

ОБУЧАЮЩИЕ ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ «ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА»

Задача 1. Начальные концентрации N_2 и H_2 в реакции $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ соответственно равны 1,5 моль/л и 2 моль/л. Вычислите константу равновесия, если к моменту наступления равновесия прореагировало 15 % H_2 .

Решение. 1. Запишем константу равновесия данной реакции:

$$K_{\text{равн}} = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

2. Рассчитаем равновесные концентрации водорода, азота и аммиака.

Начальная концентрация H_2 2 моль/л, а прореагировало его 15 %, найдем $C_{\text{прор}}$, составив пропорцию:

$$2 \text{ моль} \longrightarrow 100 \%$$

$$x \text{ моль} \longrightarrow 15 \%$$

$$x = (2 \text{ моль/л} \times 15 \%) / 100 \% = 0,3 \text{ моль/л}$$

$$C_{\text{прор}}(H_2) = 0,3 \text{ моль/л}$$

3. Найдем $C_{\text{прор}}(N_2)$, принимая во внимание, что согласно уравнению реакции 1 моль N_2 взаимодействует с 3 молями H_2 , следовательно, $C_{\text{прор}}(N_2)$ будет в три раза меньше и составит 0,1 моль/л.

4. Рассчитаем $C_{\text{прор}}(NH_3)$, учитывая, что по уравнению реакции из 3 моль H_2 образуется 2 моль NH_3 , то:

$$3 \text{ моль } H_2 \longrightarrow 2 \text{ моль } NH_3$$

$$0,3 \text{ моль/л} \longrightarrow y \text{ моль/л}$$

$$y = (2 \text{ моль} \times 0,3 \text{ моль/л}) / 3 \text{ моль} = 0,2 \text{ моль/л}$$

$$C_{\text{прор}}(NH_3) = 0,2 \text{ моль/л}$$

5. Исходя из уравнения, что $C_{\text{равн}} = C_{\text{нач}} - C_{\text{прор}}$, посчитаем равновесные концентрации реагентов и продукта:

$$[H_2] = 2 \text{ моль/л} - 0,3 \text{ моль/л} = 1,7 \text{ моль/л}$$

$$[N_2] = 1,5 \text{ моль/л} - 0,1 \text{ моль/л} = 1,4 \text{ моль/л}$$

$$[NH_3] = 0,2 \text{ моль/л, так как } C_{\text{нач}}(NH_3) \text{ в начальный момент времени равна нулю.}$$

6. Подставляем полученные значения в выражение для константы равновесия:

$$K_{\text{равн}} = \frac{[0,2]^2}{[1,4] \cdot [1,7]^3} = 0,005.$$

Ответ. $K_{\text{равн}} = 0,005$.

Задача 2. Во сколько раз увеличится скорость химической реакции, если температуру повысить от 40 °С до 120 °С? Температурный коэффициент скорости реакции равен 2.

Решение. По правилу Вант-Гоффа

$$v_{\text{кон}} = v_{\text{нач}} \cdot \gamma^{\frac{T_{\text{кон}} - T_{\text{нач}}}{10}}.$$

Чтобы определить, во сколько раз изменится скорость реакции, надо найти отношение конечной скорости реакции к начальной скорости:

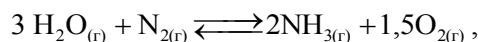
$$\frac{v_{\text{кон}}}{v_{\text{нач}}} = \gamma^{\frac{T_{\text{кон}} - T_{\text{нач}}}{10}}.$$

Подставим в полученное выражение значения температурного коэффициента Вант-Гоффа и изменения температур:

$$\frac{v_{\text{кон}}}{v_{\text{нач}}} = 2^{\frac{120 - 40}{10}} = 2^8 = 256.$$

Ответ. Скорость реакции увеличится в 256 раз.

Задача 3. Как изменится скорость реакции:



если **увеличить давление** в системе в 3 раза?

Решение 1. До изменения давления скорость реакции выражалась уравнением:

$$v_{\text{нач}} = k [\text{H}_2\text{O}]^3 [\text{N}_2].$$

2. При увеличении давления в 3 раза общий объем системы уменьшается в 3 раза, концентрация каждого из реагирующих веществ возрастет в 3 раза. Следовательно,

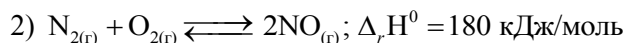
$$v_{\text{кон}} = k (3[\text{H}_2\text{O}])^3 (3[\text{N}_2]) = 81k [\text{H}_2\text{O}]^3 [\text{N}_2].$$

3. Чтобы определить, во сколько раз изменится скорость реакции, надо найти отношение конечной к начальной скорости реакции:

$$\frac{v_{\text{кон}}}{v_{\text{нач}}} = 81.$$

Ответ. Скорость реакции увеличится в 81 раз.

Задача 4. Как повлияет на равновесие следующих реакций:



а) **повышение давления**; б) **повышение температуры**?

Решение

1-я реакция. а) Протекание реакции в прямом направлении приводит к уменьшению общего числа молей газов, т.е. к уменьшению давления в системе. Поэтому, согласно принципу Ле-Шателье, повышение давления вызывает смещение равновесия в сторону прямой реакции (вправо). б) Так как реакция экзотермическая, т.е. протекает с выделением тепла, повышение температуры вызывает смещение равновесия в сторону обратной реакции (влево).

2-я реакция. а) Протекание реакции не сопровождается изменением числа молей газов и не приводит, следовательно, к изменению давления. В этом случае изменение давления не вызывает смещение равновесия. б) Так как реакция эндотермическая, т.е. протекает с поглощением тепла, повышение температуры вызывает смещение равновесия в сторону прямой реакции (вправо).

3-я реакция. а) Протекание реакции в прямом направлении приводит к увеличению общего числа молей газов, т.е. к увеличению давления в системе. Поэтому, согласно принципу Ле-Шателье, повышение давления вызывает смещение равновесия в сторону обратной реакции (влево). б) Так как реакция эндотермическая, т.е. протекает с поглощением тепла, повышение температуры вызывает смещение равновесия в сторону прямой реакции (вправо).