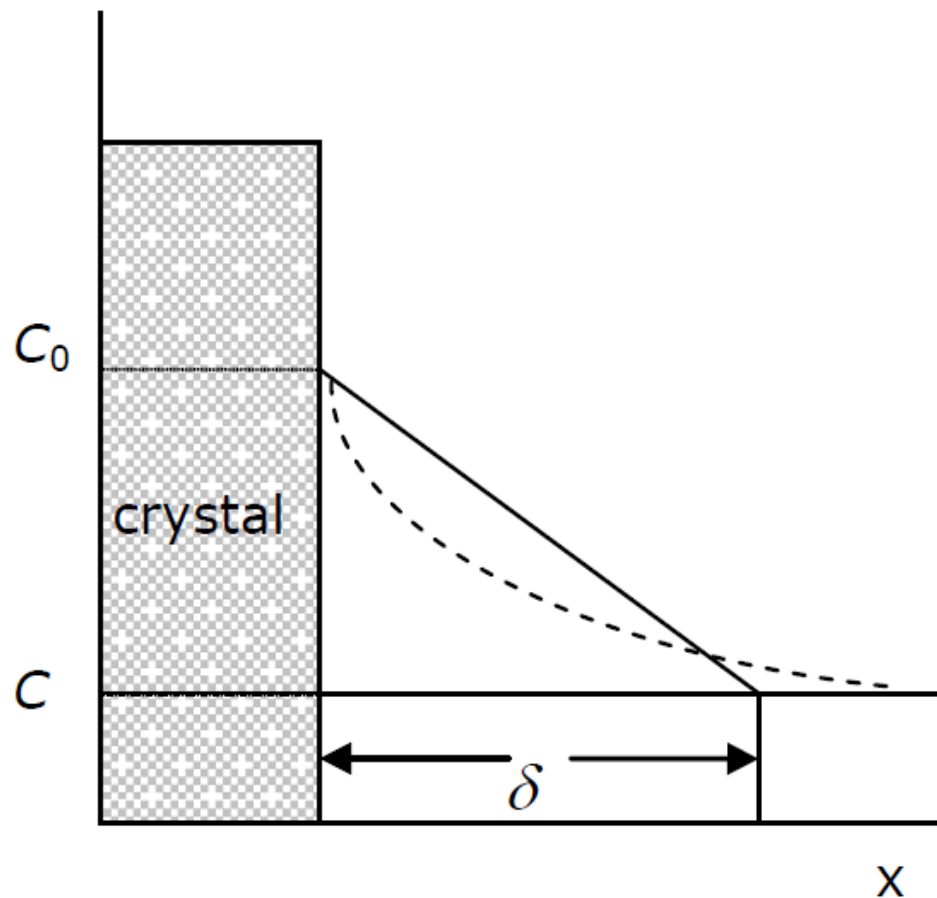




ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

КІНЕТИКА РОЗЧИНЕННЯ ТВЕРДИХ РЕЧОВИН



ТЕМА: Кінетика розчинення твердих речовин.

МЕТА: навчитися визначати кінетику розчинення твердих речовин, обробляти отримані результати вимірювань.

ОБЛАДНАННЯ:

- Кондуктометр Мі 170 з інструкцією користувача;
- Магнітна мішалка РІВА-03.1;
- Комп'ютер;
- Пластикові пробірки з отворами;
- Стакан 250-400 см³, мірний циліндр 200 см³.

РЕАКТИВИ: дистильована вода, льодяники, таблетки (вказує викладач): аскорбінова, лимонна, ацетилсаліцилова кислоти.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Розчинення твердих тіл - це гетерогенний процес, що відбувається на межі поділу фаз.

Процес розчинення проходить на твердій поверхні, і її можна розділити на наступні етапи:

- дифузія взаємодіючих речовин на поверхні твердої речовини;
- адсорбція на поверхні;
- взаємодія на поверхні;
- десорбція з поверхні;
- дифузія продуктів реакції з поверхні твердої речовини.

Під час розчинення твердих кристалічних речовин у водному розчині вищезазначені етапи доповнюються гідратацією поверхні і продуктів розчинення. Розчинення твердої речовини контролюється найповільнішою стадією реакції, яка полягає в дифузії розчиненої та гідратованої сполуки з поверхні твердої речовини. Загальна швидкість реакції неоднорідних процесів контролюється швидкістю найповільнішої (лімітуючої) стадії.

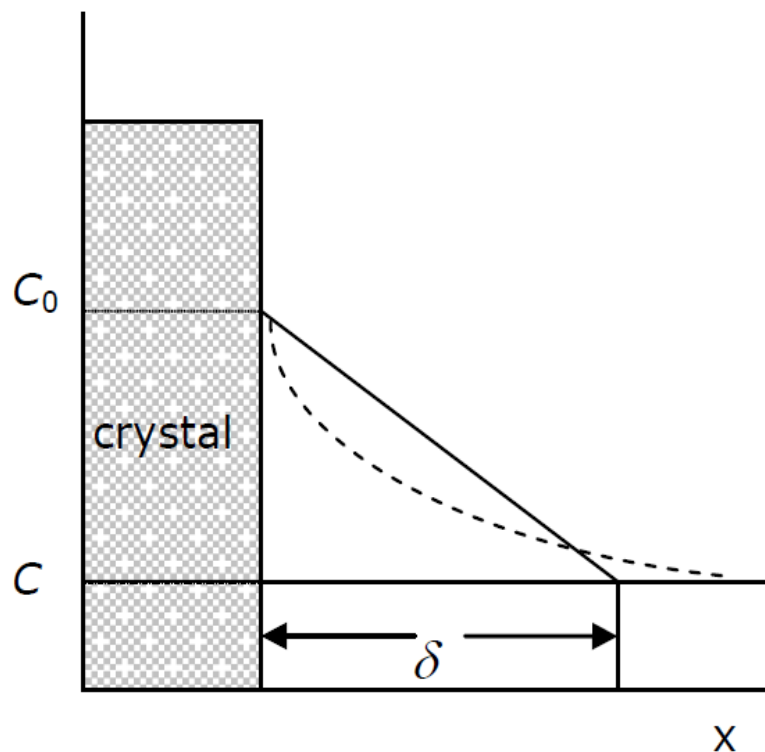


Рис. 1. Кінетика розчинення твердих тіл

Коли кристал розчиняється, на його поверхні розташовується шар насиченого розчину. З якого розчинена сіль дифундує в ненасичений розчин. За нормальних умов перемішування процес дифузії виникає в тонкому **дифузійному шарі** товщиною δ (0.1 – 0.01 мм) на поверхні кристала. За час dt може розчинитися лише стільки солі, скільки вона може дифундувати в розчин. За першим законом дифузії Фіка ми отримуємо:

$$dn = DS \frac{dc}{dx} dt, \quad (1)$$

де dn [моль] - кількість розчиненої речовини протягом часового інтервалу dt [с], D [м.с⁻¹] - коефіцієнт дифузії, S [м²] - загальна поверхня (фазова межа) розчиненої твердої речовини i , нарешті, dc/dx - градієнт концентрації. На Рис. 1 суцільна лінія являє собою приблизну, а пунктирна реальну зміну концентрації.

Гradient концентрації:

$$-\frac{dc}{dx} = \frac{c_0 - c}{\delta}$$

(2)

Якщо врахувати, що $dc = dn / V$, рівняння дифузії набуває вигляду:

$$\frac{dc}{dt} = \frac{DS}{\delta V} (c_0 - c) = k(c_0 - c), k = \frac{DS}{\delta V},$$

(3)

Завдяки інтегруванню отримуємо:

$$\ln \frac{c_0}{c_0 - c} = kt \tag{4}$$

Провідність розбавленого розчину пропорційна концентрації, тому отримуємо:

$$\ln \frac{\chi_k}{\chi_k - \chi} = kt, \quad (5)$$

де χ - провідність за час t і χ_k за час $t = \infty$, у випадку насиченого розчину. Провідність можна виміряти опосередковано за допомогою опору, тому:

$$\ln \frac{R}{R - R_k} = kt, \quad (6)$$

де R - опір розчину за час t і R_k за час $t = \infty$.



стаціонарний кондуктометр Milwaukee Mi 170

параметри вимірювання:

- ЕС (електропровідність), мСм
- TDS (загальна кількість розчинених твердих речовин)
- відсотковий вміст NaCl
- температура від -20 °С до 120 °С.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ



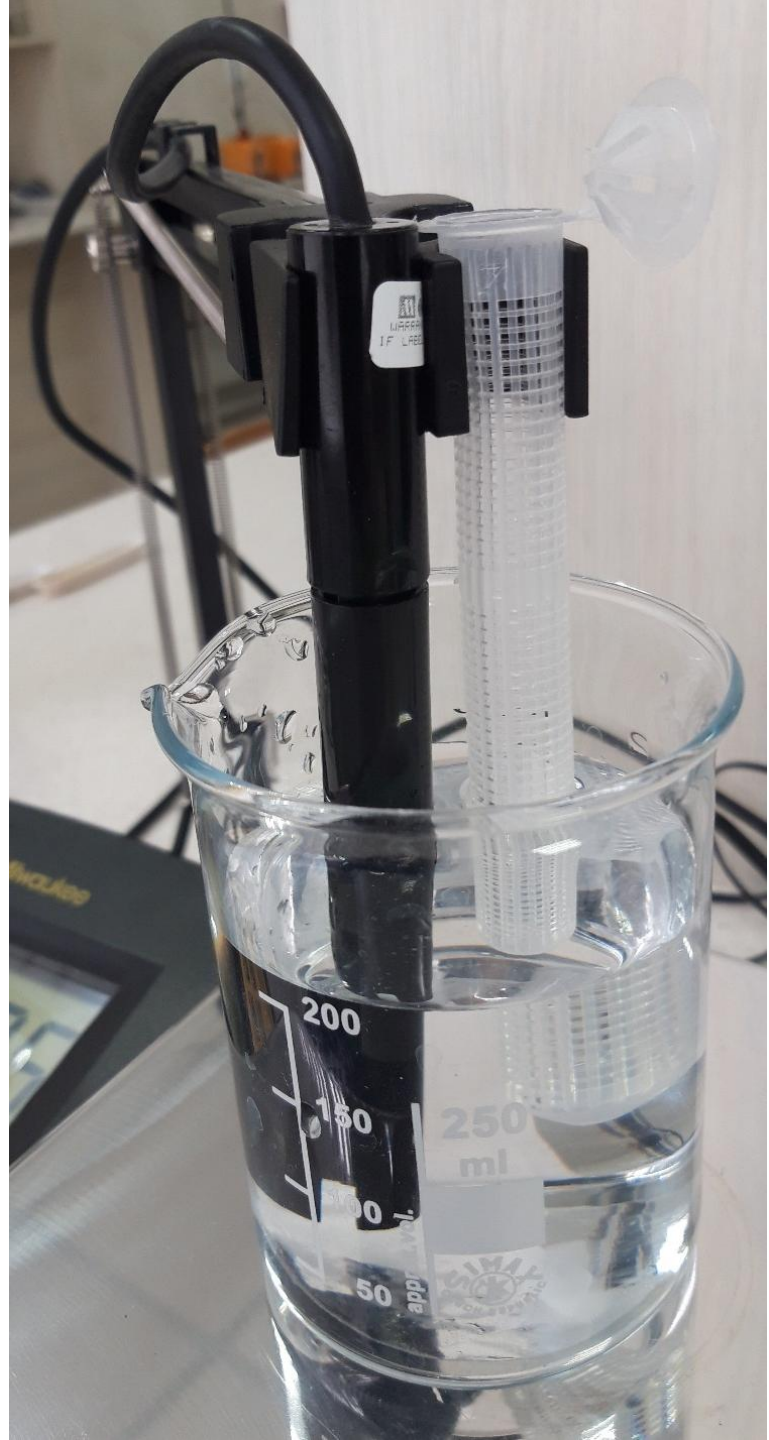
1. Помістіть склянку з дистильованою водою (200 мл) на магнітну мішалку.
2. Складіть лабораторну установку, як показано на фото



3. Встановіть швидкість перемішування 400 об/хв, і залиште її постійною на весь час експерименту.

4. Визначте провідність чистої дистильованої води (вона повинна бути менше 2 мкСм).

5. Обережно помістіть зразок в пластикову пробірку і запусіть програму Mi 520 на комп'ютері.



6. Записуйте дані електропровідності протягом часу, який необхідний для повного розчинення таблетки. Періодичність запису – 30-90 секунд.

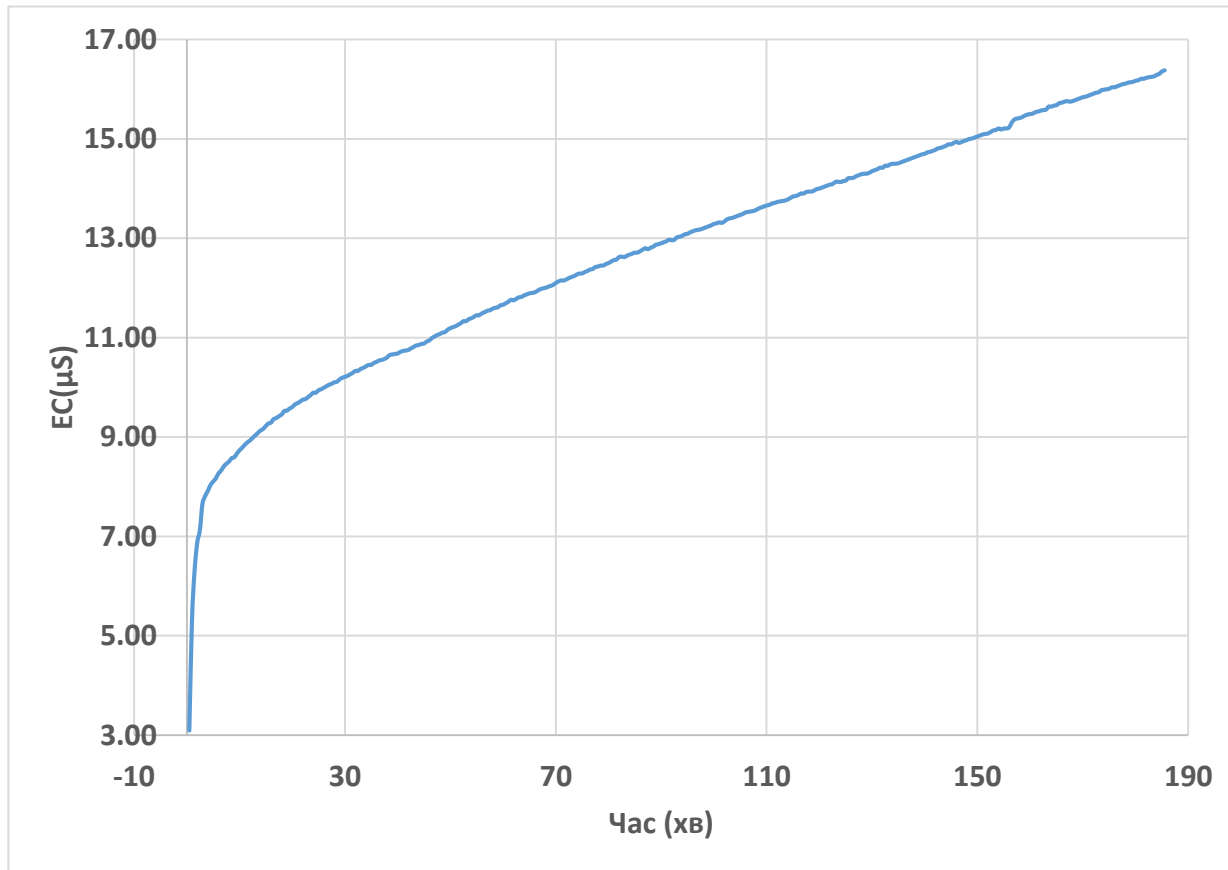
8. Після закінчення вимірювань вимкніть мішалку та кондуктометр, електрод промийте дистильованою водою.

The screenshot shows the MI 5200 software interface. At the top, there is a display area showing the current readings: $2.64 \mu\text{S}$ and $18.8 \text{ }^\circ\text{C}$. Below the display are several control buttons: Settings, Disconnect, Stop, Log Sample, and Exit. The main part of the interface is a data table with the following columns: Date, Time, EC (μS), $^\circ\text{C}$, Temp.Comp., EC Buffer, EC Offset, Cell constant, and Remarks. The table contains 78 rows of data, all recorded on 1921/03/24. The bottom of the interface features a navigation bar with buttons for Open, Print, Save, Export, Clear, Plot, and About. The status bar at the very bottom shows 'Auto Log!', 'Show GLP Info', 'Log Download', 'Change Range', and 'MI 170'.

| | Date | Time | EC (μS) | $^\circ\text{C}$ | Temp.Comp. | EC Buffer | EC Offset | Cell constant | Remarks |
|----|------------|----------|----------------------|------------------|------------|-----------|-----------|---------------|---------|
| 52 | 1921/03/24 | 11:32:40 | 2.64 | 17.8 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 53 | 1921/03/24 | 11:33:10 | 2.64 | 17.9 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 54 | 1921/03/24 | 11:33:40 | 2.65 | 17.9 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 55 | 1921/03/24 | 11:34:10 | 2.65 | 17.9 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 56 | 1921/03/24 | 11:34:40 | 2.64 | 18.0 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 57 | 1921/03/24 | 11:35:10 | 2.64 | 18.0 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 58 | 1921/03/24 | 11:35:40 | 2.64 | 18.0 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 59 | 1921/03/24 | 11:36:10 | 2.65 | 18.1 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 60 | 1921/03/24 | 11:36:40 | 2.64 | 18.1 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 61 | 1921/03/24 | 11:37:10 | 2.63 | 18.2 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 62 | 1921/03/24 | 11:37:40 | 2.64 | 18.2 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 63 | 1921/03/24 | 11:38:10 | 2.63 | 18.2 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 64 | 1921/03/24 | 11:38:40 | 2.64 | 18.3 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 65 | 1921/03/24 | 11:39:10 | 2.64 | 18.3 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 66 | 1921/03/24 | 11:39:40 | 2.62 | 18.3 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 67 | 1921/03/24 | 11:40:10 | 2.64 | 18.4 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 68 | 1921/03/24 | 11:40:40 | 2.63 | 18.4 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 69 | 1921/03/24 | 11:41:10 | 2.64 | 18.5 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 70 | 1921/03/24 | 11:41:40 | 2.64 | 18.5 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 71 | 1921/03/24 | 11:42:10 | 2.62 | 18.5 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 72 | 1921/03/24 | 11:42:40 | 2.63 | 18.6 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 73 | 1921/03/24 | 11:43:10 | 2.64 | 18.6 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 74 | 1921/03/24 | 11:43:40 | 2.64 | 18.7 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 75 | 1921/03/24 | 11:44:10 | 2.65 | 18.7 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 76 | 1921/03/24 | 11:44:40 | 2.64 | 18.7 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 77 | 1921/03/24 | 11:45:10 | 2.63 | 18.8 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |
| 78 | 1921/03/24 | 11:45:40 | 2.63 | 18.8 | ATC | 5.0 (mS) | 0.00 | 1.135 | |

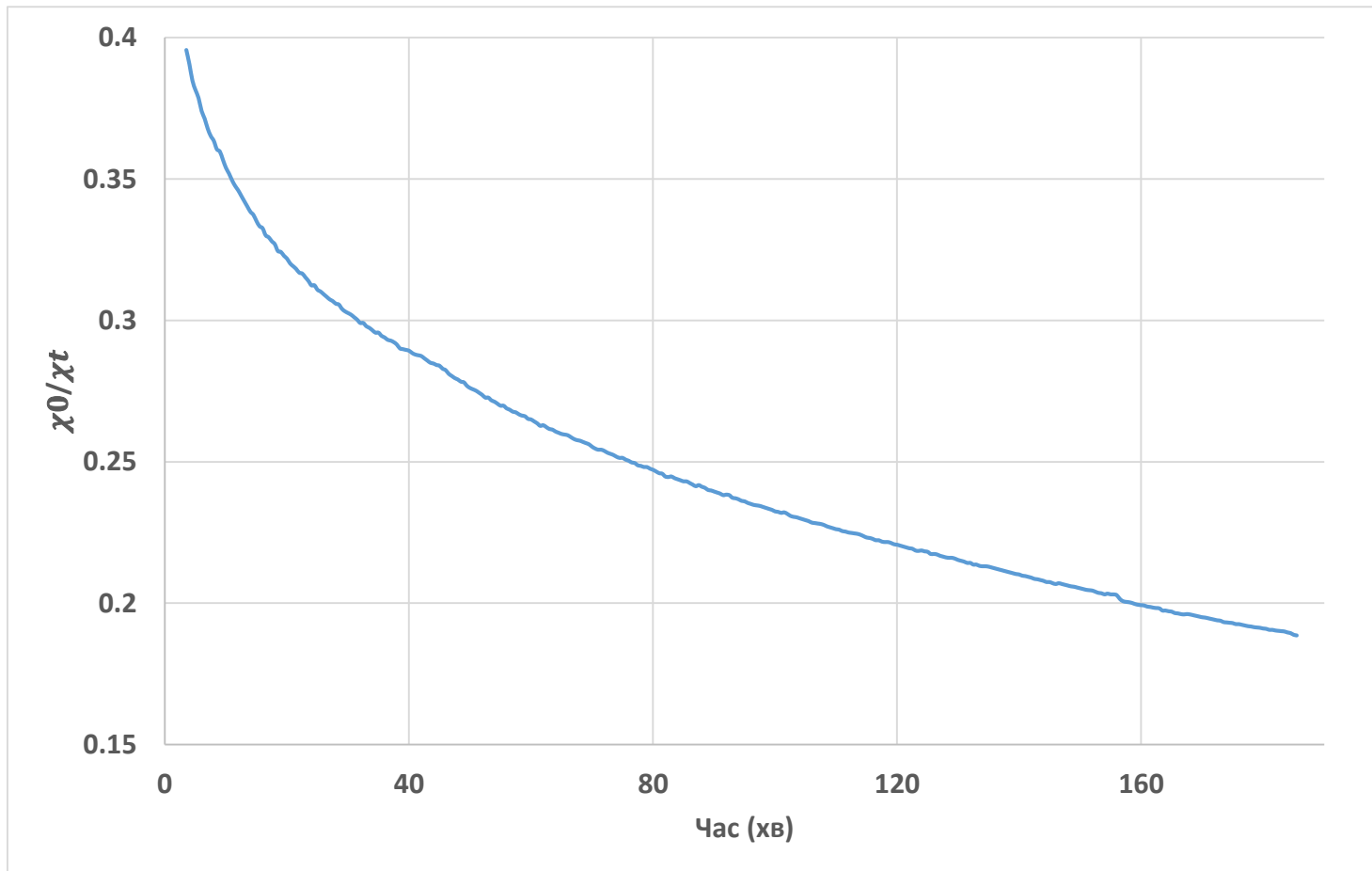
Обробка результатів аналізу:

1. Визначте питому електропровідність χ , χ_k , $\chi / \chi - \chi_k$
2. Побудуйте графік χ в залежності від часу t .



Обробка результатів аналізу:

3. Побудуйте графік $\frac{\chi_0}{\chi_t}$ в залежності від часу t .
4. Обчисліть значення: $\ln \frac{\chi}{\chi - \chi_k}$.

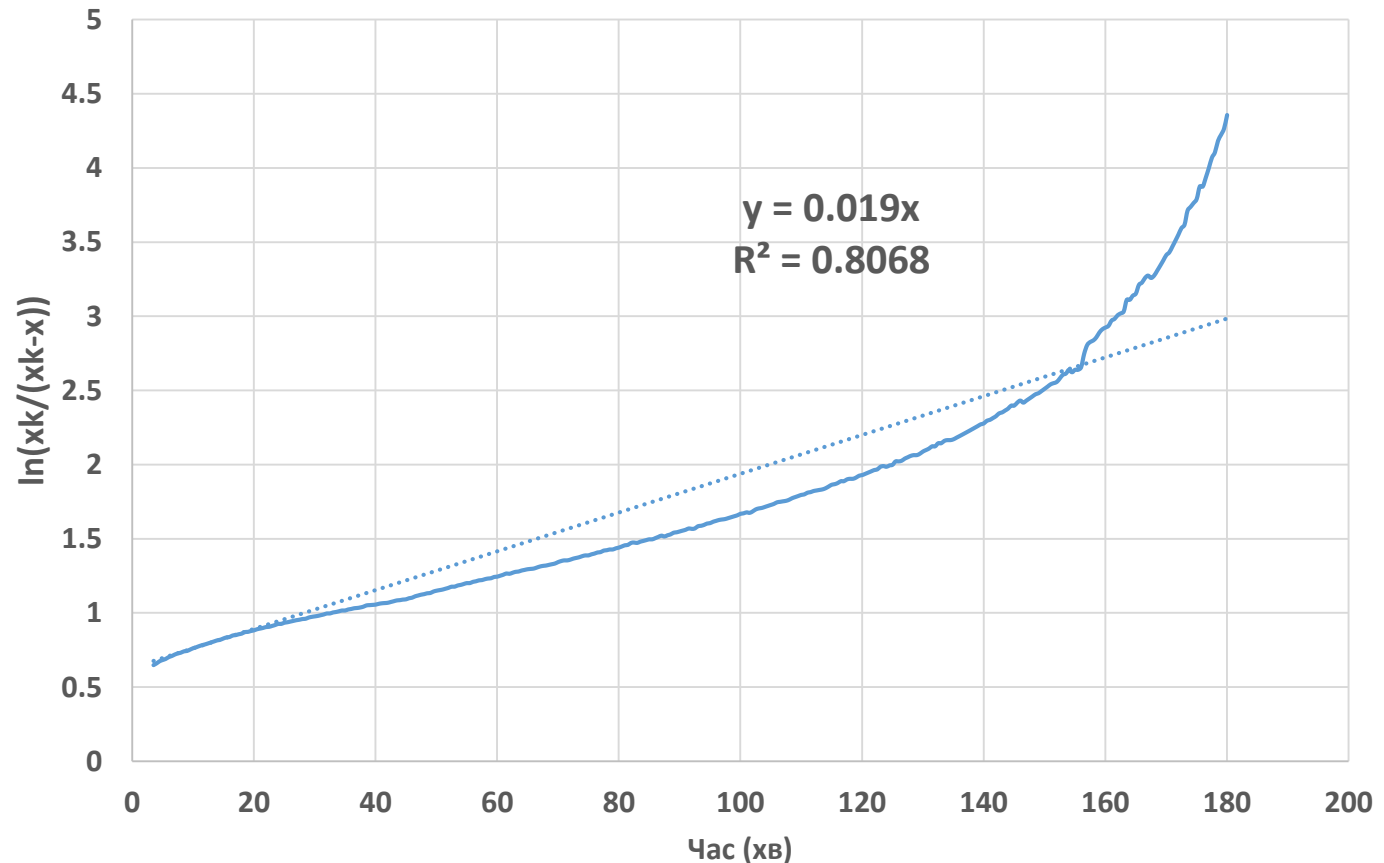


Обробка результатів аналізу:

5. Побудуйте графік $\ln \frac{x}{x-x_k}$ в залежності від часу t . Знайдіть константу нахилу k .

6. Вкажіть результати вимірювання:

$k = 0.019$



Контрольні питання

1. Що вивчає хімічна кінетика?
2. Назвіть етапи розчинення твердих речовин.
3. Який етап визначає швидкість розчинення?
4. Дайте визначення константи швидкості реакції.
5. Дайте визначення порядку реакції.
6. Дайте визначення молекулярності реакції.
7. Яка стадія визначає загальну швидкість сукупності послідовних реакцій?

