Kurs zadaniowy z chemii

Maturalis i Kamil Kaznowski

Praca domowa 7/25 – 16 grudnia 2022 r.

Temat: Kinetyka chemiczna

Zadanie 1.

Szybkość pewnej reakcji chemicznej zachodzącej zgodnie z równaniem stechiometrycznym

$$A + B \rightarrow C$$

opisuje równanie kinetyczne

$$v = k \cdot c_A \cdot c_B$$

Stała szybkości tej reakcji w temperaturze 20 °C ma wartość $k = 0{,}1\ dm^3 \cdot mol^{-1} \cdot s^{-1}$. Sporządzono roztwór, w którym początkowe stężenie substancji A wynosiło $0{,}2\ mol \cdot dm^{-3}$, a początkowe stężenie substancji B było równe $0{,}4\ mol \cdot dm^{-3}$. Temperatura roztworu była utrzymywana na poziomie 20 °C.

Oblicz szybkość reakcji substancji A i B (w temperaturze 20 °C) w momencie, w którym stężenie molowe substratu A zmalało do połowy jego początkowej wartości. Pamiętaj o podaniu wyniku z jednostką.

Obliczenia:

$[A]_0 = 0{,}2 \frac{mol}{dm^3} \longrightarrow [A] = 0{,}1 \frac{mol}{dm^3}$

(0,1 mola A przereagowało)

1 mol A — 1 mol B (stechiometria)

$[B]_0 = 0{,}4 \frac{mol}{dm^3} \longrightarrow [B] = 0{,}4 - 0{,}1 = 0{,}3 \frac{mol}{dm^3}$

$V = k \cdot [A] \cdot [B]$

$V = 0{,}1 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}3 = 0{,}003 \frac{mol}{dm^3 \cdot s}$

Zadanie 2.

W celu wyznaczenia równania kinetycznego reakcji opisanej równaniem:

$$2H_2\,(g) + 2NO\,(g) \rightleftarrows N_2\,(g) + 2H_2O\,(g)$$

do sześciu reaktorów wprowadzono jednocześnie tlenek azotu(II) i wodór. Początkowe stężenia obu reagentów oraz początkowe szybkości reakcji w każdym reaktorze (w temperaturze *T*) podane są w poniższej tabeli.

Reaktor	Stężenie, $mol \cdot dm^{-3}$		Początkowa szybkość reakcji, $mol \cdot dm^{-3} \cdot s^{-1}$
	NO	H_2	
I	0,005	0,001	v
II	0,005	0,002	$2v$
III	0,005	0,003	$3v$
IV	0,001	0,005	$0{,}2v$
V	0,002	0,005	$0{,}8v$
VI	0,003	0,005	$1{,}8v$

Podaj, ile razy zwiększy się początkowa szybkość reakcji, jeżeli w temperaturze *T*

– stężenie wodoru podwoi się przy niezmienionym stężeniu tlenku azotu(II).

2 razy

– stężenie tlenku azotu(II) wzrośnie trzykrotnie przy niezmienionym stężeniu wodoru.

9 razy

Przeanalizuj dane umieszczone w powyższej tabeli i napisz równanie kinetyczne opisanej w informacji reakcji, zastępując wykładniki potęg x i y w poniższym zapisie

$$v = k \cdot c_{NO}^{x} \cdot c_{H_2}^{y}$$

odpowiednimi wartościami liczbowymi.

$v = k \cdot c_{NO}^{2} \cdot c_{H_2}^{1}$

Zadanie 3.

Synteza jodowodoru przebiega zgodnie z równaniem:

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$$

Równanie kinetyczne tej syntezy jest następujące: $v = k \cdot c_{H_2} \cdot c_{I_2}$, gdzie c_{H_2} i c_{I_2} oznaczają stężenie substratów. W temperaturze 400 °C stała szybkości tej reakcji $k = 2{,}42 \cdot 10^{-2}\ \text{mol}^{-1} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Na podstawie: P.W. Atkins, *Chemia fizyczna*, Warszawa 2001.

W temperaturze 400 °C do reaktora o stałej pojemności równej 2 dm^3 wprowadzono mieszaninę dwóch moli gazowego wodoru i jednego mola gazowego jodu. Po zamknięciu reaktora zainicjowano reakcję, przy czym utrzymywano stałą temperaturę 400 °C.

$C = \frac{n}{V}$

Oblicz szybkość syntezy jodowodoru w momencie, gdy reakcji uległa połowa początkowej ilości jodu.

Obliczenia:

$n_0 H_2 = 2\ \text{mole} \longrightarrow C_0 H_2 = 1\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

$n_0 I_2 = 1\ \text{mol} \longrightarrow C_0 I_2 = 0{,}5\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

$\downarrow$

$C_{I_2} = 0{,}25\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

$1\ \text{mol}\ H_2 \text{ — } 1\ \text{mol}\ I_2$

$C_{H_2} = 1 - 0{,}25 = 0{,}75\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

$v = k \cdot [I_2] \cdot [H_2]$

$v = 2{,}42 \cdot 10^{-2} \cdot 0{,}25 \cdot 0{,}75 =$

$= 4{,}54 \cdot 10^{-3}\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}}$

Zadanie 4.

Reakcja redukcji tlenku azotu(II) wodorem przebiega zgodnie z równaniem:

$$2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$$

Szybkość tej reakcji wyraża się następującym równaniem kinetycznym:

$$v = k \cdot c_{NO}^2 \cdot c_{H_2}$$

W tym równaniu k jest współczynnikiem proporcjonalności zwanym stałą szybkości reakcji, c_{NO} i c_{H_2} oznaczają stężenia molowe odpowiednio tlenku azotu(II) i wodoru. Stała szybkości k jest charakterystyczna dla danej reakcji, zależy od temperatury, ale nie zależy od stężenia substratów.

Na podstawie: K. Pigoń, Z. Ruziewicz, *Chemia fizyczna. Podstawy fenomenologiczne*, Warszawa 2007.

W zamkniętym reaktorze o pojemności 2 dm^3 zmieszano 6 moli tlenku azotu(II) i 4 mole wodoru. Podczas reakcji utrzymywano stałą temperaturę.

Oblicz stosunek szybkości opisanej reakcji w chwili, gdy przereaguje 50% początkowej ilości tlenku azotu(II), do szybkości początkowej tej reakcji.

Obliczenia:

$n_o\ NO = 6$ moli $\rightarrow$ $C_o\ NO = 3\ mol/dm^3$

$n_o\ H_2 = 4$ mole $\rightarrow$ $C_o\ H_2 = 2\ mol/dm^3$

$V_o = k \cdot 3^2 \cdot 2 = 18k$

$C_{NO} = 1{,}5\ \frac{mol}{dm^3}$ (1,5 mola przereagowało)

1 mol NO — 1 mol H_2

$C_{H_2} = 2 - 1{,}5 = 0{,}5\ mol/dm^3$

$V_1 = k \cdot 1{,}5^2 \cdot 0{,}5 = 1{,}125k$

$$\frac{V_1}{V_o} = \frac{1{,}125k}{18k} = 0{,}0625$$