

затверджена на засіданні кафедри хімії високомолекулярних сполук
Протокол № 12 від "11" травня 2018 року

Завідувач кафедри Савченко І.О. (Савченко І.О.)

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

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

Протокол № 6 від "30" 05 2018 року

Голова науково-методичної комісії Ройк О.С. (Ройк О.С.)

« 3 » 04 2019 року

Протокол № від "....." 20__ року

Голова науково-методичної комісії _____ (_____)

« ____ » _____ 20__ року

1. Мета дисципліни – ознайомлення студентів з основними теоретичними положеннями хімії високомолекулярних сполук, полімеризаційної здатності органічних сполук за різними механізмами та властивостей основних класів промислових полімерів. На лабораторних заняттях закріплюються основні теоретичні положення, вивчаються механізми перебігу хімічних реакцій та вплив різних чинників на перебіг полімеризаційних процесів.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

1. Знати основні поняття органічної хімії.
2. Вміти зобразити формули органічних сполук.
3. Володіти елементарними навичками написання органічних реакцій.
4. Володіти базовими знаннями загальної хімії.
5. Володіти навичками операцій в хімічній лабораторії.

3. Анотація навчальної дисципліни. Основні поняття хімії високомолекулярних сполук. Електронні уявлення, будова і реакційна здатність мономерів та ініціаторів; полімеризаційна здатність мономерів за різними механізмами та властивості основних класів промислових полімерів. Методи синтезу, перетворення та властивості основних класів полімерів. Найважливіші джерела інформації про полімери, їх властивості та їх реакції.

4. Завдання: розвиток теоретичних уявлень студентів про будову та закономірності полімеризації і поліконденсації органічних мономерів та набуття студентами практичних навичок у одержанні полімерів.

5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання поточний контроль (активність під час лабораторних робіт ПтК-1 та контроль самостійної роботи ПтК-2), підсумковий контроль ПсК	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1. Знання				
1.1	1.1. Знати місце полімерної хімії в системі хімічних наук	лекції, самостійні	ПтК-2, ПсК	5

1.2	1.2. Знати класифікацію та номенклатуру полімерів	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	10
1.3	1.3. Знати методи синтезу та хімічні властивості полімерів	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	25
2. Вміння				
2.1	2.1. Знайти у першоджерелах інформацію про методи одержання полімерів і їх фізичні та хімічні властивості	лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	10
2.2	2.2. Здійснити полімеризацію та кополімеризацію вінілового мономеру	лабораторні, самостійні	ПтК-1	15
2.3	2.3. Здійснити поліконденсацію та розрахувати молекулярну масу одержаного полімеру	лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	15
3. Комунікація				
3.1	3.1. Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у полімерної хімії	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5
3.2	3.2. Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5
4. Автономність та відповідальність				
4.1	4.1. Вміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати експерименту	лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5

4.2	4.2. Дотримуватися правил техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії	лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПсК	5
-----	---	----------------------------	------------	---

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни (РНД) із програмними результатами навчання (ПРН):

ПРН	РНД (код)										
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	
Знання Базові методологічні знання та розуміння основ хімії та суміжних галузей знань	+			+							
Здатність розуміти та інтерпретувати основи фізики та математики на рівні, достатньому для використання їх у різних сферах хімії	+			+							
Знання хімічної термінології та номенклатури, спроможність описувати хімічні дані у символічному вигляді	+	+	+	+							
Знання основних типів хімічних реакцій та їх характеристики		+	+								
Здатність пояснити зв'язок між будовою та властивостями речовин	+	+	+	+							
Знання та розуміння періодичного закону та періодичної системи елементів, здатність описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їх основі	+	+	+	+							
Знання основних принципів квантової механіки, здатність застосовувати їх для опису будови атома, молекул та хімічного зв'язку	+			+							
Базові знання принципів і процедур фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типового обладнання та приладів				+	+	+				+	+
Знання основ планування та проведення експериментів, методики та техніки приготування розчинів та реагентів				+	+	+				+	+
Знання основних принципів термодинаміки та хімічної кінетики, здатність до їх застосування для рішення практичних задач	+			+							
Здатність описувати властивості та поведінку вінілових мономерів		+	+	+	+	+					

ПРН	РНД (код)										
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	
Знання основних способів одержання полімерів, включаючи полімеризацію, поліконденсацію та полімераналогічні перетворення полімерів		+	+	+	+	+					
Уміння Здійснювати критичний аналіз, оцінювати дані та синтезувати нові ідеї				+			+	+			
Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою перевірки гіпотез та дослідження явищ і хімічних закономірностей					+	+	+	+	+	+	
Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.	+				+	+					
Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.				+			+	+			
Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросовісність.							+	+	+	+	
Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	+			+							
Використовувати свої знання та розуміння на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Готувати розчини та реагенти, планувати та здійснювати хімічні експерименти.					+	+			+	+	
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.	+						+	+	+		

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання

1.1. колоквіум;

1.2. активність під час лабораторного заняття та оформлення результатів лабораторного експерименту;

1.3. виконання домашньої самостійної роботи;

1.4. написання модульної контрольної роботи.

- підсумкове оцінювання

іспит.

7.2. Організація оцінювання (за формами контролю згідно з графіком навчального процесу):

	Змістовий модуль 1 (ЗМ ₁)			Змістовий модуль 2 (ЗМ ₂)			Змістовий модуль 3 (ЗМ ₃)			Змістовий модуль 4 (ЗМ ₄)			Змістовий модуль 5 (ЗМ ₅)			Іспит	Разом
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
	5	1	2	1	2	2	5	2	2	9	2	2	1	1	0		
<i>Max. балів</i>	8			19			9			13			11			40	100
<i>Min. балів*</i>	5			11			5			8			7			24	60
<i>Min. балів**</i>	3			6			3			4			4			40	60

- 1 - поточне оцінювання роботи в змістовому модулі (колоквіум, контрольна робота після 2 та 5 модулів)
 2 - активність (виконання лабораторних робіт)
 3 - самостійна (домашня) робота
 * рекомендований мінімум; ** критичний мінімум

До іспиту може бути допущений студент, який виконав усі обов'язкові види робіт, які передбачаються навчальним планом з дисципліни "Хімія високомолекулярних сполук" (а саме: виконання зазначених у програмі домашніх самостійних робіт, написання модульних контрольних робіт, виконання експериментальних лабораторних робіт, складання колоквіумів), і при цьому за результатами модульно-рейтингового контролю в семестрі отримав за змістові модуля сумарну оцінку в балах не менше 24 балів (критично розрахунковий мінімум при формі підсумкового контролю – іспит).

Для студентів, які набрали впродовж семестру сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум для заліку або критично-розрахунковий мінімум для допуску до іспиту допускається перескладання колоквіуму чи МКР, за які отримана незадовільна оцінка, з дозволу деканату (за наявності поважної причини, що не дозволила вчасно та якісно підготуватися до колоквіуму / МКР).

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.

7.3. Шкала відповідності оцінок

За 100 – бальною шкалою	За національною шкалою
-------------------------	------------------------

90 – 100	5	відмінно / exellent
85 – 89	4	добре / good
75 – 84		
65 – 74	3	задовільно / satisfactory
60 – 64		
0 – 59	2	не задовільно / fail

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва лекції	Кількість годин				
		лекції	лаборат	С.Р.	контр. модуль на робота	ІНШІ-форм и
Змістовний модуль 1						
1	Історичні аспекти формування сучасних понять "полімер" та "макромолекула". Мономер, олігомер, полімер - сучасне визначення. Класифікація та номенклатура полімерів.	2				
2	Ланцюгові та ступінчасті реакції синтезу полімерів - полімеризація та поліконденсація. Ступінь полімеризації. Середньочислова, середньомасова, середньов'язкісна та Z-середня молекулярні маси. Способи їх визначення. Коефіцієнт полідисперсності. Молекулярно-масовий розподіл у синтетичних полімерах.	2	2	4		
3	Реакція полімеризації. Полімеризація ненасичених мономерів. Активні центри радикальної та йонної полімеризації. Реакції ініціювання, росту, обриву та передачі ланцюга. Вплив швидкостей цих реакцій на молекулярну масу полімеру.	2				
4	Радикальна полімеризація. Способи генерації радикалів. Будова мономерів та їх здатність до радикальної полімеризації. Реакція ініціювання. Термічне ініціювання у присутності та відсутності ініціаторів. Типи ініціаторів. Ініціювання у присутності окисно-відновних систем. Фотоініціювання. Радіаційне ініціювання та ініціювання плазмою.	2	2	4	2	

5	<p>Реакція росту ланцюга. Обрив ланцюга рекомбінацією та диспропорціюванням. Реакції передачі ланцюга на ініціатор, мономер, розчинник, полімер. Кінетика радикальної полімеризації при низьких стадіях перетворення. Середня довжина кінетичного ланцюга та способи її визначення. Середній час "життя" кінетичного ланцюга. Залежність ступеня полімеризації від швидкостей ініювання, росту, обриву та передачі ланцюга. Регулятори та інгібітори. Радикальна полімеризація на глибоких стадіях перетворення. Гель-ефект. Вплив температури і тиску на радикальну полімеризацію. Радикальна теломеризація. Енергії активації реакцій ініціювання, росту, обриву та передачі ланцюга.</p>	2				
6	<p>Термодинаміка полімеризації. Теплота та ентропія полімеризації вінільних мономерів. Рівновага полімеризація-деполімеризація та її залежність від температури. Гранична температура полімеризації та способи її визначення. Рівноважна (критична) концентрація мономеру.</p>	2				
7	<p>Проведення полімеризації у масі, розчині, суспензії, емульсії, твердій та газовій фазі.</p>	2				

8	<p>Виробництво полімерів методом радикальної полімеризації. Поліетилен високого тиску. Полістирол блоковий та суспензійний. Пінополістирол. Ударотривкий полістирол. Бутадієн-стирольний каучук. АБС-кополімери. Вплив складу на їх властивості. Полівінілхлорид. Вініпласт та пластикат. Фторопласти. Особливості переробки. Поліметилметакрилат. Полівінілацетат. Полівініловий спирт. Полівінілацеталі. Поліакриламід. Поліакриламідні гелі.</p>					
Змістовний модуль 2						
9	<p>Кополімеризація. Кінетична схема бінарної кополімеризації. Диференційне рівняння "миттєвого" складу кополімеру Мейо-Льюїса. Відносні константи кополімеризації та методи їх розрахунку. Графічні залежності складу кополімеру від концентрації мономерів. Ідеальна та альтернантна кополімеризація. Точка азеотропу.</p>	2	2	4		
10	<p>Терполімеризація. Кополімеризація при глибоких ступенях перетворення. Середній склад кополімеру. Комплексоутворення у реакціях кополімеризації. Q - e схема Алфрея-Прайса. Кополімеризація як метод встановлення відносної реакційної здатності мономерів. Статистичні та регулярні кополімери. Блок-кополімери. Щеплені кополімери.</p>	2	2	4	2	

Змістовний модуль 3						
11	<p>Поліконденсація. Мономери для поліконденсації.</p> <p>Функціональність мономерів. Гомо-, гетеро- та кополіконденсація. Залежність ступеню полімеризації від конверсії. Рівняння Карозерса. Вплив нееквівалентності взаємодіючих функціональних груп на довжину полімерного ланцюга при поліконденсації. Молекулярно-масовий розподіл та кінетика поліконденсації. Проведення поліконденсації у розплаві, розчині емульсії та твердій фазі. Рівноважна та нерівноважна поліконденсація, міжфазна поліконденсація.</p>	2	2	4		
12	<p>Промислове виробництво поліконденсаційних полімерів. Фенолоформальдегідні смоли, резолі та новолаки. Сечовино- та меламіноформальдегідні смоли. Поліестери. Лавсан. Поліаміди. Найлон-66. Поліуретани. Полікарбонати. Полііміди.</p>	2	2	4	2	
Змістовний модуль 4						

13	<p>Йонна полімеризація вінільних мономерів. Головні відміни йонної полімеризації від радикальної. Активні центри йонної полімеризації. Особливості кінетики йонної полімеризації. Безобривні процеси. Йонна полімеризація при швидкому та повільному ініціюванні. Аніонна полімеризація. Карбаніони - спряжені основи С-Н-кислот, їх активність і будова; методи дослідження та синтезу. Ініціювання аніонної полімеризації. Аніон-радикали. Будова та здатність мономерів до аніонної полімеризації.</p>	2	2	4		
14	<p>Аніонна полімеризація неполярних мономерів у неполярних середовищах. Безобривні процеси та "живі" полімери. Аніонна полімеризація в полярних розчинниках. Кінетика аніонної полімеризації на йонних парах та вільних йонах. Особливості аніонної полімеризації полярних мономерів. Стереорегулювання у аніонній полімеризації. Стереорегулярний каучук. Синтез за допомогою "живих" полімерів.</p>	2	2	4	2	
Змістовний модуль 5						

15	Катіонна полімеризація вінільних мономерів. Будова, активність та методи синтезу карбокатионів. Співініціювання. Ініціювання катіонної полімеризації. Будова і активність мономерів у катіонній полімеризації. Катіонна полімеризація олефінів та стиролу. Реакції росту та обмеження росту ланцюга у катіонній полімеризації.	2	2	4		
16	Катіонна полімеризація з кінетичним обривом. Кінетика катіонної полімеризації та залежність молекулярної маси полімерів від швидкостей реакцій ініціювання, росту, передачі та обриву ланцюга. Псевдокатіонна полімеризація. Катіонна полімеризація вінілових етерів. Стереорегулювання у катіонній полімеризації "Живі" полімери в безобривних процесах росту ланцюга та синтези за їх допомогою.	2			2	
17	Координаційно-йонна полімеризація. Полімеризація олефінів на гомогенних та гетерогенних каталізаторах Циглера-Натта. Механізм процесу та стереорегулювання. Полімеризація дієнів на π -алільних комплексах перехідних металів. Проблеми координаційної полімеризації полярних мономерів.	2		4		

18	Синтез гетеролацюгових полімерів методами йонної полімеризації. Полімеризація акролеїну, формальдегіду, ацетальдегіду та хлоралю. Полімеризація ізоціанатів, ціанатів та нітрilів. Йонна полімеризація циклічних етерів та сульфідів. Залежність їх основності від розміру циклу. Полімеризація ацеталів, лактонів, лактамів, силоксанів.	2				
	Всього	36	18	40	10	

Змістовний модуль I.

Лекція 1 (2 год.).

Історичні аспекти формування сучасних понять "полімер" та "макромолекула". Мономер, олігомер, полімер - сучасне визначення. Класифікація та номенклатура полімерів.

Лекція 2 (2 год.).

Ланцюгові та ступінчасті реакції синтезу полімерів - полімеризація та поліконденсація. Ступінь полімеризації. Середньочислова, середньомасова, середньов'язкісна та Z-середня молекулярні маси. Способи їх визначення. Коефіцієнт полідисперсності. Молекулярно-масовий розподіл у синтетичних полімерах.

Лабораторна робота 1 (2

год.).

Визначення середніх молекулярних мас і побудова кривих ММР за допомогою молекулярних моделей.

Завдання для самостійної роботи (4 год.) .

1. Вивчення теоретичного матеріалу за темою практичного заняття.
2. Розв'язок задач домашнього завдання на визначення середніх молекулярних мас.

Лекція 3 (2 год.).

Реакція полімеризації. Полімеризація ненасичених мономерів. Активні центри радикальної та йонної полімеризації. Реакції ініціювання, росту, обриву та передачі ланцюга. Вплив швидкостей цих реакцій на молекулярну масу полімеру.

Лекція 4 (2 год.).

Радикальна полімеризація. Способи генерації радикалів. Будова мономерів та їх здатність до радикальної полімеризації. Реакція ініціювання. Термічне

ініціювання у присутності та відсутності ініціаторів. Типи ініціаторів. Ініціювання у присутності окисно-відновних систем. Фотоініціювання. Радіаційне ініціювання та ініціювання плазмою.

Лабораторна робота 2 (2 год.).

Дослідження радикальної полімеризації стиролу.

Завдання для самостійної роботи (4 год.) .

1. Вивчення теоретичного матеріалу за темою практичного заняття.
2. Розв'язок задач домашнього завдання на тему радикальна полімеризація.

Контрольна модульна робота (2 год.)

Радикальна полімеризація.

Лекція 5 (2 год.).

Реакція росту ланцюга. Обрив ланцюга рекомбінацією та диспропорціюванням. Реакції передачі ланцюга на ініціатор, мономер, розчинник, полімер. Кінетика радикальної полімеризації при низьких стадіях перетворення. Середня довжина кінетичного ланцюга та способи її визначення. Середній час "життя" кінетичного ланцюга. Залежність ступеня полімеризації від швидкостей ініціювання, росту, обриву та передачі ланцюга. Регулятори та інгібітори. Радикальна полімеризація на глибоких стадіях перетворення. Гель-ефект. Вплив температури і тиску на радикальну полімеризацію. Радикальна теломеризація. Енергії активації реакцій ініціювання, росту, обриву та передачі ланцюга.

Лекція 6 (2 год.).

Термодинаміка полімеризації. Теплота та ентропія полімеризації вінільних мономерів. Рівновага полімеризація-деполімеризація та її залежність від температури. Гранична температура полімеризації та способи її визначення. Рівноважна (критична) концентрація мономеру.

Лекція 7 (2 год.).

Проведення полімеризації у масі, розчині, суспензії, емульсії, твердій та газовій фазі.

Лекція 8 (2 год.).

Виробництво полімерів методом радикальної полімеризації. Поліетилен високого тиску. Полістирол блоковий та суспензійний. Пінополістирол. Ударотривкий полістирол. Бутадієн-стирольний каучук. АБС-кополімери. Вплив складу на їх властивості. Полівінілхлорид. Вініпласт та пластикат. Фторопласти. Особливості переробки. Поліметилметакрилат. Полівінілацетат. Полівініловий спирт. Полівінілацетат. Поліакриламід. Поліакриламідні гелі.

Контрольні запитання до 1 змістовного модуля

1. Для чого необхідне усереднення молекулярних мас полімерів?
2. Наведіть варіанти усереднення молекулярних мас полімерів.
3. Як можна визначити молекулярні маси полімерів?
4. Як пов'язані стабільність та живучість радикалів?
5. Методи генерації та реєстрації радикалів.
6. Як визначити ефективність та швидкість ініціювання?
7. Як пов'язані будова мономеру та його здатність до полімеризації?
8. Поясніть різницю між сповільнювачами, інгібіторами та регуляторами радикальної полімеризації.
9. Як ступень полімеризації залежить від швидкості росту, обриву, ініціювання та передачі ланцюга?
10. Які існують способи проведення процесу радикальної полімеризації? Їх переваги та недоліки.

Змістовний модуль II.

Лекція 9 (2 год.).

Кополімеризація. Кінетична схема бінарної кополімеризації. Диференціальне рівняння "миттєвого" складу кополімеру Мейо-Льюїса. Відносні константи кополімеризації та методи їх розрахунку. Графічні залежності складу кополімеру від концентрації мономерів. Ідеальна та альтернативна кополімеризація. Точка азеотропу.

Лабораторна робота 4 (2 год.).

Кополімеризація стиролу з малеїновим ангідридом та полімераналогічні перетворення кополімеру.

Завдання для самостійної роботи (4 год.) .

1. Вивчення теоретичного матеріалу за темою практичного заняття.
2. Розв'язок задач домашнього завдання на тему кополімеризація.

Лекція 10 (2 год.).

Терполімеризація. Кополімеризація при глибоких ступенях перетворення. Середній склад кополімеру. Комплексоутворення у реакціях кополімеризації. Q - e схема Алфрея-Прайса. Кополімеризація як метод встановлення відносної реакційної здатності мономерів. Статистичні та регулярні кополімери. Блок-кополімери. Щеплені кополімери.

Практичне заняття (2 год.).

Розв'язок задач за темою „Кополімеризація”

Завдання для самостійної роботи (4 год.) .

1. Вивчення теоретичного матеріалу за темою практичного заняття.
2. Розв'язок задач домашнього завдання за темою „Кополімеризація”

Контрольна модульна робота (2 год.)
Кополімеризація.

Контрольні запитання до II змістовного модуля

1. Наведіть кінетичну схему бінарної кополімеризації.
2. Виведіть диференційне рівняння Майо-Льюїса.
3. Наведіть приклади „миттєвого складу” кополімеру в залежності від значень сталих кополімеризації.
4. Що відбувається на глибоких стадіях конверсії при кополімеризації?
5. Поясніть схему Алфрея-Прайса.
6. Як розрахувати значення параметрів Q та e для нового мономеру?
7. Як за відомими значеннями параметрів Q та e для двох комономерів побудувати графік „миттєвого складу” їх кополімеру?
8. Як розрахувати значення констант кополімеризації при конверсії більшій за 10%?

Змістовний модуль III.

Лекція 11 (2 год.).

Поліконденсація. Мономери для поліконденсації. Функціональність мономерів. Гомо-, гетеро- та кополіконденсація. Залежність ступеню полімеризації від конверсії. Рівняння Карозерса. Вплив нееквівалентності взаємодіючих функціональних груп на довжину полімерного ланцюга при поліконденсації. Молекулярно-масовий розподіл та кінетика поліконденсації. Проведення поліконденсації у розплаві, розчині емульсії та твердій фазі. Рівноважна та нерівноважна полікоцленсація, міжфазна поліконденсація.

Лабораторна робота 4 (2 год.).

Поліконденсація фталевого ангідриду з гліцерином.

Завдання для самостійної роботи (4 год.) .

1. Вивчення теоретичного матеріалу за темою практичного заняття.
2. Розв'язок задач домашнього завдання.

Лекція 12 (2 год.).

Промислове виробництво поліконденсаційних полімерів. Фенолоформальдегідні смоли, резолі та новолаки. Сечовино- та меламіноформальдегідні смоли. Поліестери. Лавсан. Поліаміди. Найлон-66. Поліуретани. Полікарбонати. Полііміди.

Практичне заняття (2 год.).

Перевірка розв'язку задач домашнього завдання.
Перевірка теоретичних знань студентів за даною темою.

Розв'язок типових задач за темою „Поліконденсація”

Завдання для самостійної роботи (4 год.) .

1. Вивчення теоретичного матеріалу за темою практичного заняття.
2. Розв'язок задач домашнього завдання за темою „Поліконденсація”

Контрольна модульна робота (2 год.)

Поліконденсація.

Контрольні запитання до III змістовного модуля

1. Вимоги до мономерів для поліконденсації.
2. Які реакції використовуються у ступінчатих процесах синтезу полімерів?
3. Порівняйте рівноважну та нерівноважну поліконденсацію.
4. Порівняйте реакції полімеризації та поліконденсації.
5. Як впливає еквімолярність функціональних груп на молекулярну масу поліконденсаційних полімерів?
6. Що призводить до обмеження зростання ланцюга при поліконденсації?
7. Які поліконденсаційні полімери виробляються промислово?
8. Наведіть приклади використання рівняння Карозерса при поліконденсації.
9. Наведіть криві залежності ступеню полімеризації від повноти проходження процесу поліконденсації.
10. Поясніть принцип Флорі.

Змістовний модуль IV.

Лекція 13 (2 год.).

Йонна полімеризація вінільних мономерів. Головні відміни йонної полімеризації від радикальної. Активні центри йонної полімеризації. Особливості кінетики йонної полімеризації. Безобривні процеси. Йонна полімеризація при швидкому та повільному ініціюванні. Аніонна полімеризація. Карбаніони - спряжені основи С-Н-кислот, їх активність і будова; методи дослідження та синтезу. Ініціювання аніонної полімеризації. Аніон-радикали. Будова та здатність мономерів до аніонної полімеризації.

Практичне заняття (2 год.).

Перевірка розв'язку задач домашнього завдання.

Перевірка теоретичних знань студентів за даною темою.

Розв'язок типових задач за темою „Йонна полімеризація”

Завдання для самостійної роботи (4 год.) .

1. Вивчення теоретичного матеріалу за темою практичного заняття.
3. Розв'язок задач домашнього завдання на тему йонна полімеризація.

Лекція 14 (2 год.).

Аніонна полімеризація неполярних мономерів у неполярних середовищах. Безобривні процеси та "живі" полімери. Аніонна полімеризація в полярних розчинниках. Кінетика аніонної полімеризації на йонних парах та вільних йонах. Особливості аніонної полімеризації полярних мономерів. Стереорегулювання у аніонній полімеризації. Стереорегулярний каучук. Синтез за допомогою "живих" полімерів.

Практичне заняття (2 год.).

Перевірка розв'язку задач домашнього завдання.

Перевірка теоретичних знань студентів за даною темою.

Розв'язок типових задач за темою „Аніонна полімеризація”

Завдання для самостійної роботи (4 год.) .

1. Вивчення теоретичного матеріалу за темою практичного заняття.
2. Розв'язок задач домашнього завдання.

Контрольні запитання до IV змістовного модуля

1. Які головні відміни йонної полімеризації від радикальної?
2. Які активні центри можливі в йонній полімеризації?
3. Що таке „живі” полімери?
4. Як відбувається аніонна полімеризація неполярних мономерів у неполярних розчинниках?
5. Експериментальне доведення існування йонних пар та вільних йонів.
6. Як відбувається аніонна полімеризація полярних мономерів?
7. Синтези за допомогою „живих” полімерів.

Контрольна модульна робота (2 год.)

Аніонна полімеризація.

Змістовний модуль V.

Лекція 15 (2 год.).

Катіонна полімеризація вінільних мономерів. Будова, активність та методи синтезу карбокатионів. Співініціювання. Ініціювання катіонної полімеризації. Будова і активність мономерів у катіонній полімеризації. Катіонна полімеризація олефінів та стиролу. Реакції росту та обмеження росту ланцюга у катіонній полімеризації.

Практичне заняття (2 год.).

Перевірка розв'язку задач домашнього завдання.

Перевірка теоретичних знань студентів за даною темою.

Розв'язок типових задач за темою „Катіонна полімеризація”

Завдання для самостійної роботи (4 год.) .

1. Вивчення теоретичного матеріалу за темою практичного заняття.
2. Розв'язок задач домашнього завдання на тему катіонна полімеризація.

Лекція 16 (2 год.).

Катіонна полімеризація з кінетичним обривом. Кінетика катіонної полімеризації та залежність молекулярної маси полімерів від швидкостей реакцій ініціювання, росту, передачі та обриву ланцюга. Псевдокатіонна полімеризація. Катіонна полімеризація вінілових етерів. Стереорегулювання у катіонній полімеризації "Живі" полімери в безобривних процесах росту ланцюга та синтези за їх допомогою.

Лекція 17 (2 год.).

Координаційно-йонна полімеризація. Полімеризація олефінів на гомогенних та гетерогенних каталізаторах Циглера-Натта. Механізм процесу та стереорегулювання. Полімеризація дієнів на π -алільних комплексах перехідних металів. Проблеми координаційної полімеризації полярних мономерів.

Завдання для самостійної роботи (4 год.) .

Вивчення теоретичного матеріалу за темою лекції.

Лекція 18 (2 год.).

Синтез гетеролацюгових полімерів методами йонної полімеризації. Полімеризація акролеїну, формальдегіду, ацетальдегіду та хлоралю. Полімеризація ізоціанатів, ціанатів та нітрилів. Йонна полімеризація циклічних етерів та сульфідів. Залежність їх основності від розміру циклу. Полімеризація ацеталів, лактонів, лактамів, силоксанів.

Контрольна модульна робота (2 год.).

Йонна полімеризація.

Контрольні запитання до V змістовного модуля

1. Поясніть різницю хімії карбокатионів, карбаніонів та радикалів.
2. Наведіть приклади ініціаторів та коініціаторів катіонної полімеризації.
3. Які існують реакції обмеження росту ланцюга при катіонній полімеризації?
4. Наведіть приклади безобривних процесів катіонної полімеризації.
5. Стереорегулювання при катіонній полімеризації.
6. Наведіть приклади йонної полімеризації мономерів з кратними гетезв'зками.
7. Йонна полімеризація формальдегіду.

Рекомендована література

Основна:

1. Гетьманчук Ю.П. Полімерна хімія. (ч. 1-3). - К., 1999.
2. Z. Florjanczyk i S. Penczek. Chemia polimerow t. 1-3. Warszawa. 1995-1997.
3. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения.- М., 1992.
4. Оудиан Дж. Основы химии полимеров. - М., 1974.
5. Тагер А.А. Физико-химия полимеров.- М., 1968.
6. Шур А.М. Высокомолекулярные соединения.- М., 1981.

Додаткова:

1. Бартенев Г.М. Физика и механика полимеров. - М., 1983
2. Ерусалимский Б.Л. Процессы ионной полимеризации.- Л., 1974.
3. Зильберман Е.Н. Примеры и задачи по химии высокомолекулярных соединений. - М., 1984.
4. Кеннеди Дж. Катионная полимеризация. - М., 1978.
5. Практикум по химии и физике полимеров. / Под ред. проф. Куренкова В.Ф. - М., 1990.
6. Соколов Л.Б. Основы синтеза полимеров методом поликонденсации. -М., 1979.
7. Энциклопедия полимеров т. 1-3. -К., 1973-1975.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізико-хімія високомолекулярних сполук (6 семестр)

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.

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

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. Вискоеластичний стан. (2 год.)

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 вискоеластичної деформації, гістерезисні явища. Теорія вискоеластичності 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 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. (2 год.)

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 термодинамічний 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 $T_{\text{топ}}$ рівноважна $T_{\text{топ}}$ 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 набування, кінетика набування та фактори, що впливають на неї. Специфіка набування 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 Фазові рівноваги у системі полімер-розчинник.	1	4
16	Тема 16 Особливості розчинів полімерів різної концентрації. Розведені, напіврозведені та концентровані	2	8
17	Тема 17 Драглі.	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. Близький та дальній конфігураційний та конформаційний 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. Близький конфігураційний порядок ланцюга.
4. Близький конформаційний порядок ланцюга.
5. Дальній конформаційний порядок ланцюга.
6. Тактичність та стереорегулярність.
7. Хімічна ізомерія ланок.
8. Конформація ланцюга в цілому.
9. Стереохімічна конформація ланки, близький та дальній конформаційний 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.

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

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

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

Контрольні запитання та завдання

1. Внутрішнє обертання в макромолекулах. Ротамери.
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 р.

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. Бартнев 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 силування.

Рекомендована література:

1. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.-424 с.
2. Тагер А.А. Фізико-хімія полімерів. 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. Фізика полімерів. 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 V.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 вискоеластичної деформації, гістерезисні явища. Теорія вискоеластичності полімерних сіток.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Ефект термоеластичної інверсії. Інверсія теплового ефекту при деформуванні каучуку.

Контрольні запитання та завдання

1. Вискоеластичний стан полімерів.
2. Реологічні моделі та їх реограми. Тіла Гука, Ньютона, Кельвіна-Фойгта.
3. Ентропійна природа пружності ідеального каучуку.
4. Термодинаміка вискоеластичної деформації, ідеальний та реальний каучук.
5. Рівняння стану окремої розтягнутої макромолекули.
6. Робота при деформуванні вискоеластичного матеріалу.
7. Гістерезисні явища при деформуванні полімерів у вискоеластичному 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. Высокмолекулярные 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 напруги 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. Бартенев 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. Бартенев 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 рілиноподібного 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. Термокінетичний 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., Journ 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. Фізико-хімія полимеров. М., Научный мир, 2007.- 576 с.
3. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Фізика полимеров. Л., Хімія, 1990.-432 с.
4. Марихин В.А., Мясников Л.П. Надмолекулярная структура полимеров .- Л.: Хімія, 1977.-240с.
5. Джейл Ф.Х. Полимерные монокристаллы.-М.: Хімія, 1968.-552с.
6. Привалко В.П. Молекулярное строение и свойства полимеров. Л.: Хімія, 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., Journ 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.: Хімія, 1976.- -216 с.
10. Бартенев Г.М., Зеленов Ю.В. Фізика 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 расп 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. Высокмолекулярные 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. Генфорд 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., Академія, 2003.
4. Цветков В.Н., Эскин В.Е., Френкель С.Я. Структура макромолекул в рас творах. 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., Академія, 2003.
5. Бартенев 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. Бартенев Г.М., Бартенева 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., Шибаев В.П. Гребнеобразные полимеры и жидкие кристаллы. М.: Химия, 1980, 304 с.
18. Бартенев 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. Бартенев 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-навантаження. 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, Максвела, 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 низькомолекуляр-на 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. Драгли, 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-наважка. 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.