

**Варіант 2**

**Реактиви:** гранули цинку, хлоридна й оцтова (етанова) кислоти однакової концентрації, дистильована вода, 3 %-й розчин гідроген пероксиду, шматочки сирого м'яса або лікарського засобу «Гематоген», нагрівальний прилад.

Проробіть досліди, щоб порівняти швидкості реакцій: а) цинку з хлоридною та оцтовою кислотами; б) цинку з більш концентрованою та менш концентрованою хлоридною кислотою; в) цинку з холодною хлоридною кислотою та за нагрівання; г) гідроген пероксиду без добавляння й з добавлянням шматочків сирого м'яса або «Гематогену». Звіт оформіть на власний розсуд, можливо так, як рекомендовано в інструктивних матеріалах до варіанта 1.

**Варіант 3\***

**Реактиви:** магнієві та алюмінієві стружки, розчин купрум(II) сульфату, кухонна сіль «Екстра», дистильована вода, фенолфталеїн, свіжий картопляний сік, нагрівальний прилад.

Поміркуйте, як за допомогою виданих вам реактивів експериментально виявити чинники, що впливають на швидкість хімічних реакцій:

- магнію та алюмінію з купрум(II) сульфатом у розчині;
- магнію з купрум(II) сульфатом у його менш концентрованому та більш концентрованому розчинах;
- магнію з водою, до якої добавлено кілька крапель фенолфталеїну.

Поміркуйте, як дослідним шляхом з'ясувати, чи впливають:

- на активність ферменту каталази (пероксидази), що міститься в свіжому картопляному соку, катіони Купруму(II) та термічне оброблення;
- аніони Хлору на швидкість реакції алюмінію з купрум(II) сульфатом у розчині.

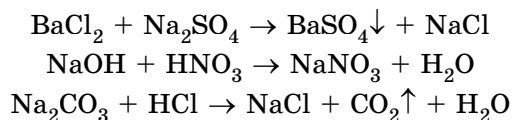
Складіть план проведення практичної роботи й виконайте її. Звіт оформіть на власний розсуд.

**§ 21. Оборотні й необоротні реакції**

**Після опрацювання параграфа ви зможете:**

- розрізняти оборотні й необоротні реакції;
- складати рівняння оборотних і необоротних реакцій.

Оборотні й необоротні реакції певною мірою відомі вам з теми «Розчини». Ви, звичайно, пам'ятаєте, що умовами перебігу до кінця (необоротності) реакцій обміну між електролітами в розчині є утворення осаду, води чи виділення газу:



Необоротні реакції відбуваються лише в одному напрямку аж до повної витрати одного з реагентів. Реакція горіння магнію, наприклад, необо-

ротна. Вона триватиме доти, доки не витратиться весь магній або (якщо реакція відбувається в закритій системі) кисень, який підтримує горіння.

Натомість оборотні реакції відбуваються одночасно у двох протилежних напрямках – прямому та оберненому (рис. 21.1).

Гідроген йодид – продукт взаємодії йоду з воднем – легко розкладається – відбувається обернена реакція. Швидкість прямої реакції спочатку максимальна. Згодом вона зменшується, бо поступово зменшується вміст водню та йоду. Натомість зростає швидкість оберненої реакції – адже вміст гідроген йодиду в реакційному середовищі збільшується. Через певний час після початку реакції швидкість прямої реакції зрівнюється зі швидкістю оберненої. Тому в реакційній суміші є всі учасники реакції: водень, йод і гідроген йодид.

Отже, реакція *необоротна*, якщо в реакційній суміші після завершення процесу не можна виявити хоча б один з реагентів.

Реакція *оборотна*, якщо після того, як швидкість оберненої реакції зрівняється зі швидкістю прямої реакції, у реакційній суміші є всі учасники реакції – і реагенти, і продукти.

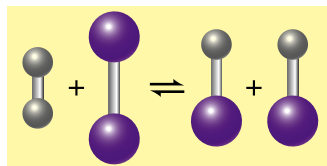
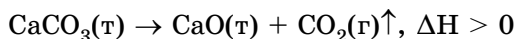


Рис. 21.1. Схематичне зображення оборотної реакції водню з йодом

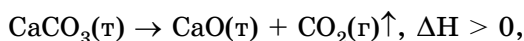


Поміркуйте й висловіть припущення, чому в рівняннях оборотних хімічних реакцій замість знака « $\Rightarrow$ » використовують знак « $\rightleftharpoons$ ».

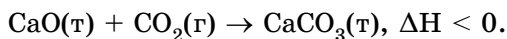
Розгляньмо реакцію термічного розкладання кальцій карбонату. У промисловості її використовують для добування негашеного вапна з вапняку:



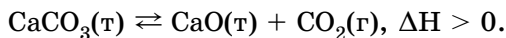
Якщо реакція відбувається у відкритій системі, то газуватий карбон(IV) оксид необоротно залишає сферу реакції. За таких умов реакція триває аж до повної витрати кальцій карбонату. Натомість у закритій системі (рис. 21.2) водночас відбувається як пряма



так і обернена

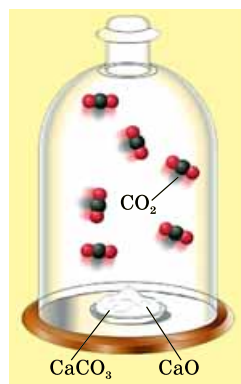


Тобто одночасно відбуваються два процеси: прямий і обернений:



**Зверніть увагу:** пряма реакція ендотермічна, а обернена – екзотермічна. Кількість теплоти, яка витрачається на розкладання кальцій карбонату, дорівнює кількості теплоти, яка виділяється внаслідок реакції між відповідними оксидами.

Рис. 21.2. У закритій системі реакція термічного розкладання кальцій карбонату оборотна. У реакційній суміші є і реагенти, і продукти реакції: кальцій карбонат, кальцій оксид і карбон(IV) оксид



Збільшення концентрації реагентів сприятиме збільшенню швидкості прямої реакції. Унаслідок її перебігу збільшиться концентрація продуктів, тобто обернена реакція також пришвидшиться. Щоб зменшити швидкість оберненої реакції, треба вилучати із системи продукти прямої реакції. Отже, чи є реакція оборотною, залежить від умов її перебігу.

Це має неабияке практичне значення, оскільки виробництво сульфатної кислоти, амоніаку, багатьох інших неорганічних і органічних речовин пов'язане з оборотними процесами. Докладніше про це ви дізнаєтеся в старшій школі, обравши відповідний профіль навчання.

### Цікаво і пізнавально

Багато хто з хіміків вивчав оборотні реакції. Наприклад, французькі хіміки К.Л. Бертолле (1748–1822), А.Ж. Дебре (1827–1888), Ф.І.М. Малагуті (1802–1878), Л.П. де Сен-Жіллє (1832–1863) та П.Е.М. Бертло (1827–1907), німецькі хімік і фармаколог Г. Розі (1795–1864) та фізикохімік М. Боденштейн (1871–1942), англійські хіміки А.В. Вільямсон (1824–1904) і Д.Х. Гладстон (1827–1902), голландський фізик і хімік, лауреат Нобелівської премії з хімії 1901 року Я.Г. Вант-Гофф (1852–1912).

## ПРО ГОЛОВНЕ

- Умовами перебігу до кінця (необоротності) реакцій обміну між електролітами в розчині є утворення осаду, води чи виділення газу.
- Необоротні реакції відбуваються лише в одному напрямку, оборотні реакції відбуваються одночасно у двох протилежних напрямках – прямому й оберненому.
- У рівняннях оборотних хімічних реакцій замість знака « = » використовують знак « $\rightleftharpoons$ », який указує на одночасний перебіг двох протилежних за напрямками реакцій – прямої ( $\rightarrow$ ) та оберненої ( $\leftarrow$ ).
- Реакція необоротна, якщо в реакційній суміші після завершення процесу не можна виявити хоча б один з реагентів.
- Реакція оборотна, якщо після того, як швидкість оберненої реакції зрівняється зі швидкістю прямої реакції, у реакційній суміші є і реагенти, і продукти.



### Перевірте себе

1. За яких умов реакції обміну між електролітами в розчині необоротні? 2. Які реакції називають: а) необоротними; б) оборотними?



### Застосуйте свої знання й уміння

3. Чому до необоротних процесів відносять горіння деревини, зсідання молока, скисання виноградного соку, а до оборотних – електролітичну дисоціацію гідроген сульфід у водному розчині, утворення гідроген йодиду, перетворення кисню на озон, газування води карбон(IV) оксидом? Запишіть рівняння оборотних реакцій.

\*4. Нітроген(IV) оксид (газ бурого кольору) унаслідок охолодження перетворюється на безбарвний димер. Цей процес оборотний:



Зміщення хімічної рівноваги визначають за зміною інтенсивності забарвлення газу – зі збільшенням температури вона посилюється. На рисунку 20.3 зображено графіки швидкостей прямої та оберненої реакції. Визначте, який з графіків відображає зміну швидкості прямої реакції, який – оберненої. Поясніть, який фрагмент графіків відповідає стану динамічної рівноваги.

5. У виробництві сульфатної кислоти використовують оборотну реакцію між сульфур(IV) оксидом і киснем (рис. 21.4).

Унаслідок реакції утворюється вищий оксид Сульфуру й виділяється певна кількість теплоти. Запишіть рівняння цієї реакції, зазначте її тепловий ефект. Класифікуйте реакцію за кількістю та складом реагентів і продуктів, зміною ступенів окиснення, тепловим ефектом.

6. Художниця та художник ілюстрували підручник хімії для дев'ятикласників і дев'ятикласниць та зобразили модель динамічної рівноваги (рис. 21.5). Поясніть, якою має бути швидкість руху людини порівняно зі швидкістю ескалатора, щоб модель правильно відбивала зміст поняття. Оцініть правильність виконання завдання, аргументуйте свою думку.

7. Проаналізуйте зміст третьої колонки таблиці 17.1 і визначте, про що ви дізналися і чого навчилися під час опрацювання параграфа.



### Теорча майстерня

8. Зобразіть або опишіть іншу модель динамічної рівноваги і презентуйте свою розробку на наступному уроці.



### Дізнайтеся більше

[https://www.youtube.com/watch?v=1d\\_4yXDEgWA](https://www.youtube.com/watch?v=1d_4yXDEgWA)  
<https://www.youtube.com/watch?v=xHGkUOM1AY4>  
<https://www.youtube.com/watch?v=YEN9aLjjuoE>  
<https://www.youtube.com/watch?v=yFqYrBxbURY>  
<https://www.youtube.com/watch?v=dUMmoPdwBy4>

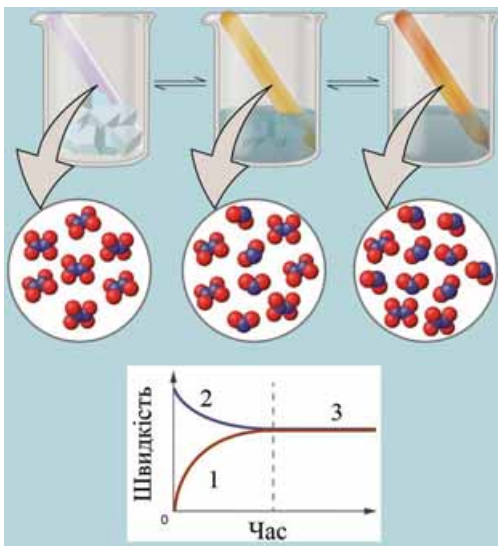


Рис. 21.3

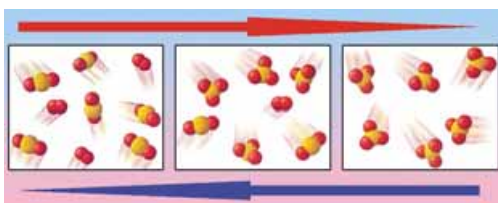


Рис. 21.4



Рис. 21.5. Модель динамічної рівноваги