

§ 40. Хімічна рівновага

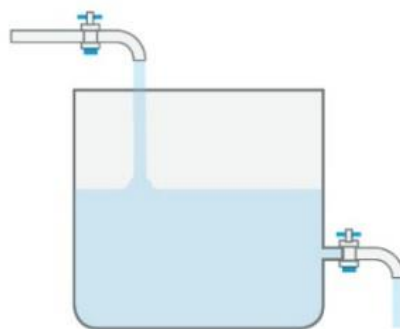
Оборотні та необоротні реакції

Дізнайтеся більше

В оборотних реакціях співвідношення кількостей реагентів і продуктів залежить від швидкостей прямої та зворотної реакцій. Якщо швидкість прямої реакції перевищує швидкість зворотної, то за одиницю часу утворюється більше продуктів, і реакція відбувається переважно в бік прямої реакції. Якщо швидкість зворотної реакції більша, то утворюються переважно початкові речовини, і реакція відбувається у зворотний бік.

Поняття про хімічну рівновагу (доповнення)

Динамічний характер рівноваги можна проілюструвати на простому прикладі: уявіть резервуар із водою, у який з одного боку вода вливається, а з іншого — виливається (див. мал.). Якщо швидкість, з якою вода вливається, дорівнює швидкості, з якою вода виливається, то рівень води в резервуарі не змінюється.



Динамічний характер рівноваги

Вплив зміни температури середовища на стан хімічної рівноваги (доповнення)

Розгляньмо вплив температури на стан хімічної рівноваги на прикладі реакції димеризації нітроген(IV) оксиду:





Нагрівання рівноважної суміші ($2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$) зміщує рівновагу в бік розкладання димеру, про що свідчить посилення червоно-коричневого забарвлення (а), а під час охолодження рівновага зміщується в бік утворення димеру, і суміш знебарвлюється (б)

Додаткові завдання до параграфа

Завдання для засвоєння матеріалу

40.1. Як впливають різні чинники на стан рівноваги в системах:

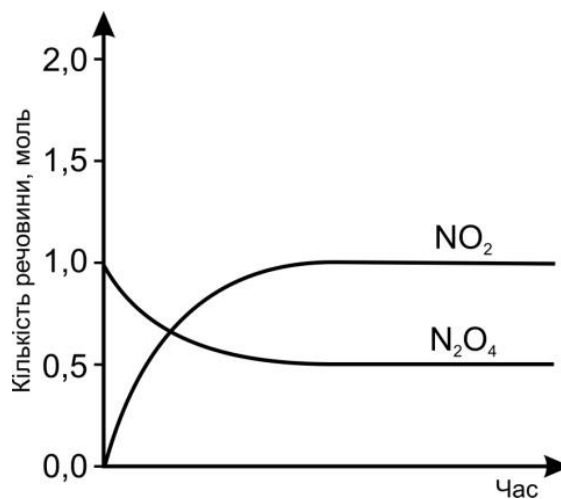
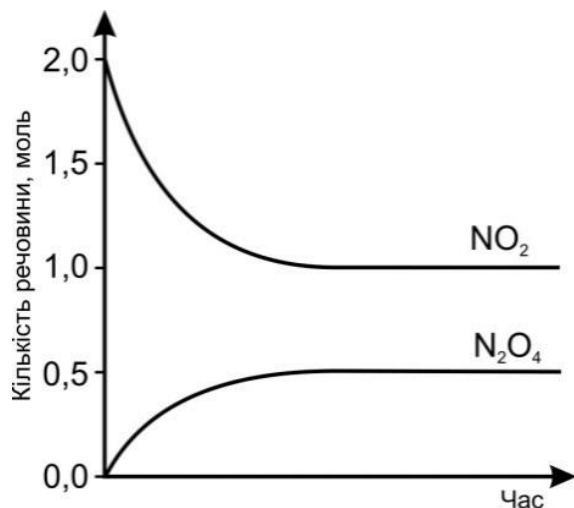
- а) $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3; \Delta H < 0$
- б) $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2; \Delta H > 0$
- в) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3; \Delta H < 0$
- г) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3; \Delta H < 0$
- д) $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}; \Delta H < 0$

Завдання з розвитку критичного мислення

40.2. Випал вапняку — оборотна хімічна реакція: $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2; \Delta H > 0$.

Поясніть, із якою метою через вапняк під час випалу пропускають повітря.

40.3. У стані рівноваги співвідношення концентрацій реагентів та продуктів реакції стало і не залежить від початкової кількості реагентів. Прокоментуйте це твердження за графіками:



40.4. Для реакції синтезу амоніаку побудуйте графіки зміни кількості речовини азоту, водню й амоніаку під час досягнення рівноважного стану, якщо початкова кількість речовини азоту дорівнює 3 моль, водню — 8 моль, а кількість речовини амоніаку в рівноважній суміші за певних умов становить 4 моль. (Зразком можуть бути графіки із завдання 40.3)

40.5. У додаткових джерелах знайдіть інформацію про виробництво газованих напоїв. Поясніть із точки зору уявлень про хімічну рівновагу умови виготовлення такої води та зовнішні ефекти, що супроводжують відкриття пляшки з газованим напоєм.

40.6. Як ви вважаєте, що є практично вигіднішим для зміщення рівноваги реакції синтезу амоніаку задля зменшення собівартості продукту: а) збільшення тиску в реакторі; б) збільшення концентрації азоту; в) збільшення концентрації водню? Відповідь обґрунтуйте.

40.7. Що, на вашу думку, може перешкодити хімічній системі досягти стану рівноваги? Проілюструйте відповідь прикладами.

40.8. Чи можна поняття про рівновагу та умови її зміщення застосовувати для інших (не хімічних) природних явищ? Доведіть свою думку та наведіть приклади.

40.9. За час свого існування атмосфера Землі ще не досягла стану рівноваги зі Світовим океаном та ґрунтом. Як ви вважаєте, які фактори «відповідальні» за це?

40.10. Чи можна поняття про хімічну рівновагу застосовувати для характеристики процесу розчинення речовин, існування насичених, пересичених та ненасичених розчинів? Відповідь обґрунтуйте.

40.11. Якщо насичений розчин певної речовини перебуває в контакті з подрібненими кристалами цієї речовини, то з часом найдрібніші кристалики зникають, а найбільші укрупнюються (зростають). Чи можна пояснити цей факт, використовуючи поняття про динамічну рівновагу?

40.12. У рівноважній суміші маси реагентів та продуктів реакції не однакові. Чи є це порушенням закону збереження маси в хімічних реакціях? Відповідь обґрунтуйте.

40.13. Бензойна кислота — ароматична одноосновна слабка кислота. Зразок твердої бензойної кислоти C_6H_5COOH перебуває в рівновазі з насиченим розчином бензойної кислоти. До розчину додали невелику кількість важкої води D_2O , що містить нуклід Дейтерію 2H . Розчин витримали за кімнатної температури кілька годин, а потім кристали бензойної кислоти відфільтрували та висушили. Аналізом установили, що твердий зразок бензойної кислоти містить молекули C_6H_5COOD із нуклідами Дейтерію. Поясніть, унаслідок яких процесів це могло статися.

Біографії видатних науковців



Анрі Луї Ле Шательє (1850–1936)

Французький фізик і хімік. Народився в Парижі в родині гірничого інженера. Навчався в Політехнічній школі та Вищій гірничій школі. Одночасно працював у лабораторії Сент-Клер Девіля та відвідував лекції в Колеж де Франс. Працював гірничим інженером в Алжирі й Безансоні. Від 1877 до 1919 року був професором Паризької Вищої гірничої школи, де викладав загальну й технічну хімію. Окрім того був професором кафедри загальної хімії в Колеж де Франс (1898–1907) та професором Паризького університету (1907–1925). 1907 року був обраний членом Паризької академії наук.

Ле Шательє був одним із перших хіміків, хто систематично досліджував металургійні та хіміко-технологічні процеси. Від 1880 року займався проблемою випалення й затвердіння цементу. Вивчаючи процеси, що відбуваються в доменних печах, і стикаючись із необхідністю вимірювання високих температур, Ле Шательє 1886 року розробив пірометр — оптичний прилад, що вимірює температуру розжарених тіл за їхнім кольором. Удосконалив методику дослідження металів і сплавів. Створив металографічний мікроскоп, за допомогою якого можна вивчати будову непрозорих об'єктів.

1884 року Ле Шательє сформулював принцип динамічної рівноваги, який було названо на його честь. 1894 року вивів рівняння, що встановлює залежність між розчинністю, температурою процесу та теплотою плавлення речовини. Незалежно від Ф. Габера 1901 року Ле Шательє визначив умови синтезу амоніаку.

Був удостоєний багатьох нагород: 1886 року став кавалером ордена Почесного легіону, 1916 року отримав медаль Деві Лондонського королівського товариства.

Крім природничих наук цікавився питаннями релігії та захоплювався стародавніми мовами.