

# Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»



Навчально-науковий інститут  
Хімічних технологій та інженерії



## Фізична та колоїдна хімія

### Лекція 1

Харків 2026

# Зміст

1. Кафедра фізичної хімії: історичний аспект
2. Навчальна програма дисципліни "Фізична хімія"
3. Інформаційне забезпечення
4. Предмет і задачі курсу "Фізична хімія"
5. Структура навчального курсу
6. Властивості речовин
7. Хімічні системи

# Сьогодні : Посвята 2021 р.



# Кафедра фізичної хімії НТУ "ХПІ"

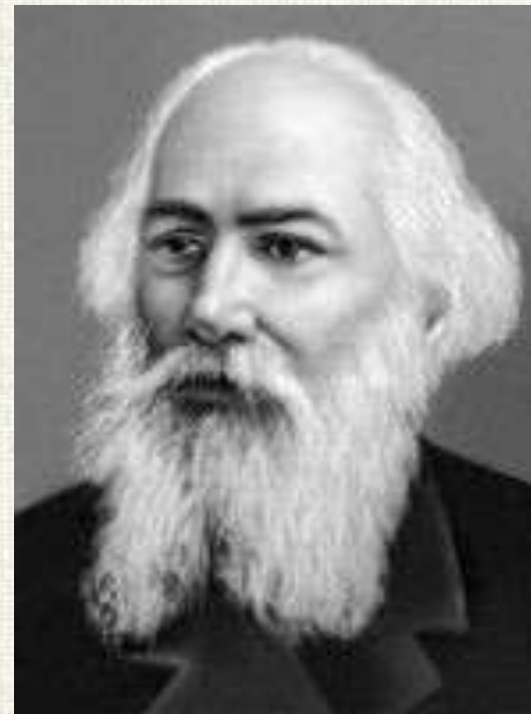


Кафедра заснована в 1926 р.  
*професором*  
**О.М. Жукаревим**, але ще в 1886 р.  
академік **М.М. Бекетов**, один з  
творців фізичної хімії, вперше в  
світі прочитав такий курс для  
інженерів саме в Харківському  
Технологічному Інституті.



# Фізична хімія на Харківщині

■ Наукові дослідження на Харківщині були започатковані академіком **Миколою Миколайовичем Бекетовим**, одим із творців фізичної хімії, який ще в 1886 році вперше у світі прочитав курс фізичної хімії саме для інженерів в Харківському Практичному Технологічному Інституті (нині НТУ «ХПІ»), тоді як подібний курс був створений В.Оствальдом у Німеччині лише через півтора десятка років. Вельми символічно, що серед іменних стипендій в галузі науки, які щорічно за рішенням Харківської обласної державної адміністрації присуджуються провідним і молодим науковцям, стипендія у номінації «Хімія» - це стипендія імені М.М.Бекетова.



**Бекетов Микола Миколайович**  
(1827 —1911 рр.),  
видатний фізико-хімік, член  
Петербурзької академії наук.

# Бекетов М.М і БМВ



# Кафедра фізичної хімії: історичний аспект



***О.М. Жукарев***

Завідувач кафедри  
з 1926 по 1936 р

- Кафедра заснована в 1926 році професором **Олександром Миколайовичем Жукаревим**.
- Один з творців термохімії, кінетики розчинення кристалів, вивчення впливу магнітного поля на кінетику хімічних реакцій, один з піонерів створення дисплеїв для реєстрації графічної інформації.
- Зараз фізична хімія - неодмінна дисципліна у всіх природничо-наукових і технологічних університетах у світі, та її джерела - у Харкові.

# Кафедра фізичної хімії: історичний аспект



***С.С. Уразовський.***

- **З 1938 по 1961 рік кафедру очолював член-кореспондент Академії наук УРСР проф. *Сергій Степанович Уразовський.*** Видатний фахівець з адсорбції, він був серед піонерів у дослідженнях взаємозв'язку явищ адсорбції з фізико-хімічними властивостями молекул і кристалічних тіл, на яких відбувається адсорбція. Розробка радянських протигазів - один з технічних впроваджень цих досліджень. Разом із проф. І.Т.Полоцьким Сергій Степанович досліджував вплив ультразвуку на колоїдні системи. Автор 2 монографій, які істотно випереджали свій час, коли теорія рідин Я.І.Френкеля ще не стала загальноприйнятою. С.С.Уразовський був одним з тих, хто розвинув наукову ідеологію збереження ближнього порядку в рідинах.

# Кафедра фізичної хімії: історичний аспект



*А.Ю. Луцький*

- У 1961-1980 роки кафедру очолював доктор хімічних наук професор **Аркадій Юхимович Луцький**, видатний фахівець в області спектроскопії, електрооптичних явищ, діелектричних параметрів органічних молекул і квантової хімії міжмолекулярних взаємодій. А.Ю.Луцький створив велику школу дослідників у цій області фізичної хімії. Її становлять 58 кандидатів наук, що захистили дисертації за ідеями і під керівництвом професора А.Ю.Луцького. Серед його учнів Л.А.Антропова, В.В.Преждо, Б.А.Тромза, А.В.Шепель, Ю.І.Долженко, Б.А.Веретенченко та ін.

# Кафедра фізичної хімії: історичний аспект



***В.М. Кошкін***

- З 1982 до 2011 року кафедру очолював Заслужений діяч науки і техніки, лауреат Державної премії України, доктор фізико-математичних наук **професор Володимир Мойсейович Кошкін**.
- Головним напрямком наукової роботи кафедри в ці часи була фізика і хімія кристалів. Роботи проф. В.М.Кошкіна разом з проф. Л.С. Палатніком були визнані науковим відкриттям «Властивість хімічної інертності домішок у напівпровідниках з стехіометричними вакансіями» (Відкриття №245, 1983 р). Професор В.М.Кошкін з співавторами виявив явище радіаційної стійкості кристалів з пухкою структурою, що дозволило розробити низку вимірювальних пристроїв з надзвичайно високим радіаційним ресурсом, виявив невідомий раніше тип рівноважних дефектів у кристалах "мигтливі пари вакансія-атом у міжвузеллі", протягом багатьох років вивчав явище інтеркаляції, що полягає у впровадженні сторонніх молекул у міжшарові простори шаруватих кристалів.

# Навчальна програма дисципліни



Фізична хімія

Загальний обсяг годин на вивчення дисциплін та їх розподіл на аудиторні заняття і самостійну роботу студентів :

**Всього – 394 год., з них аудиторні заняття – 160 год.**

- **Лекції – 48 (32+16),**
- **лабораторні роботи – 96 (48+48),**
- **самостійна робота студентів ,**
- **яка передбачає виконання розрахунково-графічних завдань (РГЗ) в кожному семестрі.**



# Розрахунково-графічне завдання

**Так було в 2024 / 2025 :**

**ДО УВАГИ СТУДЕНТІВ ГРУП ХТ 123 а, б, в, г, д, ж, к!**

- ... екзаменаційна сесія буде проходити в дистанційній формі і рівень засвоєння навчального матеріалу буде визначено за результатами рейтингового оцінювання. Складовими рейтингового оцінювання з відповідними ваговими коефіцієнтами будуть лабораторний практикум, рівень виконання якого оцінюють викладачі, що вели цей практикум в академічних групах, а також розрахунково-графічні завдання, які необхідно надсилати на адресу моєї електронної пошти:
- [mykola.sakhnenko@khpi.edu.ua](mailto:mykola.sakhnenko@khpi.edu.ua),
- Номери варіантів для виконання РГЗ наведено на сайті .....

# 1. Сайт НТУ ХПІ

## Фізична хімія



Завідувач кафедри

Сахненко Микола Дмитрович

🌐 Сайт кафедри

### Про кафедру

Кафедра заснована в 1926 році проф. А.Н. Шукаревим. У різні роки нею керували професори І.І. Стрелков, С.С. Уразовський, А.Е. Луцький, В.М. Кошкін. З 2012 року кафедру очолює доктор технічних наук, професор Микола Дмитрович Сахненко, академік АН Вищої освіти України. Наукова школа кафедри включає більш як 90 кандидатів і докторів наук. У поточний час на кафедрі працюють 4 професори, 5 доцентів, старший викладач і асистент, а також 8 інженерів навчального процесу. Кафедра забезпечує викладання курсів, що пов'язані з фізичною і колоїдною хімією на 4 факультетах університету. З 1993 року кафедра запровадила читання факультативних курсів. «Кількісні методи у гуманітарних науках», «Сучасні ідеї у фізико-хімічному матеріалознавстві» (проф. В.М. Кошкін), а з 2013 – «Фізична хімія наноструктур», «Фізико-хімічні основи високих технологій в хімічній промисловості», «Хімічний опір матеріалів в агресивних середовищах: моніторинг, прогнозування, засоби захисту» (проф. М.Д.Сахненко).



## Новий навчальний рік в ХПІ — Звернення Євгена Сокола

© 01.09.2020



Наказ №309 від 27 липня  
«Про встановлення  
карантину з метою  
запобігання поширенню  
COVID-19»

© 27.07.2020



Світовий рейтинг QS 2021:  
ХПІ тримає марку кращого  
технічного вишу України

© 10.06.2020



# Профілактика коронавірусної інфекції COVID-19: Рекомендації від МОЗ

# 2. Сайт кафедри

## Кафедра фізичної хімії

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"



ГОЛОВНА ІСТОРІЯ КАФЕДРИ СПІВРОБІТНИКИ КАФЕДРИ НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ ОСВІТА НОВИНИ ТА ОГолоШЕННЯ  

### ПРО КАФЕДРУ



Завідувач кафедри доктор технічних наук, професор [Микола Дмитрович Сахненко](#), академік АН Вищої освіти України.

[Google Scholar](#)

Кафедра заснована в 1926 році проф. А.Н. Щукаревим. У різні роки нею керували професори І.І. Стрелков, С.С. Уразовський, А.Є. Луцький, В.М. Кошкін. З 2012 року кафедру очолює доктор технічних наук, професор Микола Дмитрович Сахненко, академік АН

Вищої освіти України. Наукова школа кафедри включає більш як 90 кандидатів і докторів наук. У поточний час на кафедрі працюють 4 професори, 5 доцентів, старший викладач і асистент, а також 8 інженерів навчального процесу. Кафедра забезпечує викладання курсів, що пов'язані з фізичною і колоїдною хімією на 4 факультетах університету. З 1993 року кафедра запровадила читання

-  Укр
-  Русский

#### Недавні записи

- [Новий сайт кафедри](#)

#### Архіви

- [Квітень 2013](#)

#### Категорії

- [Без рубрики](#)

Активация Windows  
Чтобы активировать Windows

# 3. Вікно «Освіта»

## Кафедра фізичної хімії

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"



ГОЛОВНА ІСТОРІЯ КАФЕДРИ СПІВРОБІТНИКИ КАФЕДРИ НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ ОСВІТА НОВИНИ ТА ОГолоШЕННЯ  

### Дистанційне навчання

Професор Сахненко М.Д. Фізична хімія Ч. II

Групи ХТ-118а,б,в,г,ж,к

Лекція 3 ["Електропровідність розчинів. Дифузія в розчинах електролітів"](#)

Лекція 4 ["Електрохімічні системи"](#)

Лекція 5 ["Використання шкали потенціалів. Електрохімічні кола"](#)

Лекція 6 ["Хімічні системи. Методи досліджень"](#)

-  Укр
-  Русский

#### Недавні записи

- [Новий сайт кафедри](#)

#### Архіви

- [Квітень 2013](#)

#### Категорії

- [Без рубрики](#)

# Термін виконання РГЗ 1: 31 жовтня!

"КОГДА-НИБУДЬ ПОТОМ"

ОПАСНЕЙШАЯ  
БОЛЕЗНЬ,  
КОТОРАЯ РАНО  
ИЛИ ПОЗДНО  
ПОХОРОНИТ  
ВАШИ МЕЧТЫ  
ВМЕСТЕ С ВАМИ.

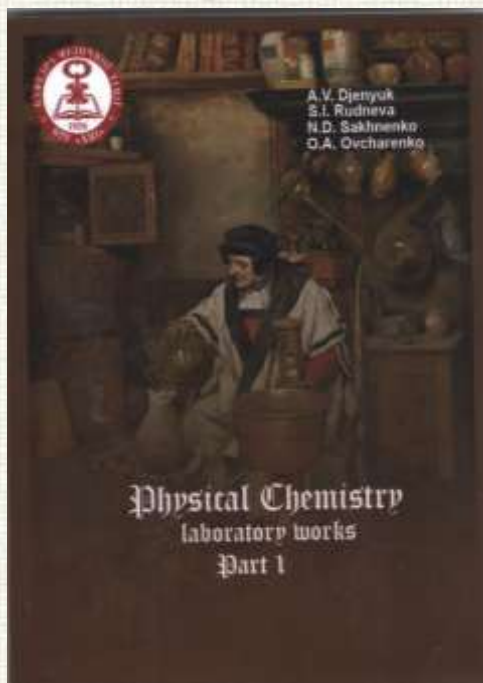
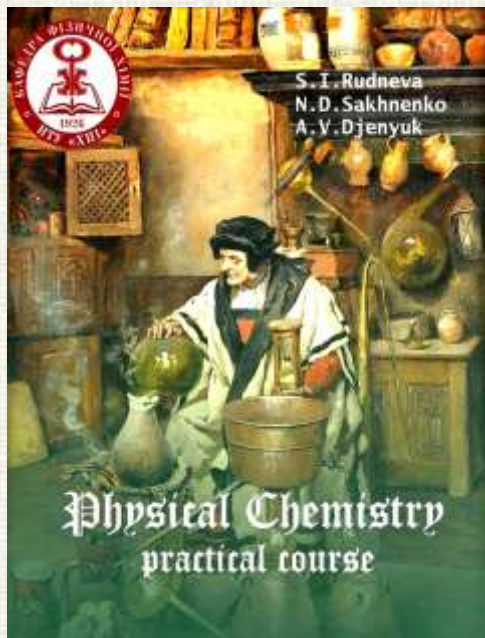


# Інформаційне забезпечення



# Інформаційне забезпечення

- 1. Руднєва С.І., Сахненко М.Д., Дженюк А.В., Желавська Ю.А. Фізична хімія ONLINE. Ч.1 : Навчальний посібник. – Харків: ФОП Панов А.М., 2021. 338 с.
- 2. Руднєва С. І., Сахненко М. Д., Некрасов О. П., Дженюк А. В. Фізична хімія ONLINE. Ч.ІІ. Термодинаміка та рівноваги. Навчальний посібник для студентів інженерно-хімічних спеціальностей. Харків : ФОП Панов А. М., 2023. 308 с.
- 3. Руднєва С. І., Сахненко М. Д., Некрасов О. П., Дженюк А. В., Єрмоленко І.Ю., Желавська Ю.А. Фізична хімія ONLINE. Ч.ІІІ. Кінетика. Електрохімія. Будова речовини. Навчальний посібник для студентів інженерно-хімічних спеціальностей. Харків : ФОП Панов А. М., 2026. 378 с.
- 4. Rudneva S.I., Sakhnenko N.D., Djenyuk A.V. Physical chemistry: Practical course. – Kharkiv: FOP Panov A.M., 2018. 148 p.
- 5. Руднєва С.І., Дженюк А.В., Сахненко М.Д. Фізична хімія. : навчальний посібник для самостійної та дистанційної підготовки до лабораторних робіт з курсу фізичної хімії для студентів хімічних спеціальностей. – Харків : ФОП Панов А.М., 2020 . 270 с.
- 6. Руднєва С.І., Сахненко М.Д., Дженюк А.В. Гетерогенні рівноваги в хімічній інженерії : навчальний посібник. – Харків : ФОП Панов А.М., 2020. 116 с.
- 7. Яцимирський В.К. Фізична хімія.- К., Ірпінь : ВТФ "Перун", 2007. 512 с.
- 8. Лебідь В.І., Фізична хімія.- Харків: Гімназія, 2006. 478 с.
- 9. Гомонай В., Гомонай О. Фізична хімія.- Ужгород: Патент.- 2004. 712 с.
- 10. Мchedlov-Петросян М.О., Лебідь В.І., Глазкова О.М., Лебідь О.В. Колоїдна хімія : підручник. – Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2012. – 500 с.
- 11. Некрасов О.П., Веретенченко Б.А. Поверхневі явища і дисперсні системи : навч. посібник. – Харків : НТУ «ХП», 2018. – 112 с.



# Фізична хімія сьогодні: базові визначення

# Диспут, який об'єднав фізиків і хіміків в родину фізикохіміків



# Предмет та задачі курсу фізичної хімії

- **Фізична хімія** – теоретичне підґрунтя хімії, що пояснює хімічні явища на підставі загальних принципів фізики. Фізична хімія надає інженеру-практику розуміння природи хімічних речовин і хімічних процесів, можливість кількісного розрахунку їх характеристик і, нарешті, можливість керувати властивостями хімічних речовин та перебігом технологічних процесів.
- **Предмет фізичної хімії** - системи, в яких перебігають хімічні перетворення, дослідження змін, що відбуваються в цих системах і супроводжуються переходом хімічної енергії в інші види енергії (теплову, електричну, випромінювання, і т.і.)
- **Головне завдання фізичної хімії** – прогнозування закономірностей перебігу хімічного процесу і кінцевого результату на підставі даних про будову і властивості молекул, тобто її можна позиціонувати як **теорію хімічних процесів**.
- **Фізична хімія** надає розуміння щодо застосування методів експериментальної фізики до задач хімії – сучасні інструментальні методи визначення характеристик хімічних речовин і хімічних процесів.

# Програма фізичної хімії: ВИТОКИ

Харьковскій Технологическій Институтъ  
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА III.

## СБОРНИКЪ ПРОГРАММЪ

всѣхъ читаемыхъ въ Институтѣ предметовъ.

— ❦ —

ХАРЬКОВЪ.

Типографія и Литографія М. Зазиберберга в С.-В.  
Донецъ-Закарпатской губ., с. А. № 6.

1909.

## ПРОГРАММА ПО ФИЗИКО-ХИМИИ.

1. *Элементы термодинамики.* Первое начало. Понятіе объ энергіи. Механической эквивалентъ тепла. Круговой процессъ. Внутренняя энергія идеальнаго газа. Направленіе процессовъ. Естественные процессы. Равновѣсные процессы: сжатіе газа подъ собственнымъ давленіемъ, изотерическій переходъ тепла. Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Энтропія. Измѣненіе энтропіи при обратимыхъ и необратимыхъ процессахъ. Понятіе о связанной и свободной энергіи. Уравненіе свободной энергіи.

2. *Стехиометрія газообразнаго состоянія.* Законы Мариотта-Бойля, Гей-Люссака, Дальтона и Авогадро. Газовая константа. Отступленія отъ указанныхъ законовъ. Кинетическая теорія газовъ. Скорость движенія газовыхъ частицъ. Собственный объемъ молекулъ и ихъ притяженіе. Уравненіе состоянія ванъ-дер-Ваальса. Теплосмѣстность газовъ: зависимость ея отъ температуры, степени диссоціаціи. Теплосмѣстность газа при постоянномъ давленіи и постоянномъ объемѣ; соотношеніе между ними.

3. *Стехиометрія жидкостей.* Молекулярный вѣсъ жидкостей. Уравненіе Рамзая и Шильдса: ассоціированныя и неассоціированныя жидкости. Теплота испаренія. Внешняя работа при испареніи. Зависимость скрытаго тепла испаренія отъ температуры и давленія. Уравненіе Клаузіуса-Клапейрона. Измѣненіе упругости пара съ температурой. Критическія давленія. Три объема вещества. Связь между критическими константами и константами уравненія ванъ-дер-Ваальса. Уравненіе соответственныхъ состояній. Приведенныя температуры, давленія и объемы. Одинаковость расширенія жидкостей при "соответственномъ" нагрѣваніи. Вычисленіе удѣльных вѣсовъ и объемовъ жидкостей при любыхъ температурахъ. Теплосмѣстности жидкостей. Правило Трутона о связи между скрытымъ тепломъ испаренія, молекулярнымъ вѣсомъ и абсолютной

# Розділи фізичної хімії :

- Хімічна термодинаміка
- Фазові рівноваги
- Розчини
- Електрохімія
- Хімічна кінетика
- Каталіз
- Фізико-хімічні методи досліджень
- Будова речовини

# Структура фізичної хімії

Термодинаміка

Кінетика

Будова речовини

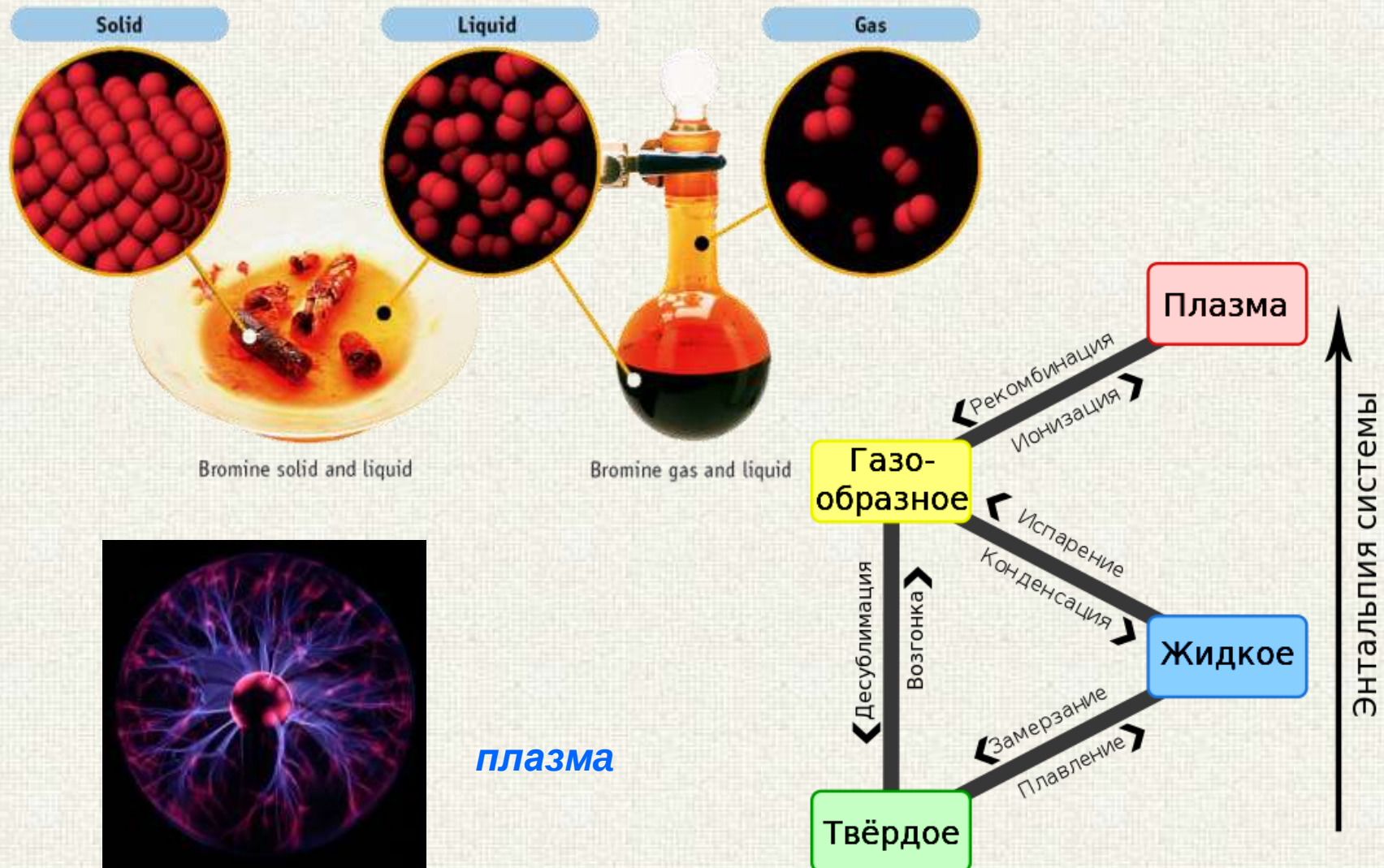
- Методично курс фізичної хімії побудовано на базі трьох основних частин, які водночас відображають його внутрішню логіку і глибину відтворення властивостей хімічних систем:
- Хімічна термодинаміка (напрямок перебігу процесів та опис хімічної рівноваги в системах різної складності залежно від зовнішніх умов),
- Хімічна кінетика (швидкість хімічних процесів та механізм взаємодії),
- Будова речовини (хімічний зв'язок, властивості молекул та конденсованих тіл) - ґрунтується на квантово-хімічних розрахунках.

# Класифікація речовин

Принциповою відміною стану речовин є поняття “**частинка**”, характер розташування яких зумовлює **агрегатний стан** речовини:

- **Газоподібний** – частинки розташовані на значній відстані та рухливі.
- **Рідина** – частинки розташовані поблизу одна до одної, але мають здатність до вільного пересування
- **Тверде тіло** – частинки зафіксовані одна біля одної і не мають здатності до пересування, коливаються біля деякого фіксованого стану
- До числа агрегатних станів залучають і стан **плазми**, до якого переходять гази за рахунок іонізації при підвищенні температури і фіксованому тиску. Особливістю такого стану є відсутність різкої межі переходу до плазменного стану.
- Існують і інші агрегатні стани.

# Класифікація речовин: приклади



# Властивості речовин

## Фізичні і хімічні перетворення

**Фізичні властивості** – властивості, що можуть бути виміряні без зміни природи речовини. Приклади: **колір**, запах, густина

**Інтенсивні властивості** – не залежать від кількості речовини (температура).

**Екстенсивні властивості** – залежать від кількості речовини (наприклад, маса).



# ***Властивості речовин***

## **Фізичні і хімічні перетворення**

***Фізичні перетворення*** – перетворення фізичних властивостей речовини

- В фізичних перетвореннях може змінюватись зовнішній вигляд, але не природа речовини.

Вода (крига) → Вода (рідина)

***Хімічні перетворення*** (хімічні реакції) – перетворення вихідних речовин у такі, що хімічно різняться від реагентів.

- Коли чисті кисень і водень взаємодіють, вони утворюють чисту воду.

# Класифікація хімічних систем

Хімічна система –  
сукупність речовин і  
процесів взаємодії в  
обмеженому об'ємі

**ВІДКРИТА**

$$\Delta m \neq 0$$

$$\Delta Q \neq 0$$

**ЗАКРИТА**

$$\Delta m = 0$$

$$\Delta Q \neq 0$$

**ІЗОЛЬОВАНА**

$$\Delta m = 0$$

$$\Delta Q = 0$$

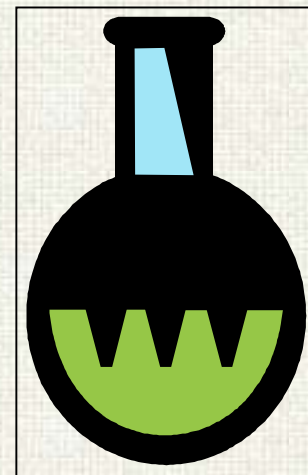
# ***Класифікація хімічних систем***



**Відкрита  
система**



**Закрита  
система**



**Ізольована  
система**

# Характеристики хімічних систем

- В будь який проміжок часу термодинамічна система характеризується сукупністю фізичних і хімічних властивостей, які визначають її стан.
- Охарактеризувати стан системи можна за допомогою **термодинамічних параметрів** : об'єм ( $V$ ), температура ( $T$ ), тиск ( $P$ ), концентрація ( $C$ ), теплоємність ( $C_p$ ,  $C_v$ ) та ін.
- і **функцій стану** (внутрішня енергія ( $U$ ), ентальпія ( $H$ ), ентропія ( $S$ ), енергія Гіббса ( $G$ ) та ін.). До числа термодинамічних параметрів зазвичай відносять такі термодинамічні змінні, значення яких можна безпосередньо виміряти.
- **Функцією стану** називають таку термодинамічну змінну, значення якої однозначно визначається станом системи, але не залежить від шляху (історії, способу), яким система прийшла в даний стан. До числа функцій стану можна віднести і деякі термодинамічні параметри ( $V$ ,  $P$ ,  $T$ ).
- **Функцією процесу** називають таку термодинамічну змінну, значення якої залежить від маршруту, за яким система прийшла в даний стан (теплота, робота).

# Характеристики Хімічних систем

## Параметри можуть бути виміряні

Маса  $m$ ,  
Температура  $T$ ,  
Тиск  $P$ ,  
Кількість речовини  $n$ ,  
Концентрація  $c$

## Функції стану Абсолютні значення не можна виміряти

Внутрішня енергія  $E$ ,  
Ентальпія  $H$ ,  
Ентропія  $S$ ,  
Вільна енергія Гіббса  $G$   
Вільна енергія Гельмгольца  $F$

# Типи хімічних реакцій

## Хімічні реакції

```
graph TD; A[Хімічні реакції] --> B[Екзотермічні Q>0<br/>(ΔH_m<0)<br/>Теплота вивільнюється<br/>у довкілля]; A --> C[Ендотермічні Q<0<br/>(ΔH_m>0)<br/>Теплота поглинається<br/>з довкілля];
```

Екзотермічні  $Q>0$   
( $\Delta H_m<0$ )

Теплота вивільнюється  
у довкілля

Ендотермічні  $Q<0$   
( $\Delta H_m>0$ )

Теплота поглинається  
з довкілля

# Хімічна термодинаміка. Базові визначення

- **Хімічна термодинаміка** ставить завданням застосування законів термодинаміки до опису хімічних і фізико-хімічних явищ, зокрема:
  - Побудова теплового балансу процесу
  - Розрахунок фазових рівноваг
  - Розрахунок хімічних рівноваг.
- **Термодинамічна система** – сукупність матеріальних тіл в обмеженому об'ємі в фіксований проміжок часу, які перебувають у взаємодії з навколишніми тілами і можуть обмінюватися з ними енергією і частинками.
- Розрізняють **екстенсивні властивості** системи, кількісний вираз яких пропорційний масі, та **інтенсивні** – кількісна міра яких не залежить від маси. Саме цьому стан системи характеризують сукупністю її інтенсивних властивостей, які називають **термодинамічними параметрами стану**.

Головні параметри стану піддаються безпосередньому вимірюванню (температура, тиск, густина, концентрація, питомий та молярний об'єм), а інші розглядаються як функції головних (внутрішня енергія, ентропія, ентальпія...), тобто **термодинамічні функції стану**.

# Хімічна термодинаміка. Базові визначення

Термодинамічні параметри стану характеризують лише поточний стан системи і не несуть інформацію про попередні стани. Саме цьому *при переході системи від одного стану в інший зміна її властивостей не залежить від шляху переходу (процесу), а визначається лише початковим і кінцевим її станами, тобто термодинамічними параметрами у цих двох станах.*

- **Процес** — це будь яка зміна, що відбувається в термодинамічній системі і пов'язана зі зміною хоча б одного з її *параметрів стану*.