



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський державний університет харчування та торгівлі

# **ХІМІЯ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СИРОВИНИ Й МАТЕРІАЛІВ**

## **Розділ 2. Фізична хімія сировини та товарів**

Візуальне супроводження курсу  
для студентів спеціальності 076 «Підприємництво, торгівля  
та біржова діяльність»

Харків  
ХДУХТ  
2017

Візуальне супроводження курсу «Хімія та методи дослідження сировини й матеріалів. Розділ 2. Фізична хімія сировини та товарів» для студентів спеціальності 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність» [Електронний ресурс] / укладач Н. О. Отрошко. – Електрон. дані. – Х.: ХДУХТ, 2017. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.

Укладач канд. хім. наук, доц. Н. О. Отрошко

Рецензент: канд. техн. наук, доц. О. Ф. Аксьонова

Кафедра хімії, мікробіології та гігієни харчування

Схвалено методичною комісією вищого навчального закладу за спеціальністю 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність»  
(шифр, назва)

Протокол від «19» червня 2017 року № 5

Схвалено вченою радою ХДУХТ

Протокол від «03» липня 2017 року № 16

Схвалено редакційно-видавничою радою ХДУХТ

Протокол від «30» червня 2017 року № 6

© Отрошко Н. О., укладач, 2017

© Харківський державний університет  
харчування та торгівлі, 2017

# **Фізична хімія сировини та товарів**

**Фізична хімія** – наука, що пояснює хімічні явища та встановлює їх закономірності на основі загальних принципів фізики.

Фізична хімія розглядає дві основні групи питань:

1. Вивчення будови і властивостей речовин і його складових частин;
2. Вивчення процесів взаємодії речовин.

# Основи хімічної термодинаміки. Термохімія

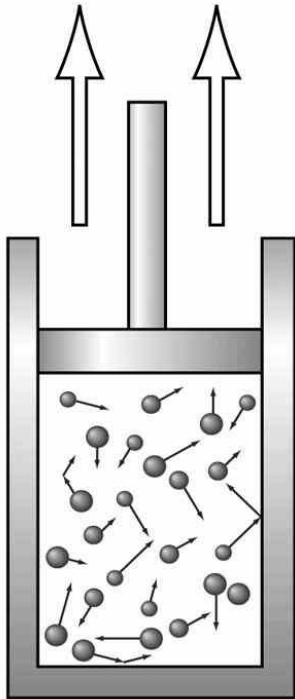
Форми обміну енергією  
Передача теплоти



$$Q = mc_{\text{пит}}\Delta T$$

# Основи хімічної термодинаміки. Термохімія

*Форми обміну енергією*  
*Виконання роботи*



Робота, яку виконує система при розширенні

$$A = -p\Delta V$$

Знак "–" відповідає тому, що робота виконується системою, а отже, втрачає енергію.

# Основи хімічної термодинаміки. Термохімія

## *Перший закон термодинаміки (Закон зберігання енергії)*

Енергія не може безслідно зникати або з нічого виникати; під час енергетичних перетворень одні види енергії переходять в інші в строго еквівалентних співвідношеннях.

Повна енергія ізольованою системи постійна.

Вічний рушій першого роду, тобто машина, що працює без приводу енергії, є неможливим.

# Основи хімічної термодинаміки. Термохімія

## *Перший закон термодинаміки (Закон зберігання енергії)*

Зміна внутрішньої енергії системи дорівнює кількості теплоти, що отримала система, мінус кількість роботи, що система виконала проти зовнішніх сил.

Для кінцевого процесу

$$\Delta U = Q - A$$

Для нескінченно малого зміни стану системи

$$dU = \delta Q - \delta A$$



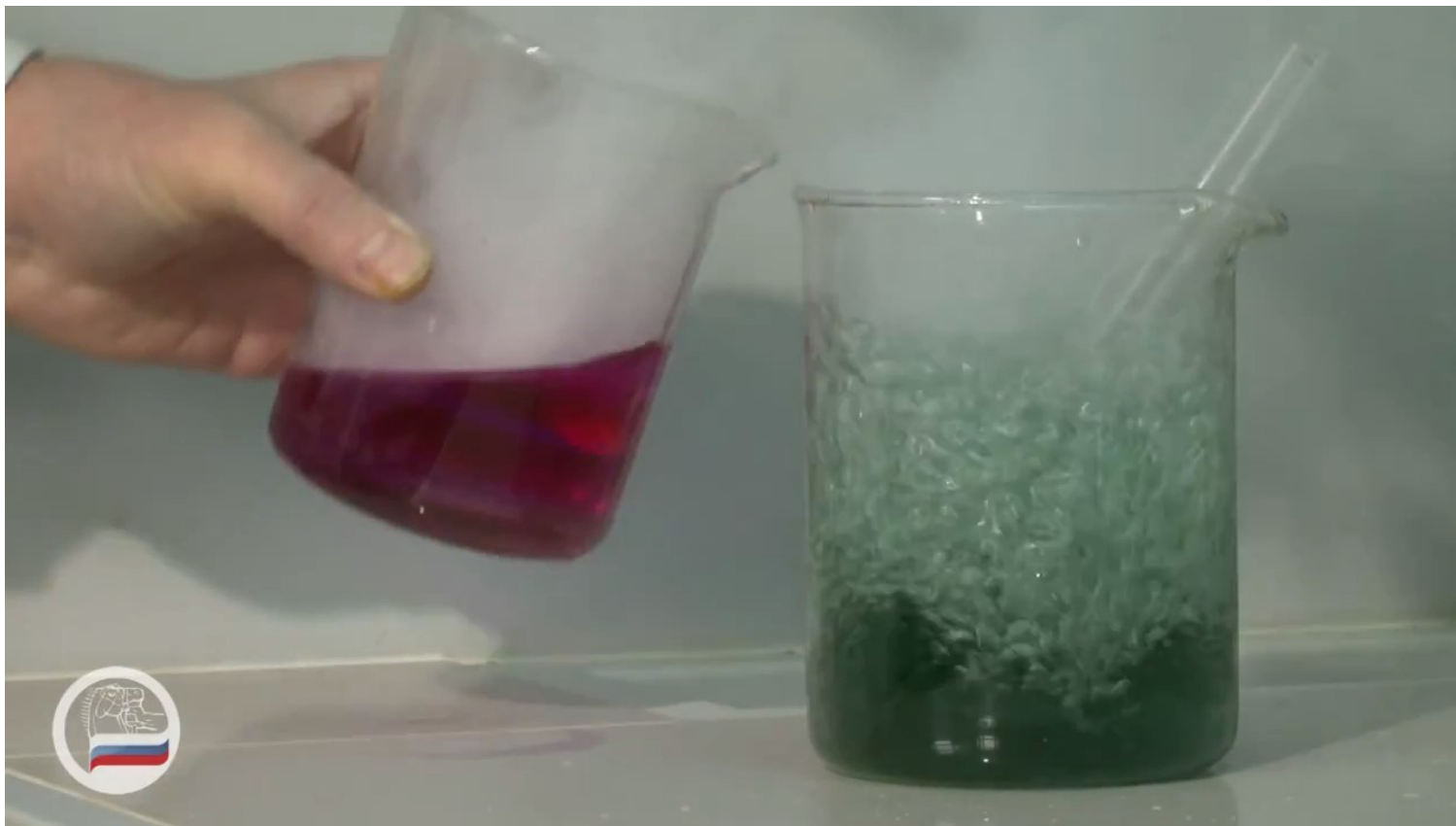
# Основи хімічної термодинаміки. Термохімія

## *Ендотермічний процес*



# Основи хімічної термодинаміки. Термохімія

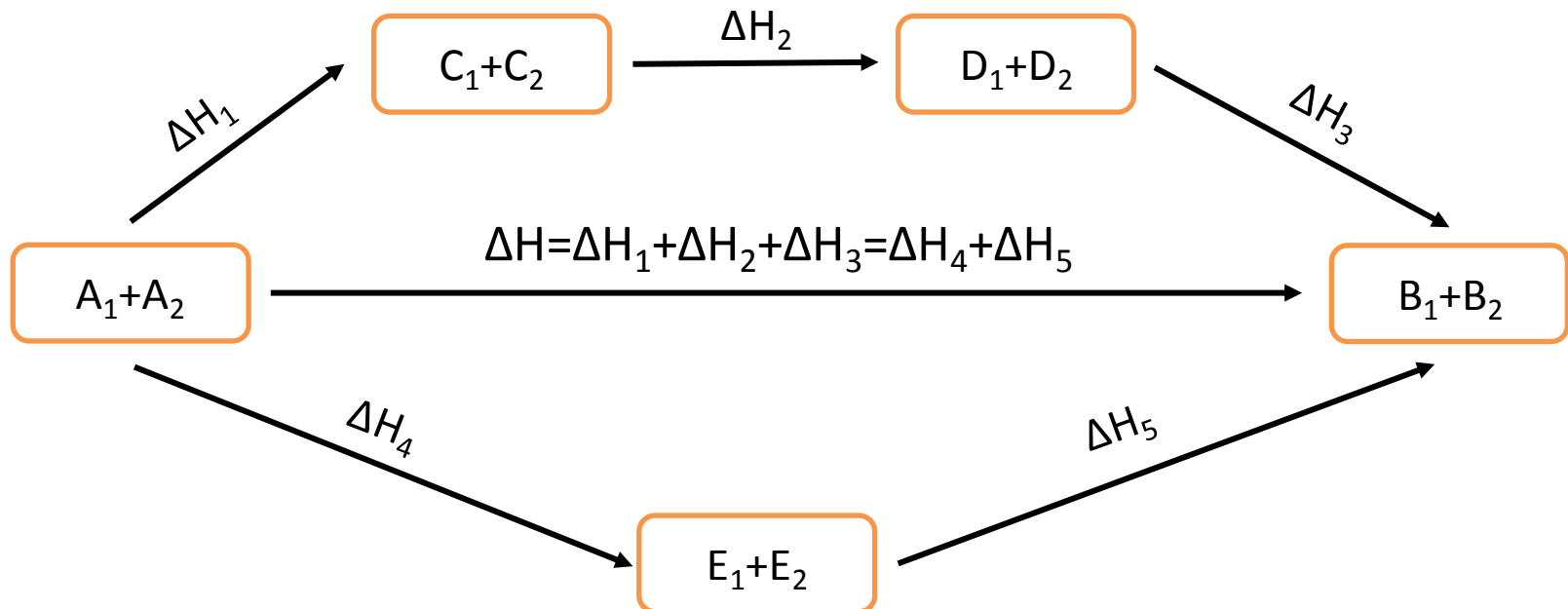
*Екзотермічний процес*



# Основи хімічної термодинаміки. Термохімія

## Закон Гесса

Тепловий ефект хімічної реакції не залежить від шляху протікання процесу (проміжних реакцій), а залежить лише від природи і стану реагуючих речовин і продуктів реакції.



# Основи хімічної термодинаміки. Термохімія

## *Другий закон термодинаміки*

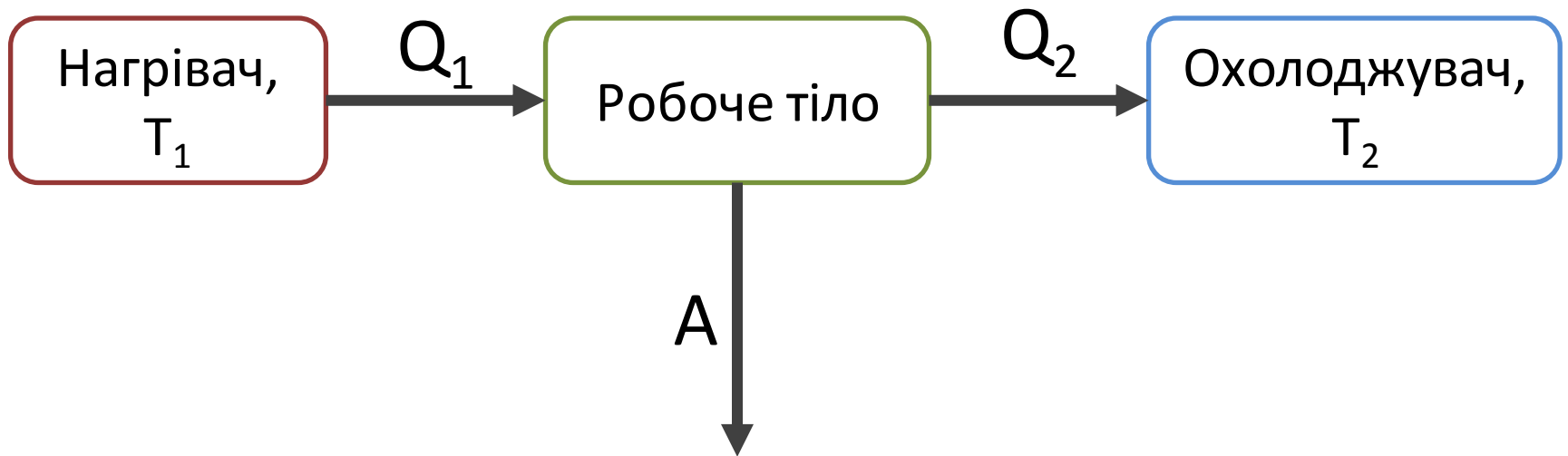
**Теплота не може самочинно переходити від менш нагрітого тіла до більш нагрітого – постулат Клаузиуса.**

**Неможливий процес, єдиним результатом якого є перетворення тепла в роботу – постулат Томпсона.**

**Неможливо побудувати машину, всі дії якої зводилися б до виробництва роботи за рахунок охолодження теплового джерела (вічний двигун другого роду).**

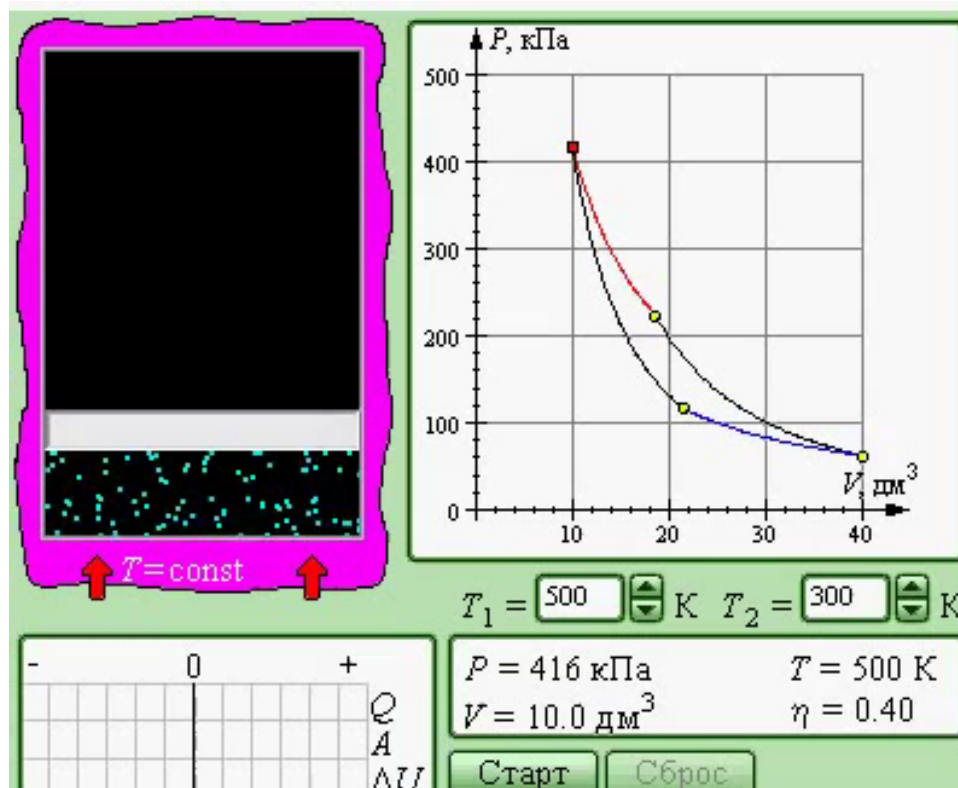
# Основи хімічної термодинаміки. Термохімія

*Схема теплової машини*



# Основи хімічної термодинаміки. Термохімія

## Цикл Карно



# Хімічна кінетика і каталіз

## *Швидкість хімічних реакцій*

Швидкість хімічної реакції це число елементарних актів хімічної реакції, що відбуваються в одиницю часу в одиниці об'єму (для гомогенних реакцій) або на одиниці поверхні (для гетерогенних реакцій).

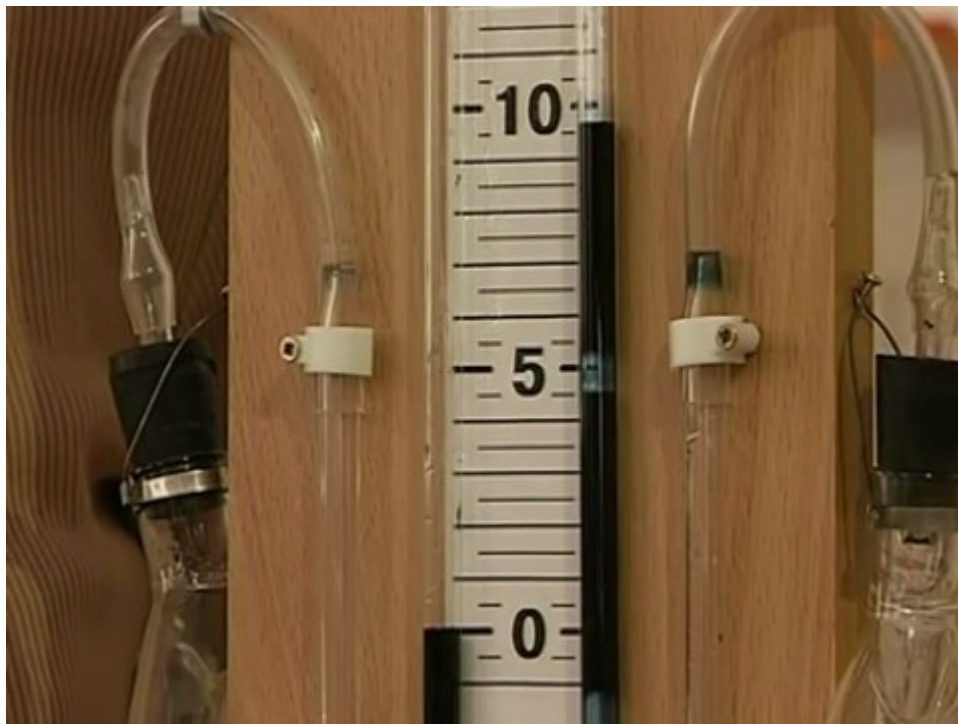
Швидкість хімічної реакції визначають як зміну концентрації реагуючих речовин в одиницю часу.

$$v = \pm \frac{dC}{d\tau}$$

$$v = \pm \frac{C_2 - C_1}{\tau_2 - \tau_1} = \pm \frac{\Delta C}{\Delta \tau}$$

# Хімічна кінетика і каталіз

*Вплив природи речовин на швидкість реакції*





# Хімічна кінетика і каталіз

## *Основний постулат хімічної кінетики*

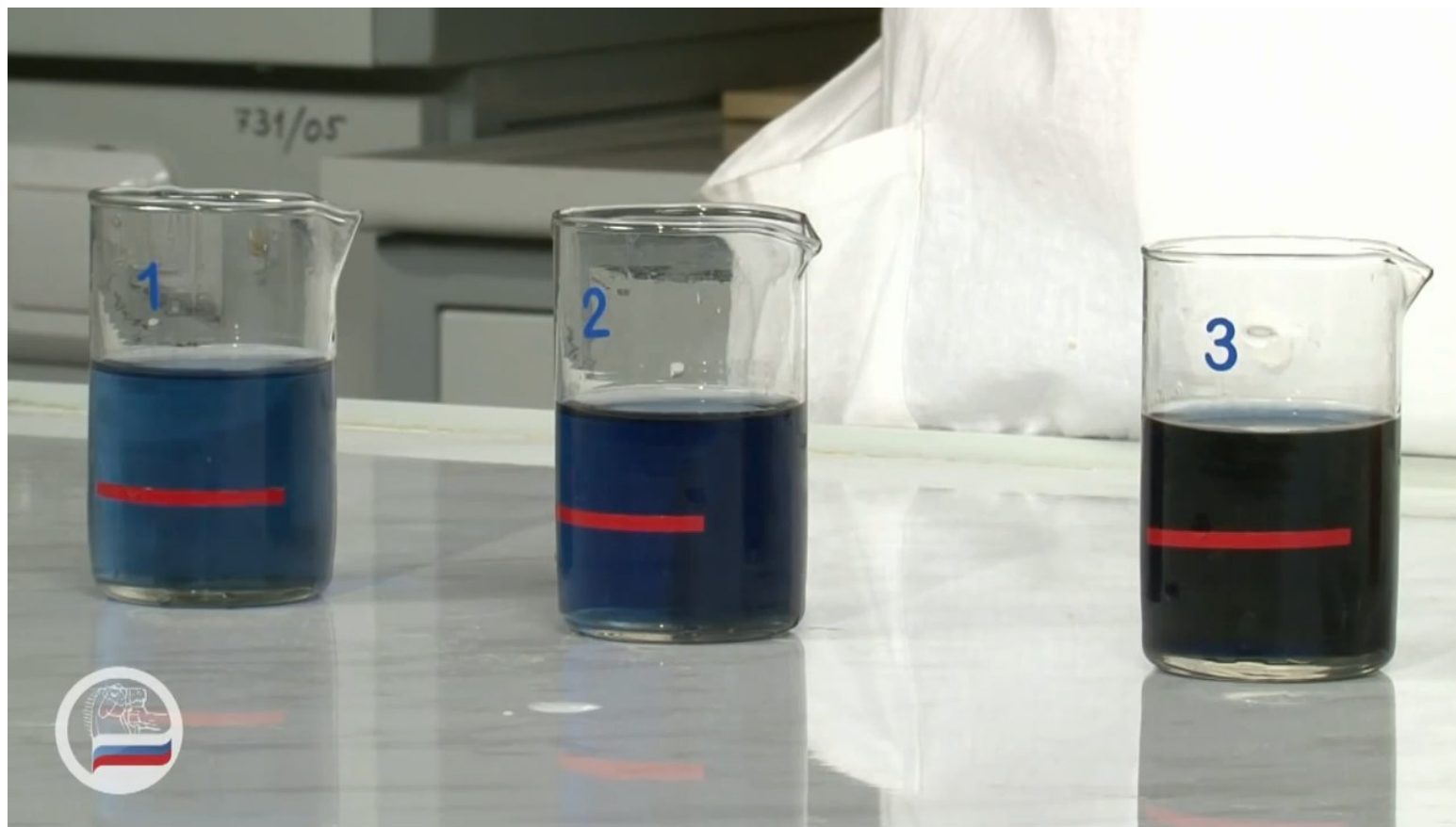
Швидкість хімічної реакції прямо пропорційна добутку концентрації реагуючих речовин, узятих в деякій степені.



$$v = kC_A^a \cdot C_B^b$$

# Хімічна кінетика і каталіз

*Вплив концентрації на швидкість реакції*



# Хімічна кінетика і каталіз

## *Правило Вант-Гоффа*

При підвищенні температури на кожні 10 градусів константа швидкості елементарної хімічної реакції збільшується у 2–4 рази.

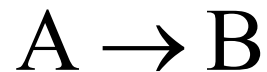
$$k_2 = k_1 \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$$

де  $\gamma$  – температурний коефіцієнт швидкості реакції

# Хімічна кінетика і каталіз

## *Теорія Ареніуса*

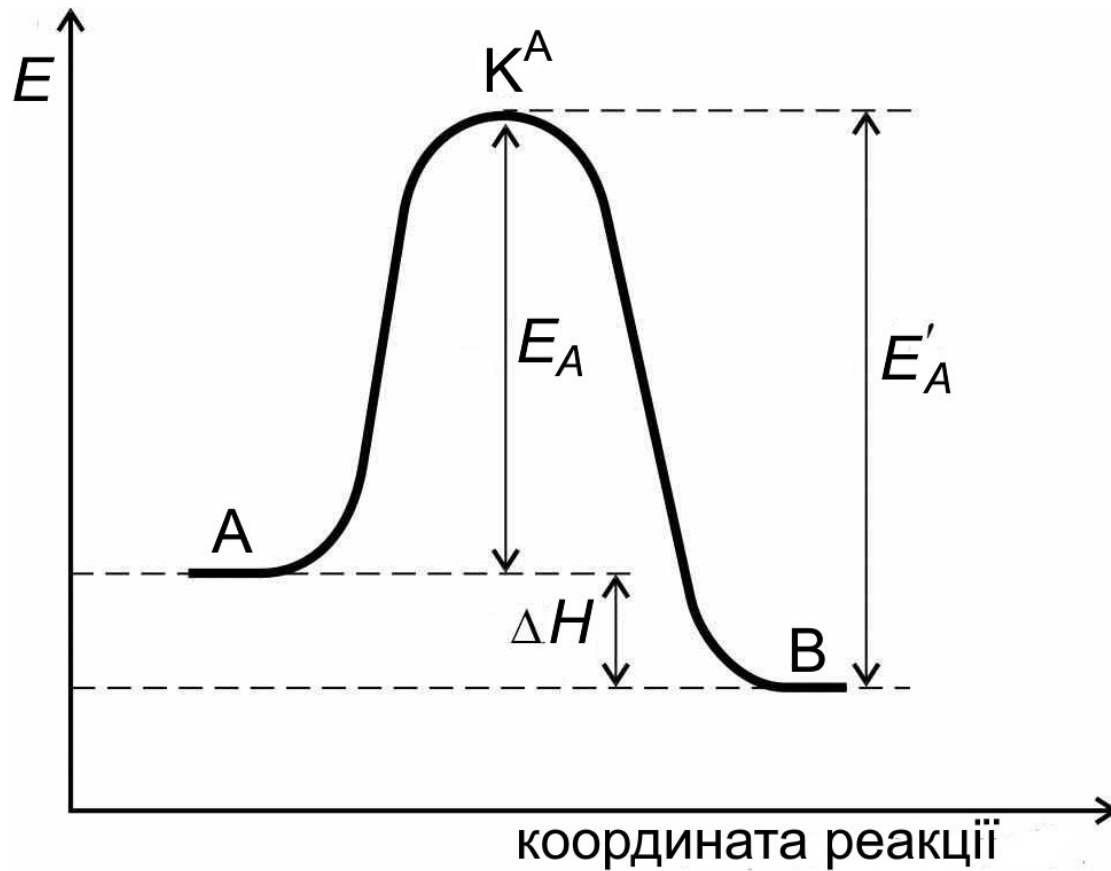
Енергія активації – це мінімальна енергія, якою повинні мати молекули, щоб їх зіткнення могло призвести до хімічної взаємодії



$$k(T) = A \exp\left(-\frac{E_A}{RT}\right)$$

# Хімічна кінетика і каталіз

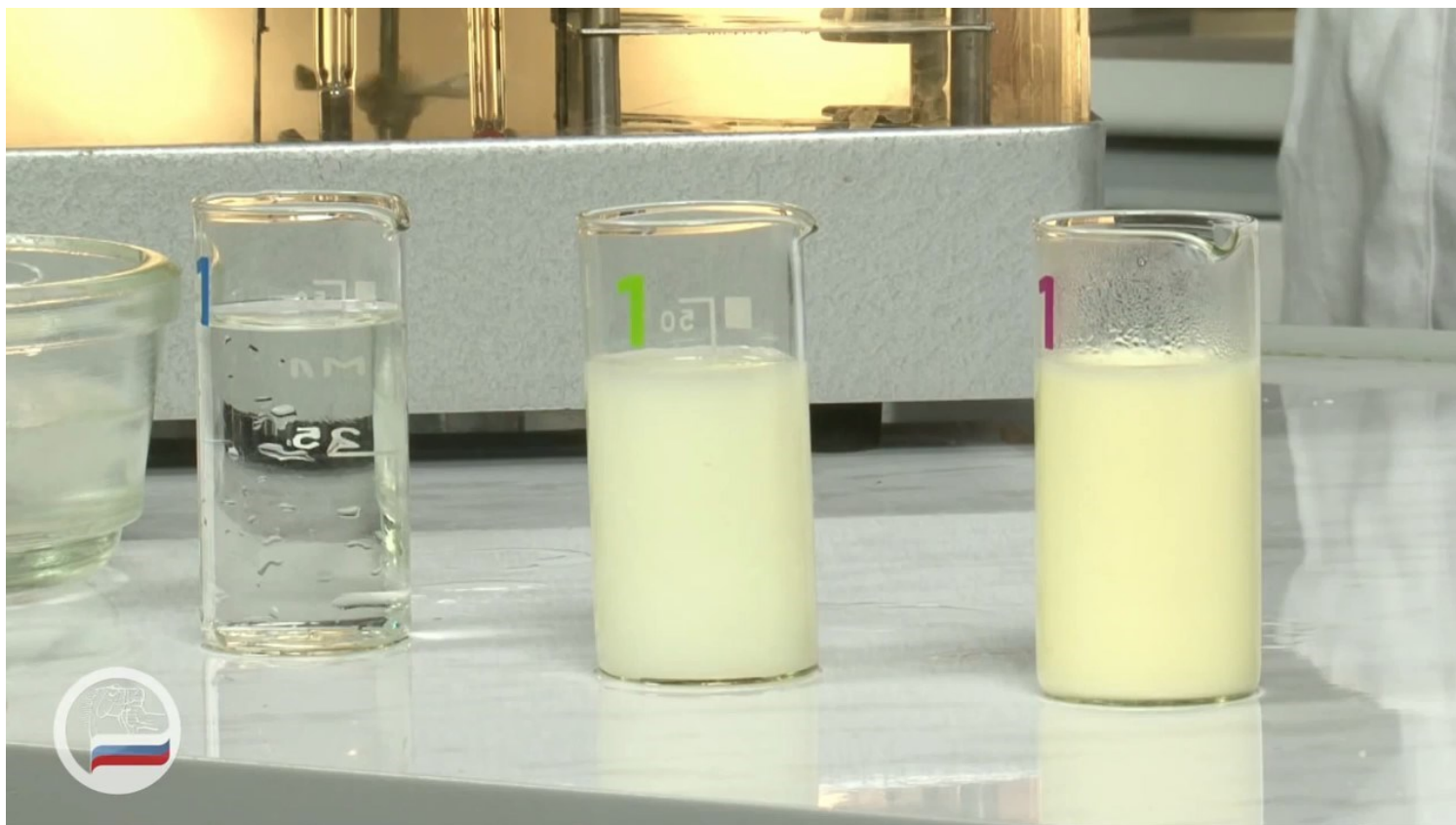
## Теорія Ареніуса



Енергетична діаграма хімічної реакції

# Хімічна кінетика і каталіз

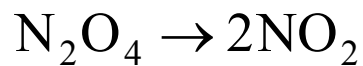
*Вплив температури на швидкість реакції*



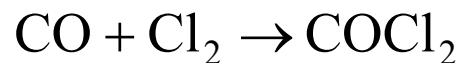
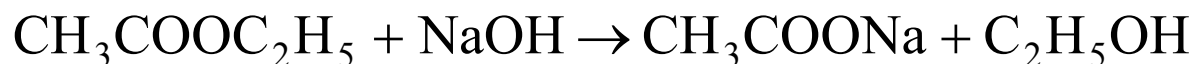
# Хімічна кінетика і каталіз

## *Молекулярність реакцій*

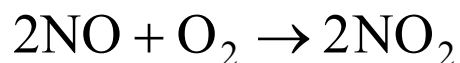
Мономолекулярні реакції  $J_2 \rightarrow 2J^\bullet$



Бімолекулярні реакції  $HI + HI \rightarrow J_2 + H_2$



Тримолекулярні реакції  $2NO + H_2 \rightarrow N_2O + H_2O$



$$v = kC^3; \quad v = kC_1^2C_2; \quad v = kC_1C_2C_3$$

# Хімічна кінетика і каталіз

## *Кінетичні рівняння простих хімічних реакцій*

Реакції 0-го порядку

$$k_0 = \frac{C_0 - C}{\tau}$$

$$\tau_{0,5} = \frac{C_0}{2k_0}$$

Реакції I-го порядку

$$k_I = \frac{1}{\tau} \ln \frac{C_0}{C}$$

$$\tau_{0,5} = \frac{\ln 2}{k_I} = \frac{0,693}{k_I}$$

Реакції II-го порядку

$$k_{II} = \frac{1}{\tau} \cdot \frac{C_0 - C}{C_0 \cdot C}$$

$$\tau_{0,5} = \frac{1}{k_{II} \cdot C_0}$$

$$k_{II} = \frac{1}{\tau} \cdot \frac{1}{C_0^A - C_0^B} \cdot \ln \frac{C_0^B (C_0^A - \Delta C)}{C_0^A (C_0^B - \Delta C)}$$



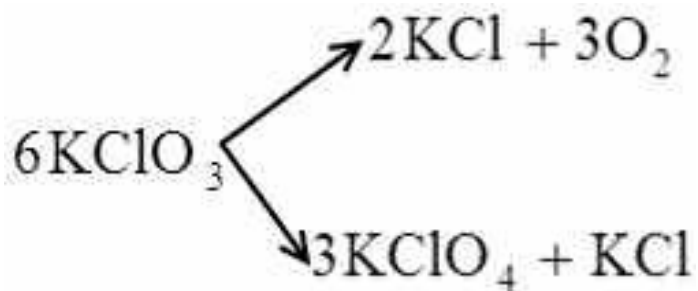
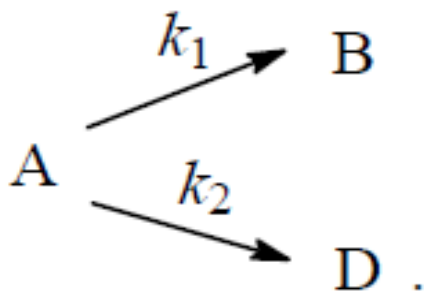
# Хімічна кінетика і каталіз

## Складні реакції. Оборотні та паралельні реакції

Оборотні реакції

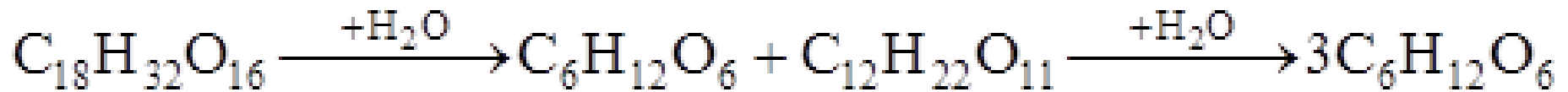


Паралельні реакції

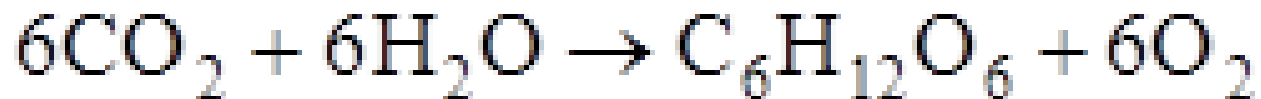


# Хімічна кінетика і каталіз

*Складні реакції. Послідовні реакції. Фотохімічні реакції*

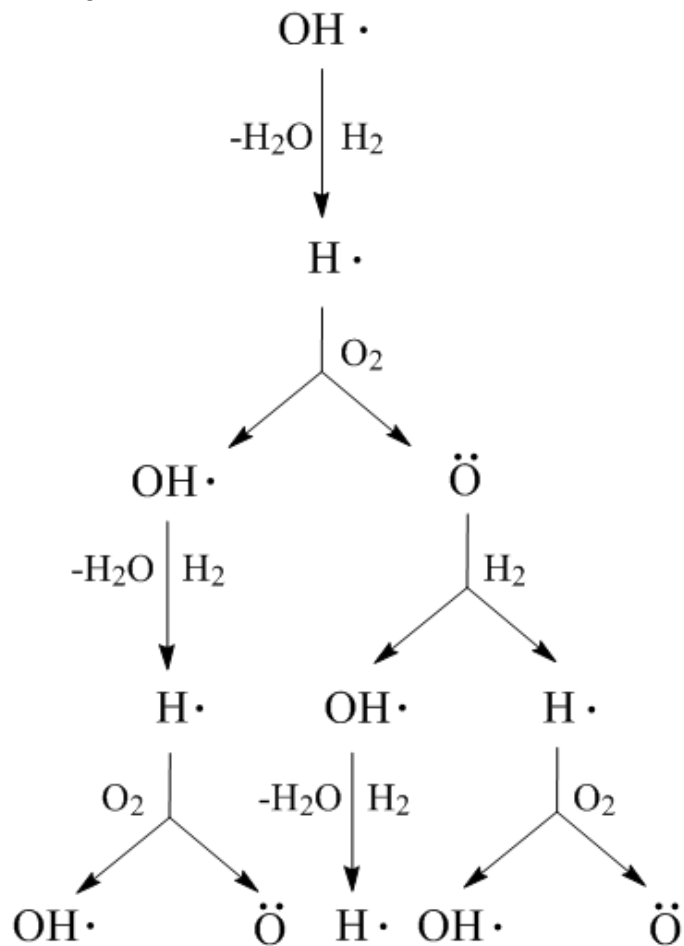


## Фотосинтез



# Хімічна кінетика і каталіз

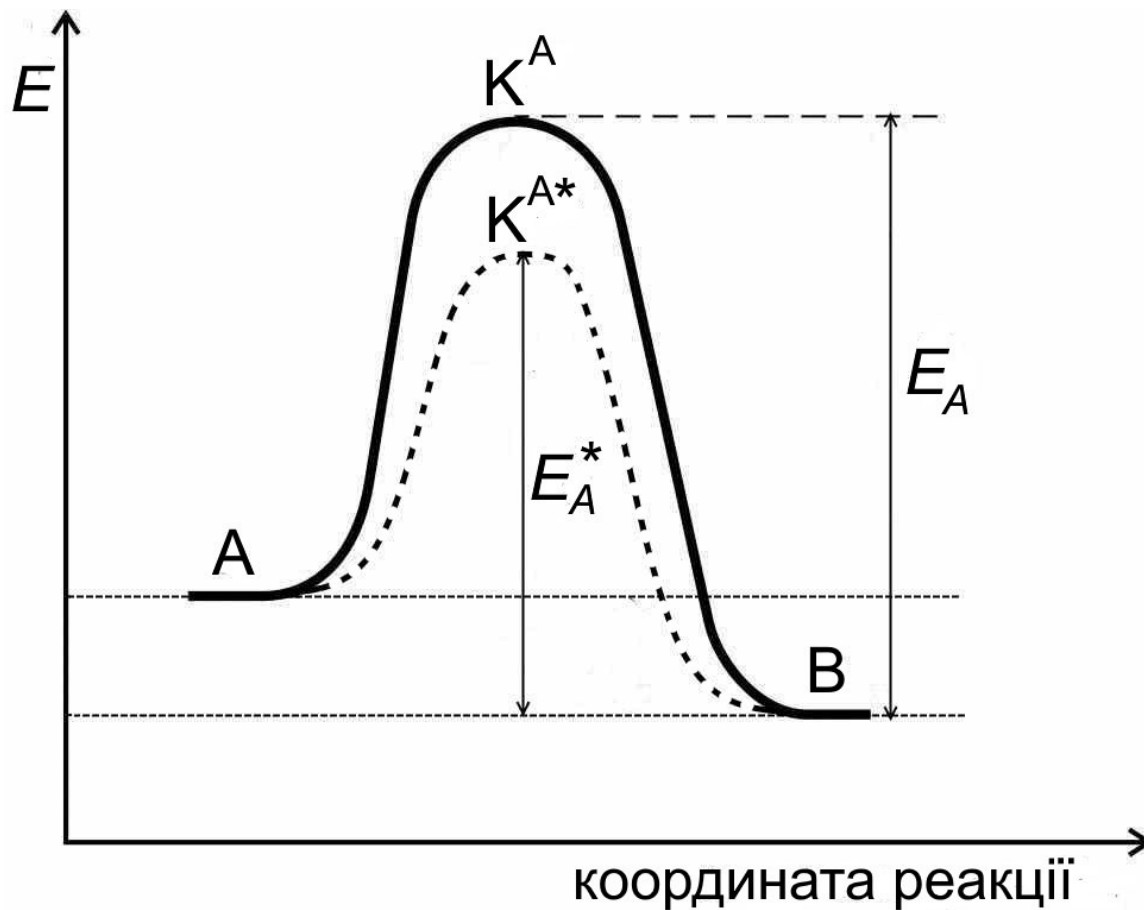
*Складні реакції. Ланцюгові реакції*



Розгалужена ланцюгова реакція

# Хімічна кінетика і каталіз

## *Каталіз*



Спрощена енергетична діаграма хімічної реакції без каталізатора (суцільна крива), і в присутності каталізатора (пунктирна крива)

# Хімічна кінетика і каталіз

## *Гомогенний каталіз*

$$2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$$

$$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$$

$$\downarrow \quad \downarrow$$

731/05

$\text{H}_2\text{O}_2$

# Хімічна кінетика і каталіз

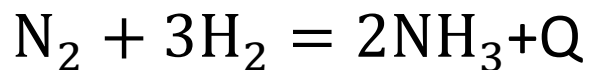
## *Гетерогенний каталіз*



# Рівновага в гомо- та гетерогенних системах

## *Принцип Ле-Шательє*

Якщо змінити одну з умов, за яких система перебуває в стані рівноваги, то рівновага зміщується в напрямі того процесу, який протидіє зробленій зміні.



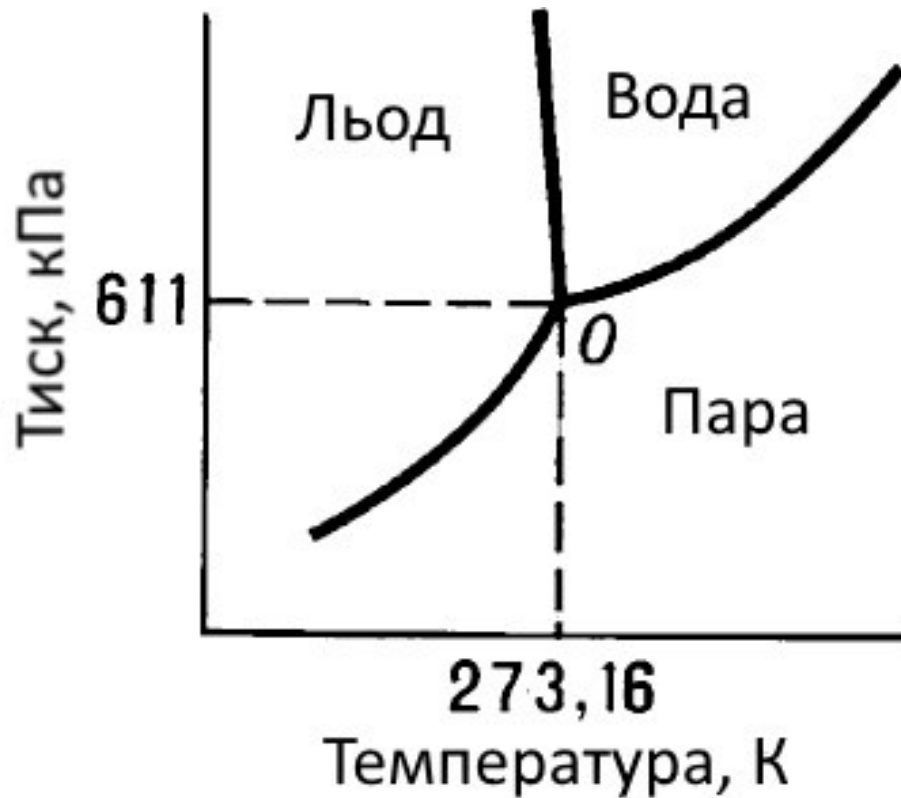
при збільшенні концентрації рівновага зміщується вправо;

при підвищенні тиску вправо;

при підвищенні температури рівновага зміщується вліво.

# Рівновага в гомо- та гетерогенних системах

*Рівновага в гетерогенних системах*

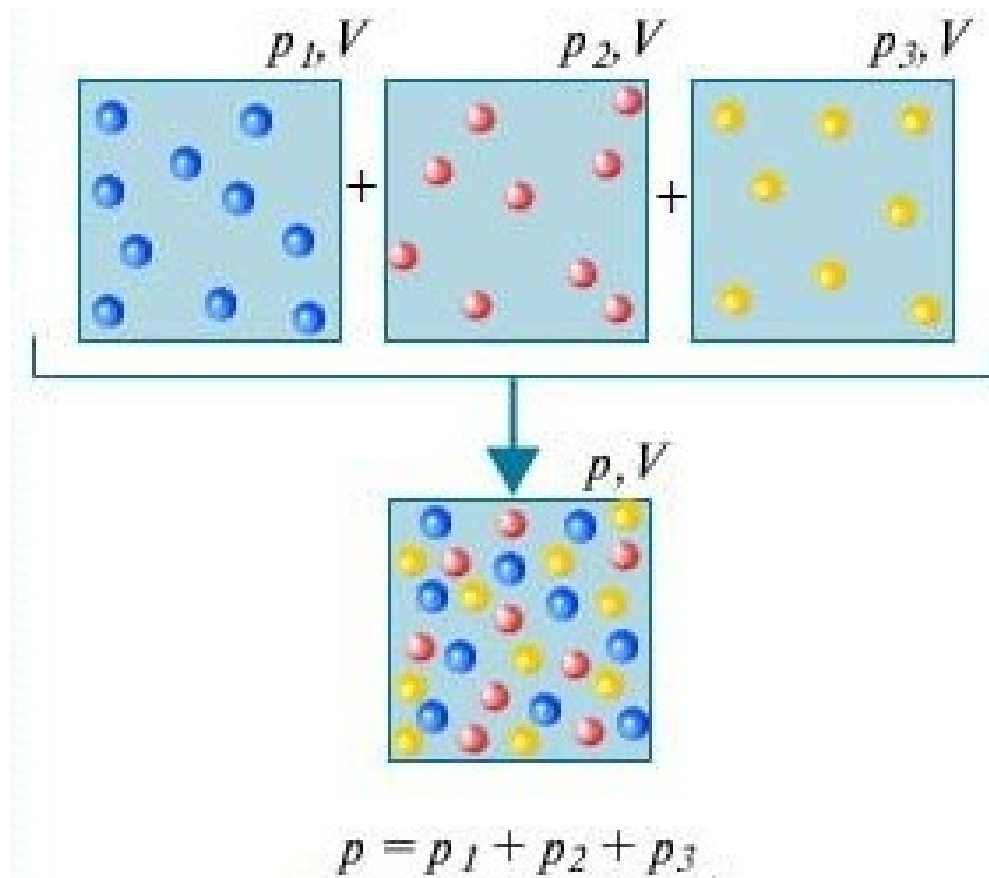


Діаграма стану води



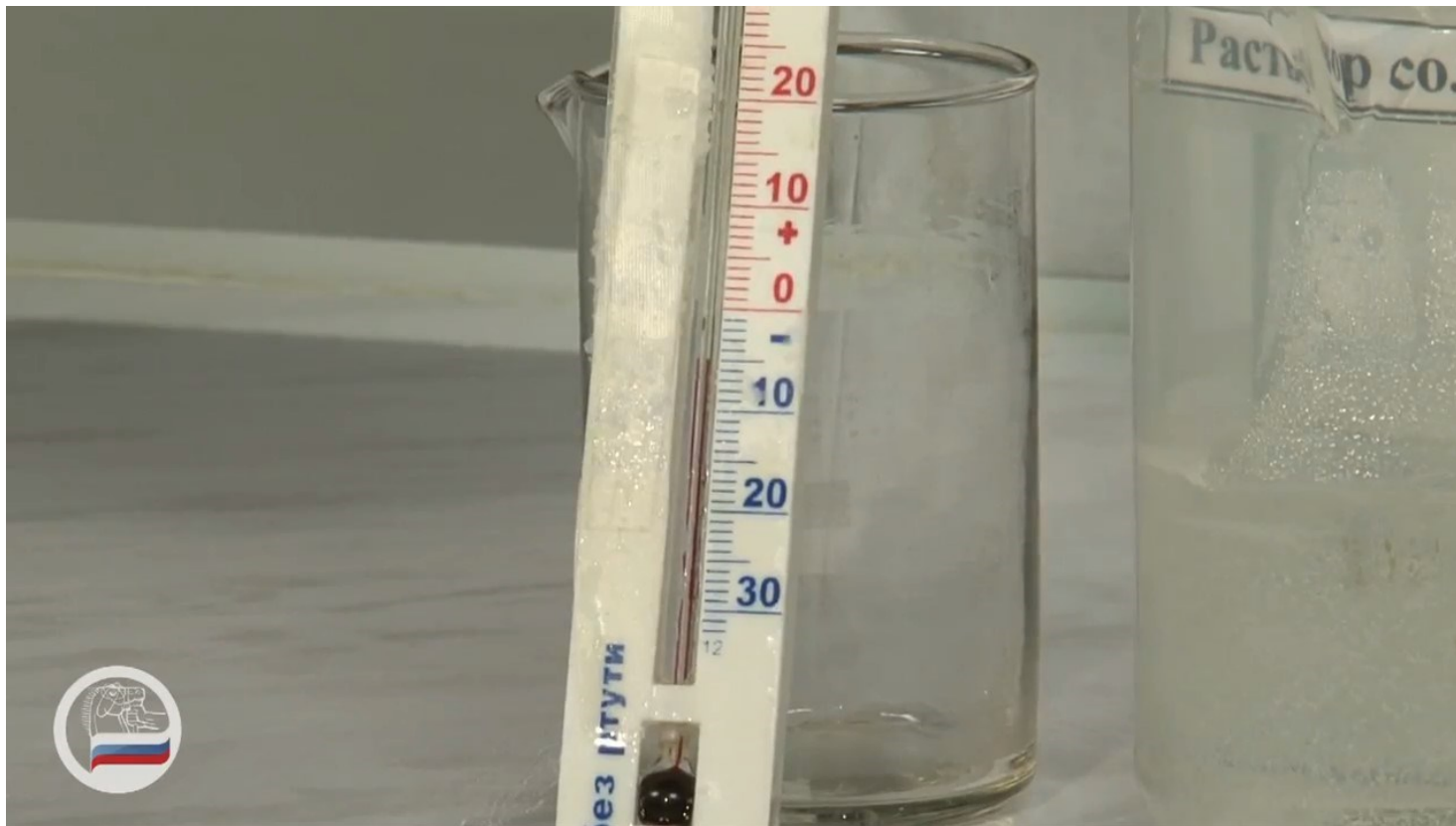
# Розчини

## Закон Дальтона



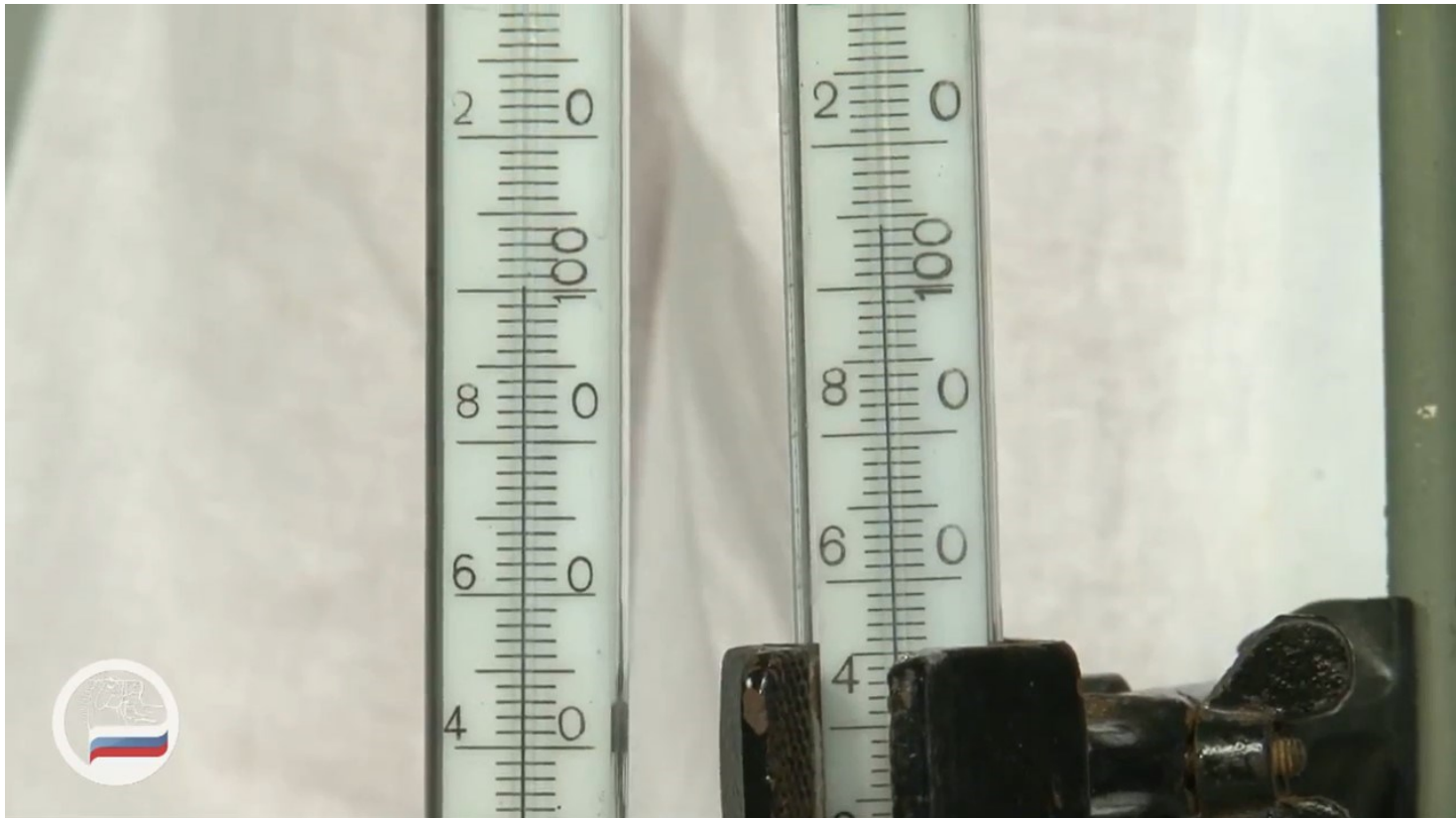
# Розчини

*Законі Генри. Кріоскопія*



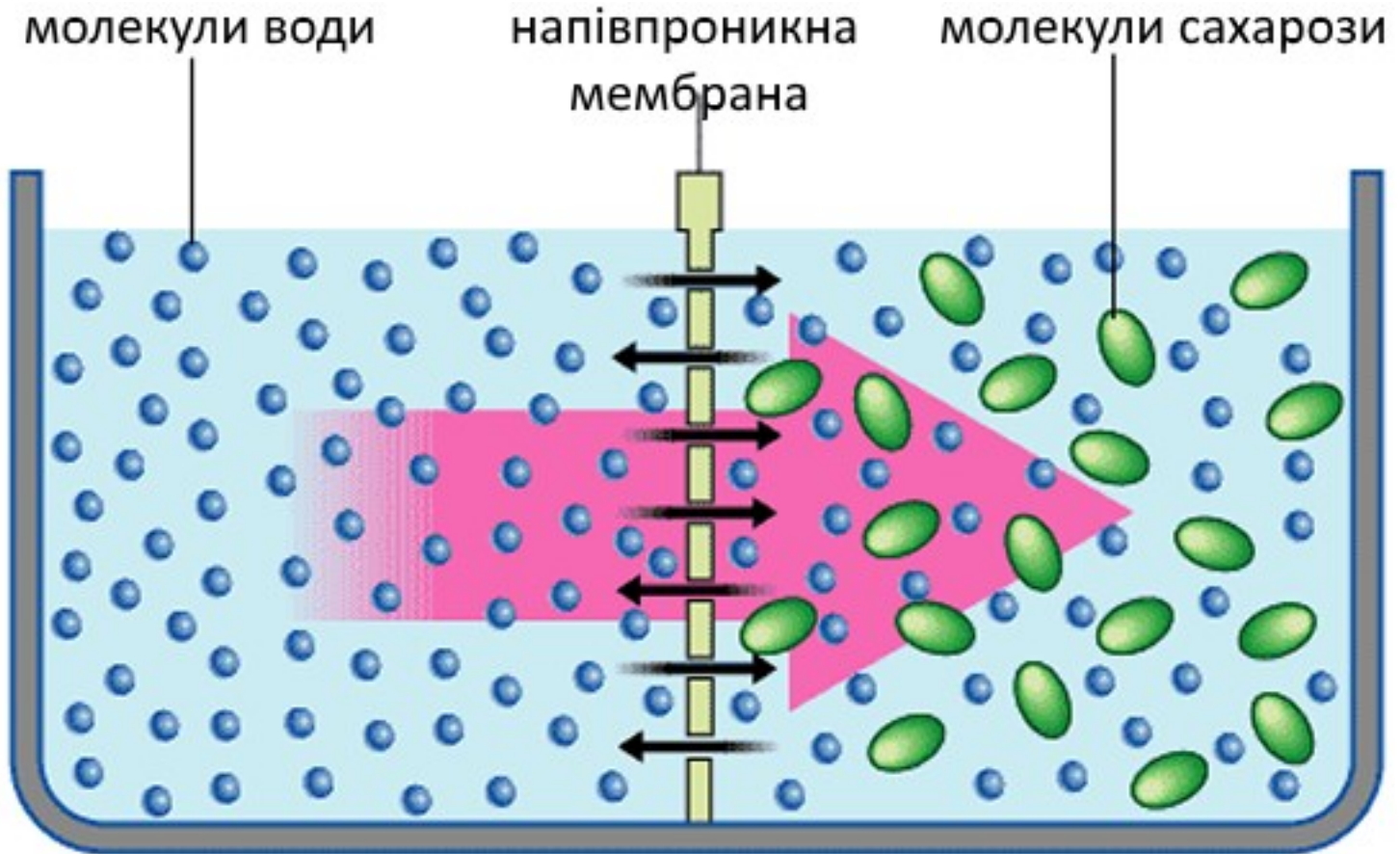
# Розчини

*Законі Генри. Ебуліоскопія.*



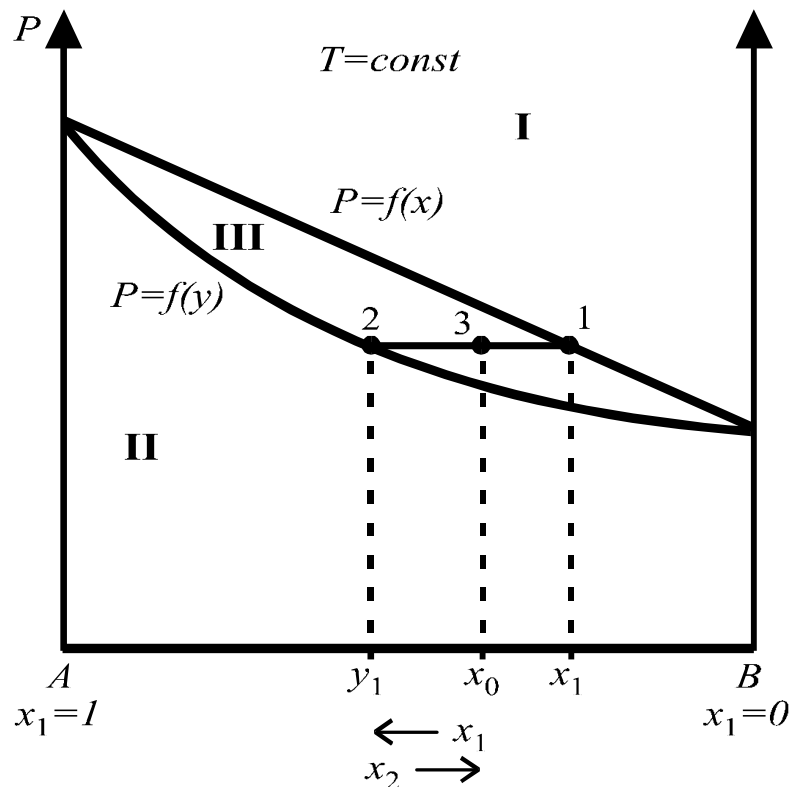
# Розчини

*Осмотичний тиск розбавлених водних розчинів.*



# РОЗЧИНИ

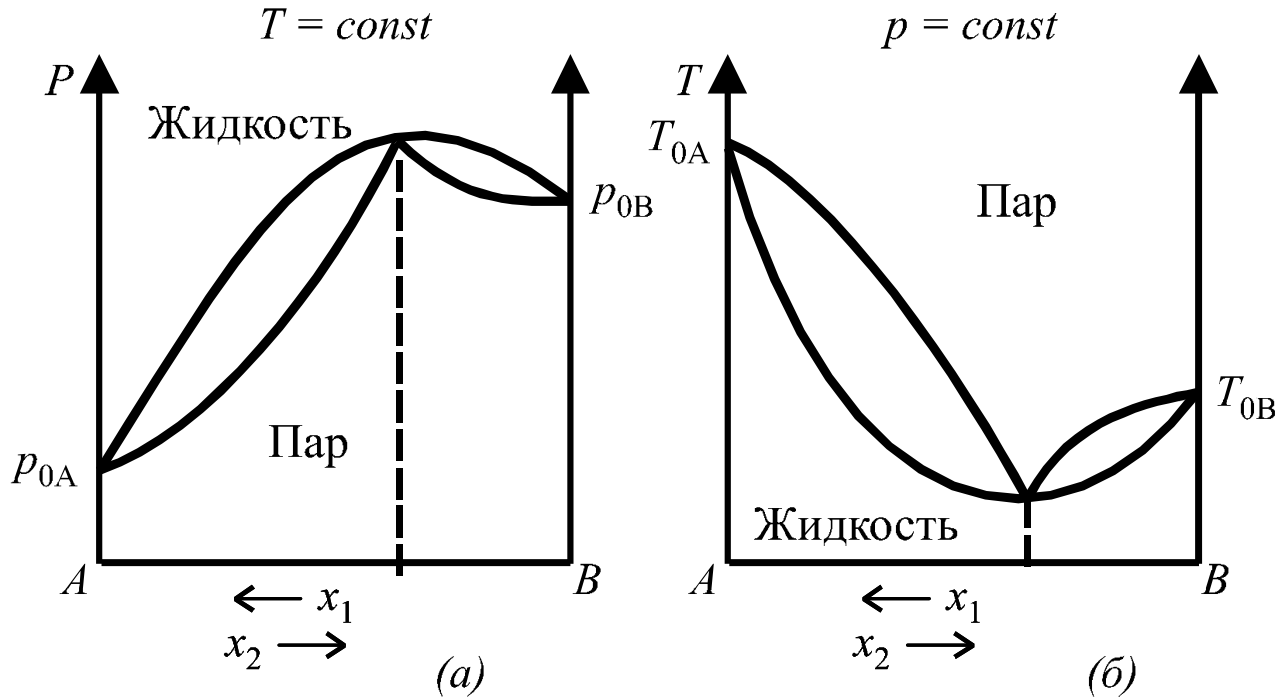
Рідкі суміші.



Залежність загального тиску пари від складу ідеального розчину і складу пари

# Розчини

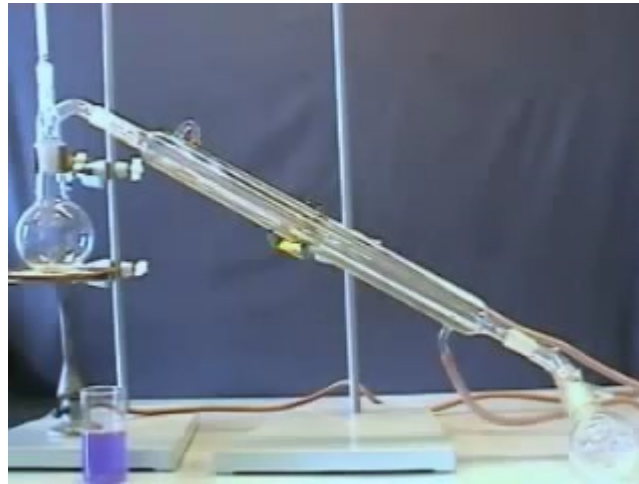
Рідкі суміші.



Діаграми стану бінарних систем з максимумом на кривій тиску пари (а) і мінімумом на кривій температур кипіння (б)

# Розчини

*Перегонка рідких сумішей*



# Розчини

*Розподіл речовини в двох розчинниках, що не змішуються*

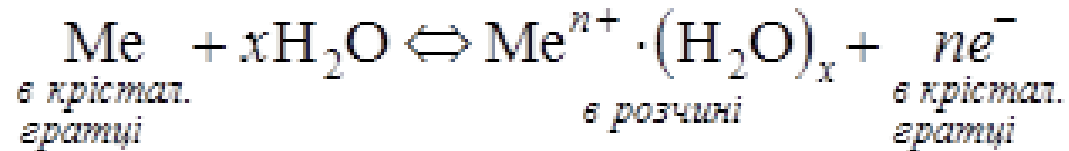
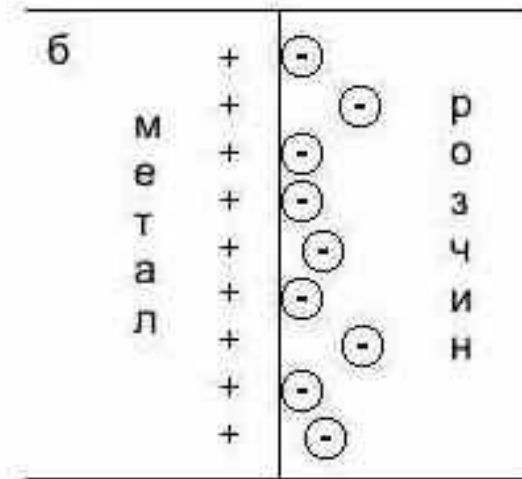
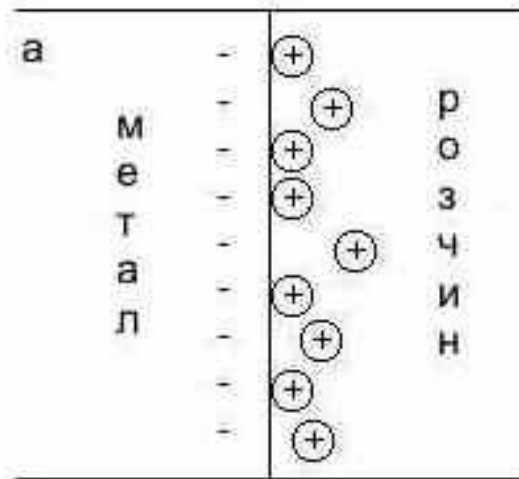




# Електрохімія та електрохімічні методи дослідження

## Електродні потенціали на межах фаз

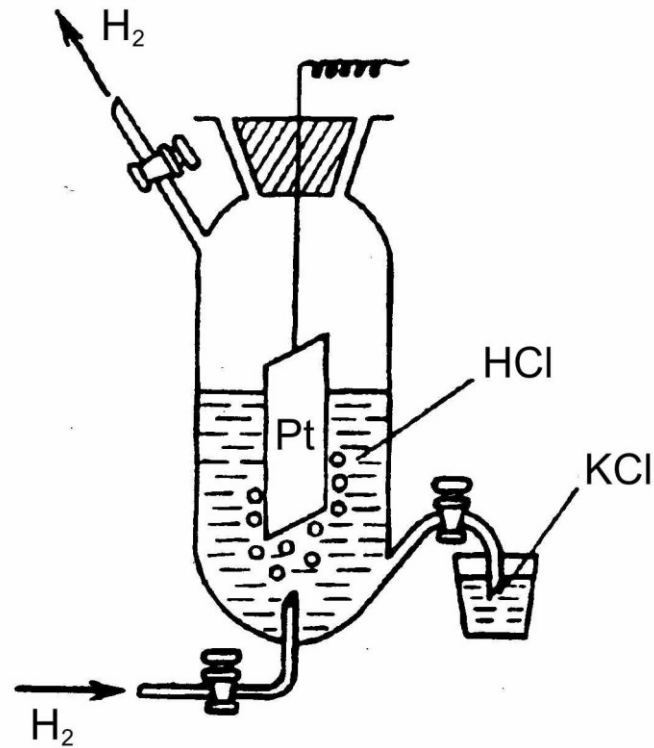
*Електродні потенціали на межах фаз*



# Електрохімія та електрохімічні методи дослідження

## Електроди

*Електроди*



Стандартний водневий електрод

# Електрохімія та електрохімічні методи дослідження

## дослідження

*Електрохімічні елементи*

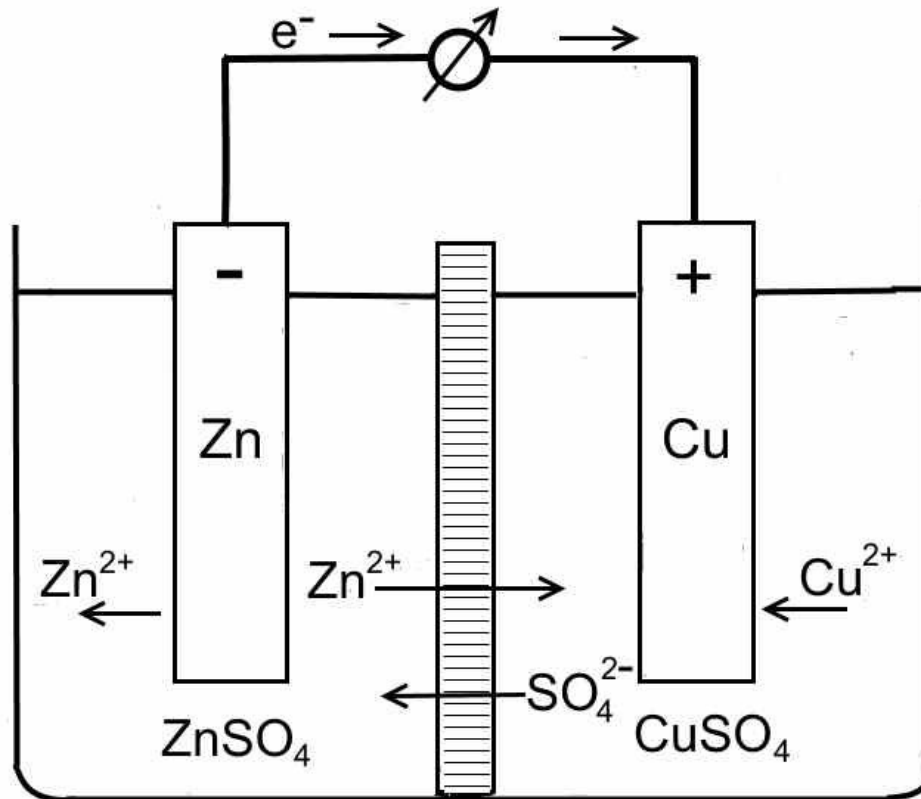


Схема елемента Даніеля-Якобі

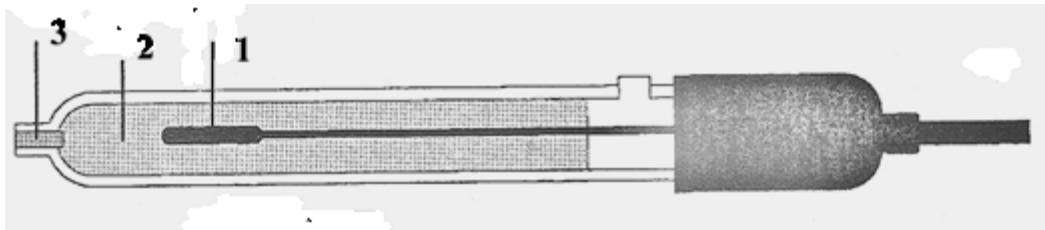


# Електрохімія та електрохімічні методи дослідження

## дослідження

*Класифікація електродів для потенціометричного аналізу*

Хлорсрібний електрод



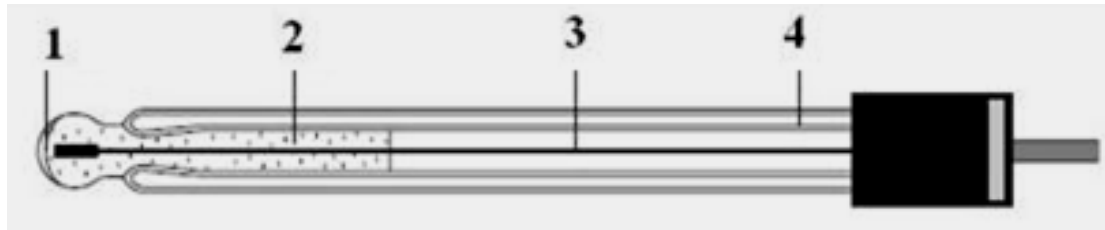
Хлорсрібний електрод: 1 – срібний дріт, вкритий аргентум хлоридом;  
2 – водний розчин KCl, 3,8 моль/дм<sup>3</sup>; 3 – ключ, заповнений азбестом



# Електрохімія та електрохімічні методи дослідження

*Класифікація електродів для потенціометричного аналізу*

Скляний електрод

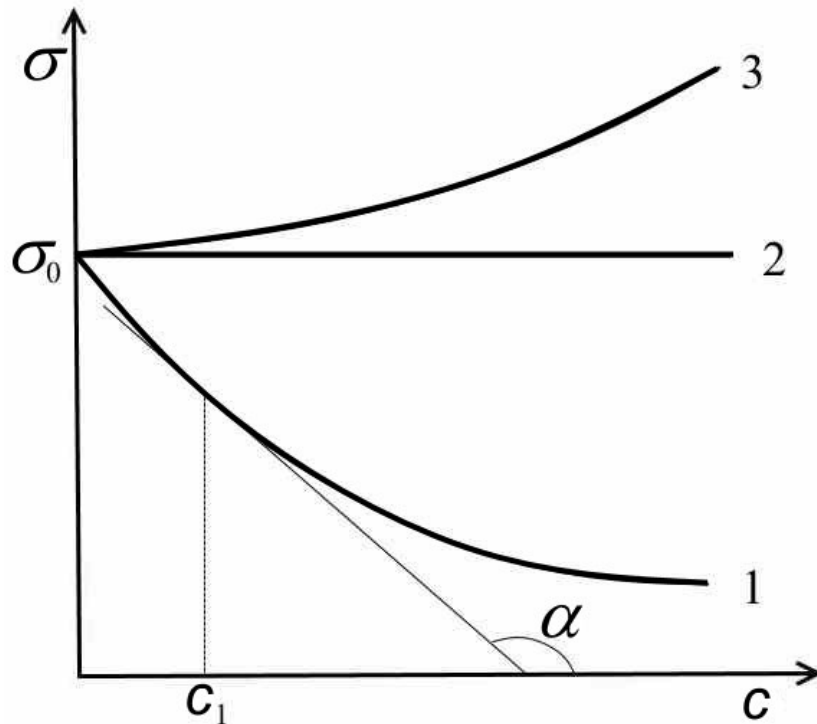


Скляний електрод: 1 – скляна мембрана; 2 – внутрішній розчин; 3 – контактний електрод; 4 – корпус

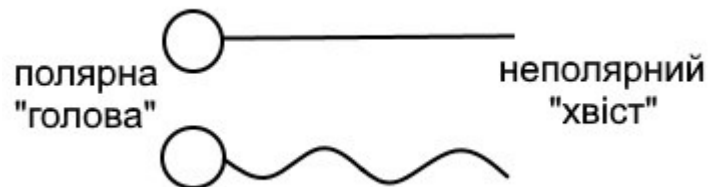


# Поверхневі явища і адсорбція. Хроматографія

## Поверхневоактивні речовини

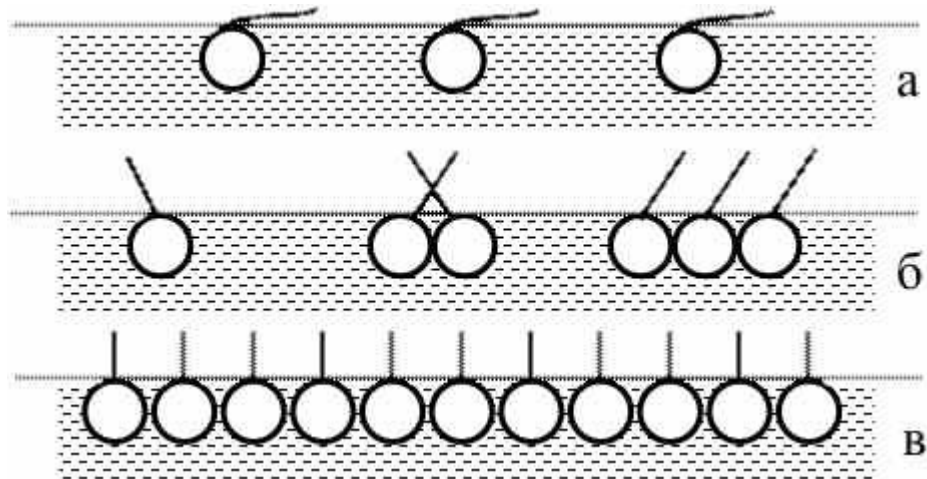


Залежність поверхневого натягу від концентрації розчиненої речовини.  $\sigma_0$  – поверхневий натяг води; (1) ПАР; (2) ПНР; (3) ПІР



# Поверхневі явища і адсорбція. Хроматографія

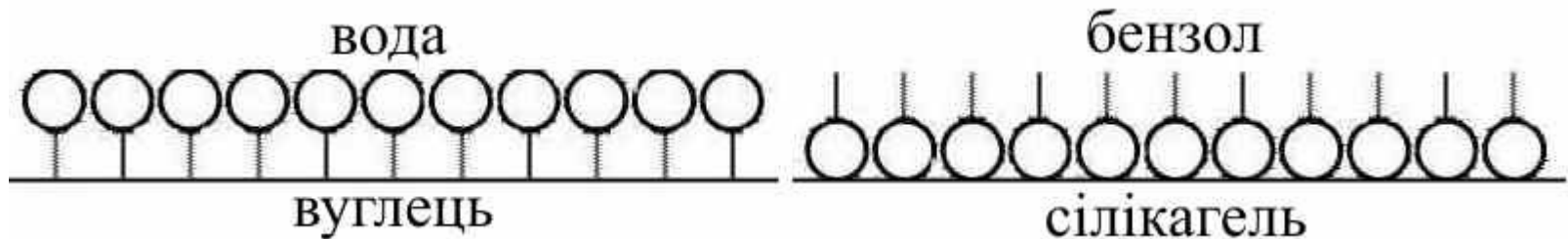
## *Адсорбція на межі розчин-газ*



Орієнтація молекул ПАВ на поверхні водного розчину:  
а – при низьких концентраціях; б – при помірних  
концентраціях; в – в насиченому адсорбційному шарі

# Поверхневі явища і адсорбція. Хроматографія

*Молекулярна адсорбція з розчинів*

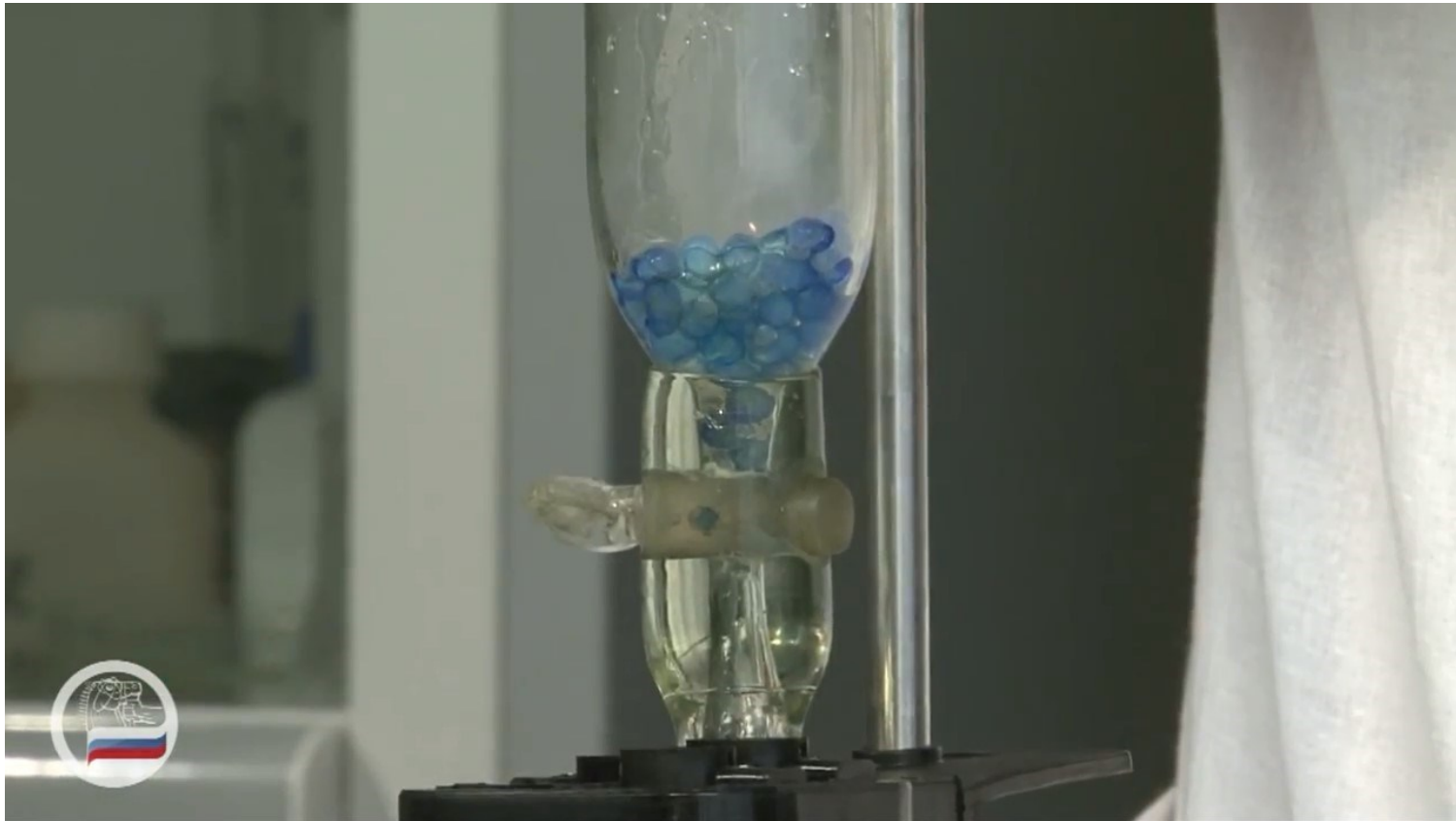


Орієнтація молекул ПАР на поверхні твердого адсорбенту



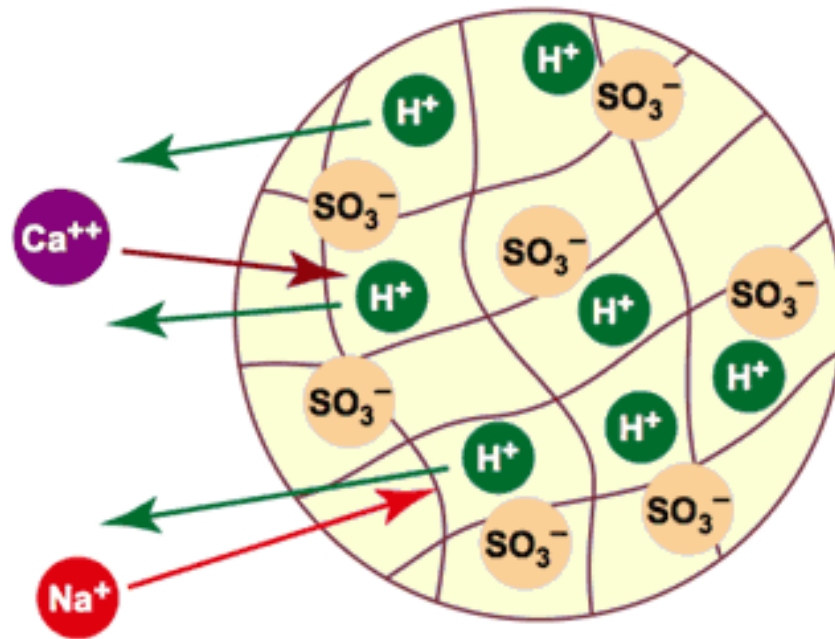
# Поверхневі явища і адсорбція. Хроматографія

*Молекулярна адсорбція з розчинів*



# Поверхневі явища і адсорбція. Хроматографія

*Іонообмінна адсорбція*



# Поверхневі явища і адсорбція. Хроматографія

*Метод рідинної хроматографії*



Навчальне електронне видання  
комбінованого використання  
Можна використовувати в локальному та мережному режимах

## **ХІМІЯ Й МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СИРОВИНИ ТА МАТЕРІАЛІВ**

### **Розділ 2. Фізична хімія сировини та товарів**

Візуальне супроводження курсу  
для студентів спеціальності 076 «Підприємництво, торгівля  
та біржова діяльність»

Укладач  
ОТРОШКО Наталія Олександрівна

Відповідальна за випуск зав. кафедри хімії, мікробіології та гігієни харчування  
д-р техн. наук, проф. В. В. Євлаш

Техн. редактор Н. А. Кобилко

План 2017 р., поз. 71 / \_\_

---

Підп. до друку 05.12.2017. Один електронний оптичний диск (CD-ROM); супровідна  
документація. Об'єм даних 0,2 Мб. Тираж 20 прим.

---

Видавець і виготівник  
Харківський державний університет харчування та торгівлі  
вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4417 від 10.10.2012 р.