

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

### ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ХІМІЇ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ СПОЛУК

**Мета заняття:** засвоїти основні поняття хімії високомолекулярних сполук; розглянути класифікацію полімерів; навчитися визначати молекулярну масу полімеру.

#### Хід виконання лабораторної роботи

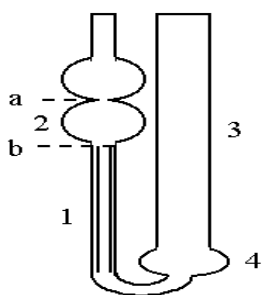
**Практичне значення лабораторної роботи:** набуття навичок визначення молекулярної маси полімеру шляхом застосування віскозиметричного методу; визначення кислотного й амінного чисел для розрахунку середньої молекулярної маси поліаміду.

**Дослід 1. Визначення молекулярної маси полімерів віскозиметричним методом.**

*Реактиви та обладнання:* 2-3 г полівінілового спирту, дистильована вода, розчинники (бензол, толуол, ацетон, метиловий спирт, хлороформ, циклогексан, диметилформамід 200 см<sup>3</sup>); віскозиметр Оствальда, секундомір, піпетки градуйовані об'ємом 5 і 10 см<sup>3</sup>, скляні фільтри №1 і №2, фільтр паперовий; колба мірна, лійки скляні; склянки; груша гумова.

#### Методика виконання дослідів

Віскозиметр Оствальда (рис. 1) використовується для визначення в'язкості при одній концентрації полімеру. При його використанні необхідно заливати у віскозиметр однакові кількості розчинника й розчинів, так щоб рівень їх у кульці був завжди однаковий.



- 1 – капіляр;
- 2 – резервуар для вимірювання кількості рідини, що проходить крізь капіляр;
- 3 – допоміжний резервуар;
- 4 – резервуар для збору рідини;
- a, b – позначки, відносно яких проводять вимірювання

Рисунок 1 – Віскозиметр Оствальда

Перед вимірюванням віскозиметр необхідно ретельно вимити та просушити.

Для визначення молекулярної маси полімеру за допомогою віскозиметра Оствальда необхідно приготувати розчин з концентрацією 1 г /100 см<sup>3</sup> розчинника.

Розведенням вихідного розчину готують 4 розчини по 15 см<sup>3</sup> у концентраціях: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 г/100 см<sup>3</sup> розчинника.

Для визначення часу витікання розчинника ( $t_0$ ) через широку трубку віскозиметра потрібно залити 10 см<sup>3</sup> розчинника. За допомогою гумової груші

затягнути розчинник по капіляру вище верхньої позначки, ввімкнути секундомір, відмітити час, за який рідина дійде до нижньої відмітки. Час витікання визначити не менше 3-х разів і розрахувати середнє значення. Аналогічно виміряти час витікання розчину полімеру, починаючи з найменшої концентрації. Отримані результати  $t_1, t_2, t_3, t_4$  вписати в таблицю 1.

Відносно, питомо й наведену величини в'язкості обчислити за формулами (4-6):

$$\eta_{\text{відн}} = \frac{t_i}{t_0} \quad (4)$$

$$\eta_{\text{пит}} = \eta_{\text{відн}} - 1 \quad (5)$$

$$\eta_{\text{наведена}} = \frac{\eta_{\text{пит}}}{c} \quad (6)$$

де  $t_i$  – час витікання  $i$ -го розчину полімеру;

$c$  – концентрація розчину (г/100 мл розчинника)

Таблиця 1 – Результати вимірювань і розрахунків в'язкості

Показник	$t_0, c$	$t_1, c$	$t_2, c$	$t_3, c$	$t_4, c$
1	2	3	4	5	6
1 проба					
2 проба					
3 проба					
Середнє значення					
$\eta_{\text{відн}}$					
$\eta_{\text{пит}}$					
$\eta_{\text{наведена}}$					

Потім побудувати графік залежності наведеної в'язкості від концентрації розчину й екстраполяцією залежності, що одержана, до нульової концентрації знайти величину характеристичної в'язкості  $[\eta]$  як відрізок, що відтинається прямою на осі ординат (рис. 2).

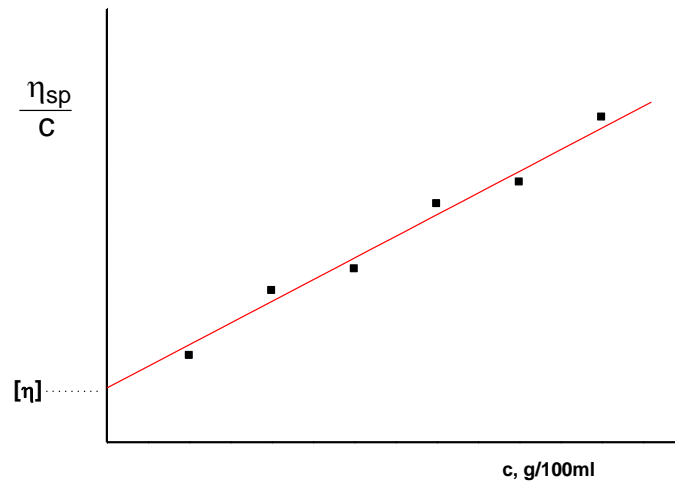


Рисунок 2 – Залежність питомої в'язкості від концентрації

Точніше  $[\eta]$  розраховується за допомогою методу найменших квадратів як вільний член рівняння (7):

$$\frac{[\eta]_{\text{nut}}}{c} = [\eta] + a \cdot c \quad (7)$$

де  $a$  – числовий коефіцієнт (тангенс кута нахилу прямої).

Використовуючи величину  $[\eta]$  і дані  $K$  та  $\alpha$ , обчислити молекулярну масу полімеру за рівнянням Марка-Куна-Хувінка (8):

$$M = \exp\{(\ln[\eta] - \ln K)/\alpha\} \quad (8)$$

де  $M$  – молекулярна маса.

Після проведення вимірювання необхідно декілька разів промити віскозиметр чистим розчинником, який використовувався для приготування розчину полімеру, що досліджували; обов'язково прополоскати капіляр і вимірювальну кульку.

## Дослід 2. Визначення кислотного й амінного чисел для розрахунку середньої молекулярної маси поліаміду.

*Реактиви та обладнання:* наважки поліаміду по 0,5 та 0,1 г, 0,1 н розчин гідрогенхлоридної кислоти, 0,1 н розчин калій гідроксиду (КОН), метилоранж, фенолфталеїн; конічні колби об'ємом 100 та 250 см<sup>3</sup>, бюретки для титрування.

### Методика виконання дослідів

*Визначення амінного числа (АЧ).*

Взяти дві наважки 0,5 г поліаміду, внести в конічні колби з притертими корками й залити 25 см<sup>3</sup> 0,1 н спиртового розчину гідрогенхлоридної кислоти. Через 3 год провести зворотне титрування 0,1 н

спиртовим розчином КОН у присутності метилоранжу та визначити надлишок кислоти.

АЧ, виражене в мг НСІ на 1 г речовини, розрахувати за формулою (9):

$$АЧ = \frac{aT - bT \cdot 1000}{g} \quad (9)$$

де  $a$  – кількість 0,1 н розчину гідрогенхлоридної кислоти, см<sup>3</sup>;

$b$  – кількість 0,1 н розчину КОН, витраченого на зворотне титрування, см<sup>3</sup>;

$T$  – титр розчину гідрогенхлоридної кислоти, г/см<sup>3</sup>;

$T$  – титр розчину КОН, г/см<sup>3</sup>;

$g$  – наважка, г.

*Визначення кислотного числа (КЧ).*

Дві точні наважки по 1 г переосадженого полімеру внести в конічні колби ємністю 250 см<sup>3</sup> та додати 25 см<sup>3</sup> 0,1 н розчину КОН. Одночасно провести контрольний дослід без наважки. Через 2 год провести титрування 0,1 н розчином гідрогенгалогенідної кислоти до зникнення рожевого забарвлення фенолфталеїну. КЧ розрахувати за формулою (10):

$$КЧ = \frac{(a - b)}{g} \cdot T \cdot 1000 \quad (10)$$

де  $a$  – кількість 0,1 н розчину гідрогенгалогенідної кислоти, витраченого на титрування контрольного розчину, см<sup>3</sup>;

$b$  – кількість 0,1 н розчину гідрогенгалогенідної кислоти, витраченого на титрування розчину з наважкою, см<sup>3</sup>;

$T$  – титр розчину гідрогалогенідної кислоти за КОН, г/ см<sup>3</sup>;

$g$  – наважка полімеру, г.

Для зручності розрахунку молекулярної маси за обома кінцевими групами амінне число доцільно виразити в міліграмах КОН на 1 г речовини. Для цього кількість 0,1 н розчину кислоти потрібно помножити на титр 0,1 н розчину кислоти, виражений у грамах КОН.

Молекулярну масу розраховують за такою формулою (11):

$$M = \frac{56 \cdot 2 \cdot 1000}{АЧ + КЧ} \quad (11)$$

**За результатами лабораторної роботи зробити загальний висновок.**

#### ✍ Завдання для домашнього виконання

1. Заповнити таблицю 2. Указати структури мономерів: етилен, пропілен, ізобутилен, бута-1,3-дієн, ізопрен, акрилонітрил, вінілхлорид, вініліденхлорид, хлоропрен, вініловий спирт, акриламід, вінілацетат, нітроетилен, тетрафторетилен, стирол, акрилова кислота, метакрилова кислота,

метилакрилат, метилметакрилат, етилентерефталат, етиленоксид і відповідних їм полімерів з використанням сучасної української номенклатури.

Таблиця 2 – Особливості будови мономерів і відповідних їм полімерів.  
Номенклатура полімерів

№ з/п	Формула і назва мономера	Формула й назва полімеру (номенклатура: раціональна, систематична)
1	2	3

2. Заповнити таблицю 3, використовуючи формули можливих полімерів, що представлені в таблиці 2, використовуючи посилання URL: <http://solvetpv.lviv.ua/poznachky-na-plastyku-shho-potribno-znaty-koly-vy-kupuyete-vodu-v-plastykovij-plyashti/>

Таблиця 3 – Значення і застосування полімерів в різних галузях.

№ з/п	Назва полімеру	Хімічна формула полімеру	Позначення	Застосування в побуті
1	2	3	4	5

3. Описати методики визначення молекулярних мас полімерів (кріоскопія, ебуліоскопія, осмометрія, метод кінцевих груп, ультрацентрифугування, метод розсіювання світла).