

## Дослід Штерна. Рівновага фаз та фазові переходи

### Коротко про головне:

Швидкість руху молекул вперше була експериментально визначена Отто Штерном у 1920 році.

Установка для дослідження Штерна складалася з двох циліндрів, що мають спільну вісь: великого та маленького, у якому була прорізана тонка щілина.



Рис. 1 Зовнішня будова установки Штерна

Джерело - Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти ст 167

Платинова нитка, покрита шаром срібла, підключена до зовнішнього джерела напруги, була закріплена на осі в меншому циліндрі. Коли на нитку подавалася напруга, то атоми срібла випаровувалися і деякі з них у результаті хаотичного руху потрапляли в щілину.

Після того, як молекули покидають маленький циліндр, вони осідають на внутрішній поверхні великого циліндра. Щоб зменшити кількість зіткнень із молекулами повітря, обидва циліндри були поміщені у вакуум.

Коли циліндри нерухомі, срібний слід у вигляді тонкої смужки з найбільшою товщиною посередині утворювався на стінці великого циліндра якраз навпроти щілини. Проте коли циліндри починають обертатися з однаковою кутовою швидкістю, срібний слід зміщується.

Крім того, ширина смужки ставала більшою. Якби молекули переміщалися миттєво, то вони б збиралися навпроти щілини, але кожна молекула має певну швидкість руху. Коли вона вилітає із щілини, то осідає на поверхні великого циліндра з невеликим зміщенням.

Адже зовнішній циліндр встигає повернутися на певний кут за той час, що молекули летять до нього від щілини у внутрішньому циліндрі. Чим швидше рухаються молекули, тим ближче до положення навпроти щілини вони осядуть.

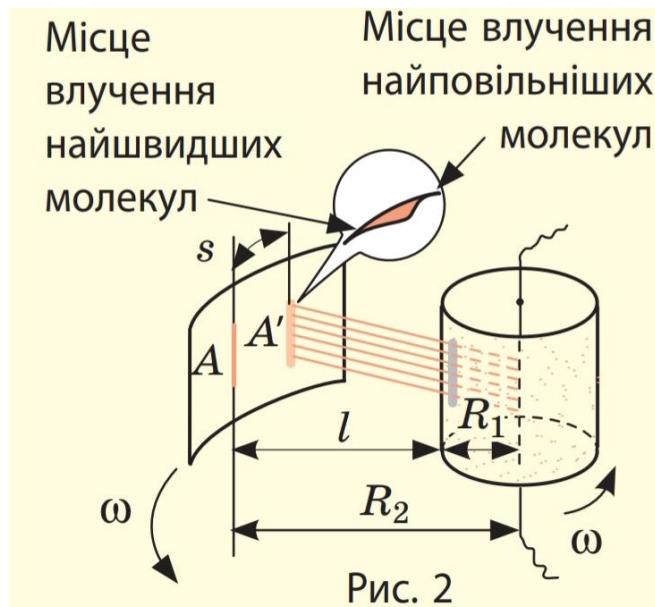


Рис. 2 Результат дослідження Штерна

Джерело - Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колек-

тиву під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти ст 167

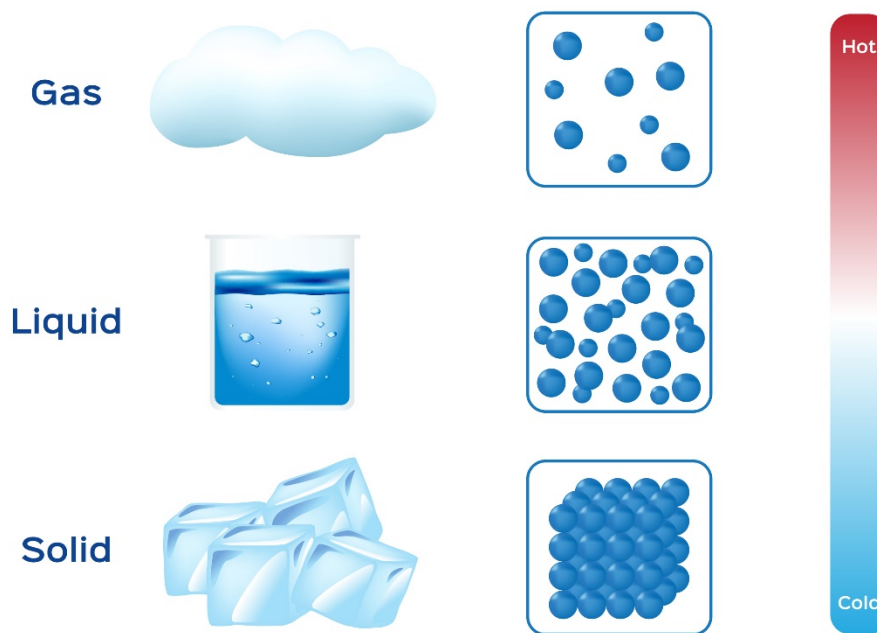
Існує 3 фазових стани: **газоподібний, рідкий та твердий кристалічний.**

У газоподібному стані відстань між молекулами набагато більша, ніж їхній розмір. Газ завжди займає всю посудину, у яку його помістили, незалежно від кількості його молекул. Якщо подіяти на газ зовні, то можна легко змінити його форму та об'єм.

У рідинах відстань між молекулами приблизно дорівнює їхньому розміру. Положення молекул не фіксоване, вони коливаються навколо певного положення рівноваги, а час від часу навіть швидко переходять у інше. Тому рідини змінюють форму, але зберігають об'єм.

У твердих речовинах відстань між молекулами приблизно дорівнює їхньому розміру. У кожній молекулі є своє положення рівноваги,

навколо якого вона коливається впродовж тривалого часу. Упорядковані молекули разом утворюють кристалічну ґратку. Тому тверді тіла зберігають свої форму та об'єм.



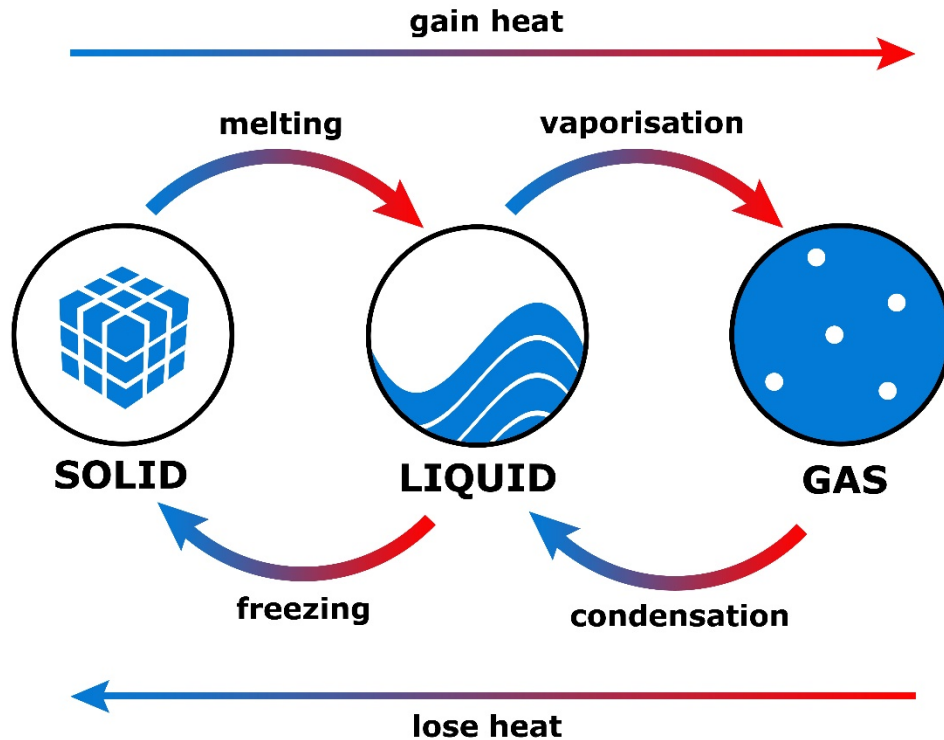
## STATES OF MATTER

Перехід із твердого стану в рідкий називаємо **плавленням**, перехід від рідини до газу – **пароутворенням**, перехід від газу до рідини – **конденсацією**, а перехід від рідини до твердого тіла – **кристалізацією**.

Плавлення та кристалізація завжди відбуваються за однакової температури. Пароутворення в рідинах відбувається постійно, адже найшвидші молекули можуть прорватись через плівку поверхневого натягу і вилетіти з об'єму рідини.

Там, за межами об'єму, ці самотні молекули утворюють газ. Але із нагріванням швидкість молекул збільшується, а отже, і інтенсивність пароутворення теж. Найбільш інтенсивно

пароутворення проходить за температури кипіння. Кипіння та конденсація – також відбуваються за однакової температури. Який із двох фазових переходів відбудеться, залежить від того, отримує речовина енергію чи віддає.



Аморфні тіла – це тверді тіла, що не мають кристалічної ґратки, але є доволі міцними і важко змінюють свій об'єм. Вони не мають сталої температури плавлення: зі збільшенням температури аморфні тіла стають більш текучими і з часом їх майже неможливо відрізнити від в'язких рідин.

## Додаткова інформація:

За деяких умов тверді речовини перетворюються одразу в газ, оминаючи рідкий стан. Такий фазовий перехід називаємо *сублімацією*. Пропонуємо ознайомитися з експериментальними прикладами сублімації та інших фазових переходів за посиланням: [https://www.youtube.com/watch?v=ydBcvY2Omkc&ab\\_channel=AlexLochoff](https://www.youtube.com/watch?v=ydBcvY2Omkc&ab_channel=AlexLochoff)

Крім твердого, рідкого і газоподібного фазових станів, у Всесвіті існує ще один – *плазма*. Плазма – це частково, або повністю йонізований газ, і в земних умовах ми з ним стикаємося не часто (наприклад, плазма утворюється в газових розрядах чи в язиках полум'я). Але плазма є найпоширенішим фазовим станом у всьому Всесвіті. Більше дізнатися про плазму можна за посиланнями: [https://www.youtube.com/watch?v=zqzWfguYj1c&t=183s&ab\\_channel=MonsterBox](https://www.youtube.com/watch?v=zqzWfguYj1c&t=183s&ab_channel=MonsterBox)  
[https://www.youtube.com/watch?v=94tReSbyPYc&ab\\_channel=FuseSchool-GlobalEducation](https://www.youtube.com/watch?v=94tReSbyPYc&ab_channel=FuseSchool-GlobalEducation)

## Завдання для самостійної роботи:

Фазові переходи відбуваються за різних температур для різних речовин. Пропонуємо підготувати мультимедійну презентацію про речовини з екстремальними температурами фазових переходів. Наприклад, метал із найменшою температурою плавлення чи рідина з найнижчою температурою кристалізації.