

Приклади розв'язання завдань з теми «Хімічна рівновага».

Завдання 1.

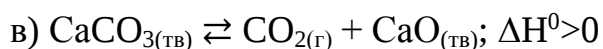
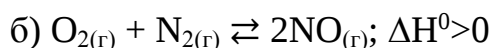
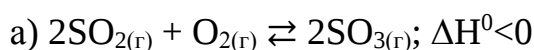
Як вплине підвищення температури на рівновагу реакції, що описується рівнянням реакції $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$, $\Delta H^0 = -92,4 \text{ кДж}$?

Розв'язання

За принципом Ле Шательє при підвищенні температури хімічна рівновага зміщується у бік зниження температури, тобто у бік ендотермічної реакції. Тепловий ефект прямої реакції $\Delta H^0 < 0$, це означає, що пряма реакція екзотермічна, а зворотна реакція ендотермічна. Таким чином хімічна рівновага зміщується у бік зворотної реакції, тобто ліворуч.

Завдання 2.

З числа наведених нижче реакцій укажіть ту, де зміна тиску не впливає на зміщення рівноваги:



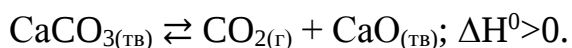
У яких випадках рівновага зміститься праворуч при зниженні тиску?

Розв'язання

1. Зміна тиску зумовлює зміщення рівноваги тільки тих реакцій, під час яких відбувається зміна загального числа молекул речовин, що перебувають у газоподібному стані.

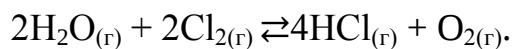
У реакції, що описується рівнянням $\text{O}_{2(\text{г})} + \text{N}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(\text{г})}$; $\Delta H > 0$, число молекул реагентів і продуктів реакції, що знаходяться у газоподібному стані однакове, тому на рівновагу цієї реакції тиск не впливає.

2. При зниженні тиску хімічна рівновага зміщується праворуч у випадку, коли число молекул газоподібних речовин, що утворюються більше числа молекул газоподібних речовин, що вступають у реакцію. Цій умові відповідає реакція розкладання кальцій карбонату:



Завдання 3.

Запишіть математичний вираз константи рівноваги для реакції, рівняння реакції якої:



Розв'язання.

За законом діючих мас для стану хімічної рівноваги

$$K_c = \frac{[\text{HCl}_{(\text{r})}]^4 \cdot [\text{O}_{2(\text{r})}]}{[\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})}]^2 \cdot [\text{Cl}_{2(\text{r})}]^2}$$

Завдання 4.

Під час розкладання сульфур(VI) оксиду за деякої температури встановились рівноважні концентрації речовин: $[\text{O}_2] = 0,06$ моль/л, $[\text{SO}_2] = 0,12$ моль/л, $[\text{SO}_3] = 0,04$ моль/л. Визначте константу хімічної рівноваги реакції.

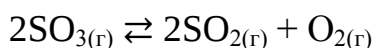
Дано:

$[\text{O}_2] = 0,06$ моль/л,
 $[\text{SO}_2] = 0,12$ моль/л,
 $[\text{SO}_3] = 0,04$ моль/л

$K_c = ?$

Розв'язання.

Складемо рівняння реакції



Для визначення константи рівноваги використовуємо формулу закону діючих мас для стану хімічної рівноваги

$$K_c = \frac{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2}$$

$$K_c = \frac{[0,12]^2 \cdot [0,06]}{[0,04]^2} = 0,54$$

Обчислимо розмірність K_c :

$$\frac{[\text{моль/л}]^2 \cdot [\text{моль/л}]}{[\text{моль/л}]^2} = [\text{моль/л}]$$

Відповідь: константа рівноваги реакції розкладання сульфур(VI) оксиду дорівнює 0,54 моль/л.

Завдання 5.

Під час окиснення амоніаку за деякої температури рівноважні концентрації амоніаку, кисню і води відповідно дорівнюють 2,18 моль/л, 1,65 моль/л і 5,64 моль/л. Визначте рівноважну концентрацію азоту і початкові концентрації реагентів.

Дано:

$[\text{NH}_3] = 2,18 \text{ моль/л}$
 $[\text{O}_2] = 1,65 \text{ моль/л}$
 $[\text{H}_2\text{O}] = 5,64 \text{ моль/л}$

$[\text{N}_2] - ?$
 $C_1(\text{NH}_3) - ?$
 $C_1(\text{O}_2) - ?$

Розв'язання.

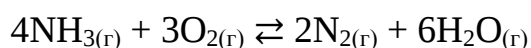
Під час перебігу реакції в прямому напрямку до стану рівноваги відбувається зменшення концентрацій реагентів і збільшення концентрацій продуктів реакції, які згідно із законом збереження маси речовин визначаються виразами:

для реагентів $\Delta C = C_1 - []$

для продуктів $\Delta C = [] - C_1$,

де C_1 – початкові концентрації, $[]$ – рівноважні концентрації

Підпишемо під формулами реагентів і продуктів у рівнянні реакції відомі значення концентрацій



C_1 , моль/л	x	y	0	0
ΔC , моль/л	-3,76	-2,82	+1,88	+5,64
$[C]$, моль/л	2,18	1,65	z	5,64

Визначимо, зміну концентрацій реагентів і продуктів реакції

$$\Delta C(\text{H}_2\text{O}) = [\text{H}_2\text{O}] - C_1(\text{H}_2\text{O}) = 5,64 \text{ моль/л} - 0 = 5,64 \text{ моль/л}$$

За рівнянням реакції

$$\Delta C(\text{H}_2\text{O}) = [\text{H}_2\text{O}] - C_1(\text{H}_2\text{O}) = 5,64 \text{ моль/л} - 0 = 5,64 \text{ моль/л}$$

$$\Delta C(\text{N}_2) = 2/6 \Delta C(\text{H}_2\text{O}) = 1/3 \cdot 5,64 = 1,88 \text{ (моль/л)}$$

$$\Delta C(\text{NH}_3) = 4/6 \Delta C(\text{H}_2\text{O}) = 2/3 \cdot 5,64 = 3,76 \text{ (моль/л)}$$

$$\Delta C(\text{O}_2) = 3/6 \Delta C(\text{H}_2\text{O}) = 1/2 \cdot 5,64 = 2,82 \text{ (моль/л)}$$

Знайдемо рівноважну концентрацію

$$[\text{N}_2] = \Delta C(\text{N}_2) - C_1(\text{N}_2) = 1,88 - 0 = 1,88 \text{ (моль/л)}$$

та вихідні концентрації

$$C_1(\text{NH}_3) = [\text{NH}_3] + \Delta C(\text{NH}_3) = 2,18 + 3,76 = 5,94 \text{ (моль/л)}$$

$$C_1(\text{O}_2) = [\text{O}_2] + \Delta C(\text{O}_2) = 1,65 + 2,82 = 4,47 \text{ (моль/л)}$$

Відповідь: рівноважна концентрація азоту – 1,88, початкові концентрації амоніаку – 5,94 моль/л, кисню – 4,47 моль/л.