймовірність ланцюга. Розподілення Гауса. Параметр згорнутості. Розподілення Максвелла. Конформації макромолекул.
3. Релаксаційні процеси в полімерах. Спектр часів релаксації. Рівняння Больцмана. Релаксація напруги в полімері. Рівняння Максвелла.
4. Склоподібний стан полімерів. Механізм склування. Структурне та механічне склування.
5. Руйнування полімерів. Рівняння Журкова. Енергія активації руйнування.
6. Термофлуктуаційний механізм руйнування полімерів.
7. Фазові перетворення в полімерах. Кристалізація. Уявлення про зародкоутворення та розвиток кристалічних структур. Валова кінетика кристалізації. Рівняння Колмогорова-Аврамі.
8. Розтопи полімерів. Аномалія в'язкості. Ефект Вайссенберга.
9. Внутрішні оберти та потенціальний бар'єр в макромолекулах. Гнучкість макроланцюга.
10. Роль гнучкості в розвитку в'язкої течії полімерів та їх розчинів.
11. Кінетична гнучкість макроланцюга. Кінетичний сегмент. Властивості полімерів, що визначаються гнучкістю макроланцюга.
12. Термодинамічна якість розчинника. Експериментальне визначення другого віріального коефіцієнту. Поняття про Θ -температуру та Θ -розчинник.
13. Гістерезисні явища в циклах навантаження-деформація. Максимальна деформація та зсув фаз при гармонічному характері навантаження.
14. Температура крихкості полімерів, методи її визначення.
15. Диференціальні та інтегральні криві розподілу по молекулярній масі.
16. Особливості релаксаційних процесів при переході полімеру з склоподібного у високоеластичний стан.
17. Фазові діаграми системи полімер-розчинник. Їх відмінність від діаграм низькомолекулярна сполука-розчинник.
18. Концентровані розчини полімерів, їх структура. В'язкість, як функція градієнта швидкості зсуву. Ефективна в'язкість концентрованих розчинів полімерів.
19. Температура крихкості полімерів, її визначення.
20. Розчини полімерів- ідеальні та реальні. Поняття про Θ -температуру та Θ -розчинник.
21. Питома в'язкість розчинів полімерів. Залежність від концентрації та температури.
22. В'язкість, як функція молекулярної маси.
23. Склоподібний стан полімерів. Структурне та механічне склування. Змушена високоеластичність.
24. Гармонічний характер (синусоїдальний) навантаження полімерів та зсув фаз деформація-наважка. Вплив частоти.
25. Надмолекулярна організація аморфних та кристалізуючих полімерів. Флуктуаційні та дискретні надмолекулярні утворення полімеру в різному стані.
26. В'язкотекучий стан полімерів. Активаційний механізм течії полімерів.
27. Рівняння Ейрінга. Вплив на в'язкість розтопу температури та молекулярної маси полімеру. В'язкість розтопу полімеру, як функція градієнту швидкості зсуву.
28. Структура полімеру в розчині. Взаємодія макромолекул.
29. Високоеластичний стан полімерів. Розтягування ідеального полімерного ланцюгу.
30. Рівняння стану макромолекули. Теорія пружності полімерних сіток.
31. Орієнтований стан полімерів, його особливості. Механічні властивості полімерів в склоподібному, високоеластичному та кристалічному станах. Діаграми

розтягу. Утворення «шийки».

32. Термодинаміка високоеластичної деформації полімерів.
33. Рівняння стану макромолекули.
34. Розведені розчини полімерів, їх властивості та структура. Рівняння Флорі-Фокса.
35. Еквівалентність часу та температури у релаксації полімерів.
36. Рівняння Вільямса-Ландела-Фері.
37. Властивості розчинів полімерів в порівнянні з розчинами низькомолекулярних сполук та колоїдними розчинами. Ознаки істинного розчину полімера.
38. Спорідненість полімер-розчинник.
39. Фракціонування полімерів. Диференціальні та інтегральні криві розподілу по молекулярній масі.
40. Методи визначення молекулярної маси полімерів.
41. Поліамфоліти. Загальна характеристика. Властивості поліамфолітів в твердому стані та в розчині при зміні рН.
42. Фазові рівноваги систем полімер-розчинник.
43. Сегмент. Визначення. Величина сегмента, як міра гнучкості макроланцюга, фактори, які впливають на гнучкість макроланцюга. Роль сегментів в розвитку високоеластичної деформації та течії полімерів.
44. Модельні уявлення деформації полімерів. Реологічні моделі розвитку деформації у в'язко-пружньому тілі. Тіла Гука, Ньютона, Максвелла, Кельвіна.
45. Набухання та розчинення полімерів. Ефекти при набуханні.
46. Особливості розчинення полімерів в різних фізичних станах.
47. Особливості релаксаційних процесів при переході полімеру з склоподібного у високоеластичний стан. Тангенс кута механічних втрат, як функція температури та частоти.
48. Фазові діаграми системи полімер-розчинник. Їх відміна від діаграм низькомолекулярна сполука-розчинник.
49. В'язкотекучий стан полімерів. Активаційний механізм течії полімерів.
50. Вплив на в'язкість розтопу температури та молекулярної маси полімеру. В'язкість розтопу полімеру, як функція градієнту швидкості зсуву.
51. Структура полімеру в розчині. Взаємодія макромолекул.
52. Драглі, їх особливості та властивості.
53. Застосування правила фаз до систем полімер-розчинник. Діаграми стану.
54. Розведені та концентровані розчини полімерів. Критерій Дебая.
55. Характеристики геометричних розмірів макромолекул, які визначаються з в'язкісних властивостей.
56. Високоеластичний стан полімерів. Розтягування ідеального полімерного ланцюгу. Теорія пружності полімерних сіток.
57. Орієнтований стан полімерів, його особливості. Механічні властивості полімерів в склоподібному, високоеластичному та кристалічному станах. Діаграми розтягу. Утворення «шийки».
58. Синусоїдальне навантаження полімерів та зсув фаз деформація-навантаження. Вплив частоти.
59. Ідеальний вільнозчеплений ланцюг, його параметри.
60. Високоеластичний стан полімерів. Теорія пружності полімерних сіток.
61. Термодинаміка розчинів полімерів. Ентропія змішування. Пружність пари розчинника над розчином. Осмотичний тиск.
62. Валова кінетика кристалізації полімерів. Рівняння Колмогорова-Аврамі.
63. Аномалія в'язкості в розтопах полімерів. Сутність явища та умови його реалізації.
64. Пружно-в'язкі властивості полімерних рідин. Ефект Вайсенберга.
65. Структурне та механічне склування. Теорії структурного склування.
66. Фізичні стани полімерів. Визначення та коротка характеристика.

67. Течія полімерного розтопу. Теорія рептацій.
68. Поняття про термодинамічну та кінетичну гнучкість макромолекули. Уявлення про сегменти. Термодинамічний та кінетичний сегмент.
69. Термодинаміка високо еластичної деформації полімерних сіток. Ефект Гуха-Джоуля. Інверсія теплового ефекту при деформації еластомерів та гум.
70. Реологія розчинів поліелектролітів.
71. Склоподібний стан полімерів, його релаксаційна природа. Температура склування полімерів. Методи її визначення.
72. Поліелектроліти, їх властивість в твердому стані та розчині при зміні рН.
73. Реологічні моделі розвитку деформації у в'язко-пружньому тілі. Тіла Гука, Ньютона, Максвела, Кельвіна.
74. В'язко-текучий стан полімерів. Активаційний механізм течії полімерів.
75. Рівняння Ейрінга. Вплив на в'язкість розтопу температури та молекулярної маси полімеру. В'язкість розтопу полімеру, як функція градієнту швидкості зсуву.
76. Уявлення про полімерні композити.
77. Кристалізація полімерів. Кінетика зародкоутворення в полімерах, його особливість.
78. Ріст кристалічних структур. Рівняння Колмогорова-Аврамі.