Kurs zadaniowy z chemii

Maturalis i Kamil Kaznowski

Lekcja 8/25 – 2 stycznia 2023 r.

Temat: Stan równowagi dynamicznej

Zadanie 1.

W reaktorze o objętości 1 dm^3 przebiegła przemiana zgodnie z równaniem $A + B \rightleftarrows C + D$. Do reakcji użyto 2 mole substancji A i nadmiar substancji B. Po ustaleniu się stanu równowagi stwierdzono, że w mieszaninie poreakcyjnej znajduje się 0,4 mola substancji A. Stała równowagi tej reakcji w temperaturze prowadzenia procesu jest równa 1.

Oblicz, ile moli substancji B użyto do tej reakcji. Wynik podaj z dokładnością do liczby całkowitej.

Obliczenia:

Zadanie 2.

W reaktorze o objętości 1 dm^3 przebiega w stałej temperaturze *T* reakcja opisana schematem

$$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)} + D_{(g)}$$

Po zmieszaniu substratów A i B w stosunku molowym 1 : 1 zainicjowano reakcję. W mieszaninie równowagowej stężenie substancji D było równe 2 $mol \cdot dm^{-3}$, a stosunek stężeń molowych reagentów B i C wynosił [B]:[C] = 1 : 2,3.

Oblicz stałą równowagi tej reakcji w temperaturze *T*. Wynik podaj z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

Obliczenia:

Zadanie 3.

W temperaturze T stała równowagi reakcji odwracalnej: $2A + B_2 \rightleftarrows 2AB$, zachodzącej w fazie gazowej, w układzie o objętości 1 dm^3, jest równa 2,25. Początkowe stężenie substancji A wynosiło 4 $mol \cdot dm^{-3}$.

Oblicz, ile moli substancji B_2 należy wprowadzić do układu, aby 60% substancji A uległo przemianie do związku AB.

Obliczenia:

Zadanie 4.

Dwa gazy A i B zmieszane w stosunku molowym $n_A : n_B = 1 : 4$ zajmują w warunkach normalnych objętość 1 dm^3. Tę mieszaninę umieszczono w reaktorze o stałej pojemności 1 dm^3 i w temperaturze T zainicjowano reakcję. W tej temperaturze ustalił się stan równowagi opisany równaniem:

$$A\,(g) + 2B\,(g) \rightleftarrows 2C\,(g) \qquad \Delta H < 0$$

W stanie równowagi stężenie substancji C było równe 0,004 $mol \cdot dm^{-3}$.

Obliczenia:

Zadanie 5.

W reaktorze o stałej pojemności znajdowały się tlenek węgla(II) i para wodna zmieszane w stosunku masowym 1 : 1, a sumaryczna liczba moli tych reagentów była równa 20. Stężeniowa stała równowagi reakcji

$$CO\,(g) + H_2O\,(g) \rightleftarrows CO_2\,(g) + H_2\,(g)$$

w warunkach prowadzenia procesu wynosi 1.

Oblicz, ile moli wodoru znajdowało się w reaktorze po osiągnięciu stanu równowagi przez układ.

Obliczenia:

Zadanie 6.

W wysokiej temperaturze tlenki żelaza można zredukować wodorem do metalicznego żelaza. Redukcja tlenku Fe_3O_4 przebiega zgodnie z równaniem:

$$Fe_3O_4(s) + 4H_2(g) \rightleftarrows 3Fe(s) + 4H_2O(g)$$

Z reaktora o pojemności $8{,}0\ \mathrm{dm^3}$, zawierającego $420\ \mathrm{g}$ tlenku Fe_3O_4, odpompowano powietrze i wprowadzono $6{,}0\ \mathrm{g}$ wodoru. Zawartość reaktora ogrzano do temperatury T, w której stała równowagi powyższej reakcji wynosi $0{,}20$.

Oblicz stężenie pary wodnej w reaktorze po ustaleniu się stanu równowagi oraz masę otrzymanego żelaza.

Obliczenia:

Zadanie 7.

Skład mieszaniny można wyrazić za pomocą ułamków molowych. Ułamek molowy składnika A, $x_n(\mathrm{A})$, to iloraz liczby moli tego składnika, n_A, i sumy liczb moli wszystkich składników mieszaniny. Np. dla mieszaniny trójskładnikowej A, B, C:

$$x_n(\mathrm{A}) = \frac{n_\mathrm{A}}{n_\mathrm{A} + n_\mathrm{B} + n_\mathrm{C}}$$

W pewnych warunkach ciśnienia i temperatury sporządzono mieszaninę dwóch gazowych substancji: wodoru i jodu, w zamkniętym reaktorze o objętości V = 20,0 dm^3.

Po zainicjowaniu procesu opisanego równaniem:

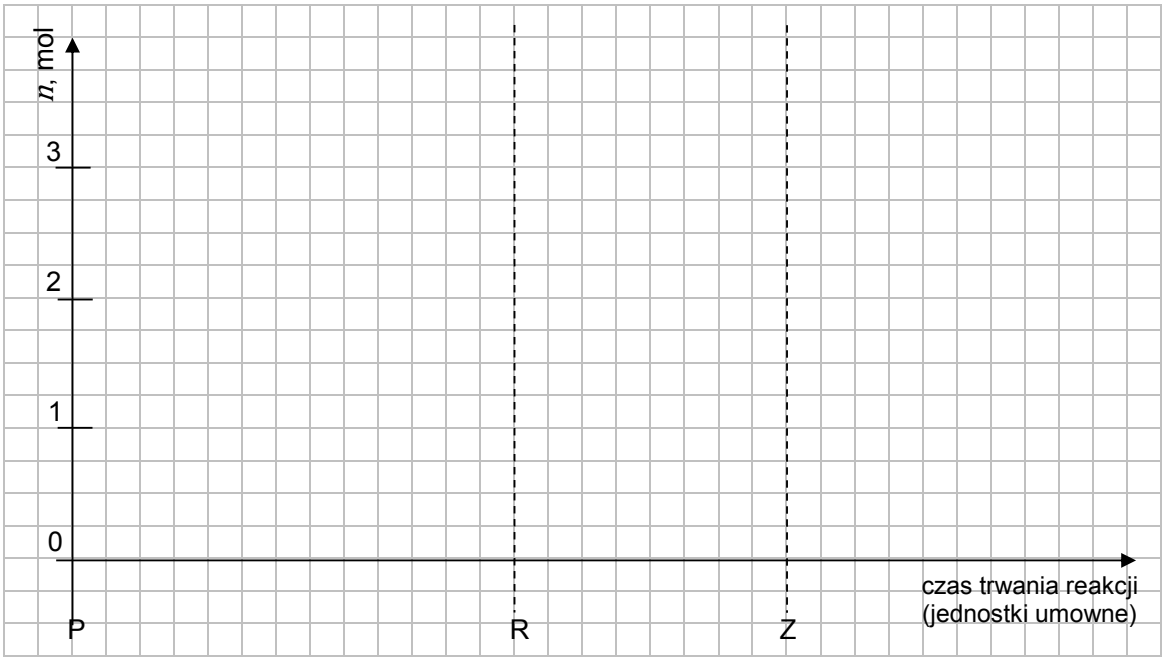
$$\mathrm{H_2\ (g) + I_2\ (g) \rightleftarrows 2HI\ (g)} \qquad \Delta H = 26{,}5\ \frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{mol\ HI\ (g)}}$$

uzyskano w stanie równowagi mieszaninę o składzie: $m(\mathrm{I_2})$ = 381 g, $n(\mathrm{HI})$ = 1,50 mol oraz pewną ilość wodoru. Sumaryczna liczba moli wszystkich składników uzyskanej mieszaniny równowagowej wynosiła 6,00 moli.

Oblicz wartość stężeniowej stałej równowagi reakcji syntezy jodowodoru w warunkach temperatury i ciśnienia, w których wykonano pomiar, oraz oblicz skład początkowej mieszaniny substratów reakcji w ułamkach molowych.

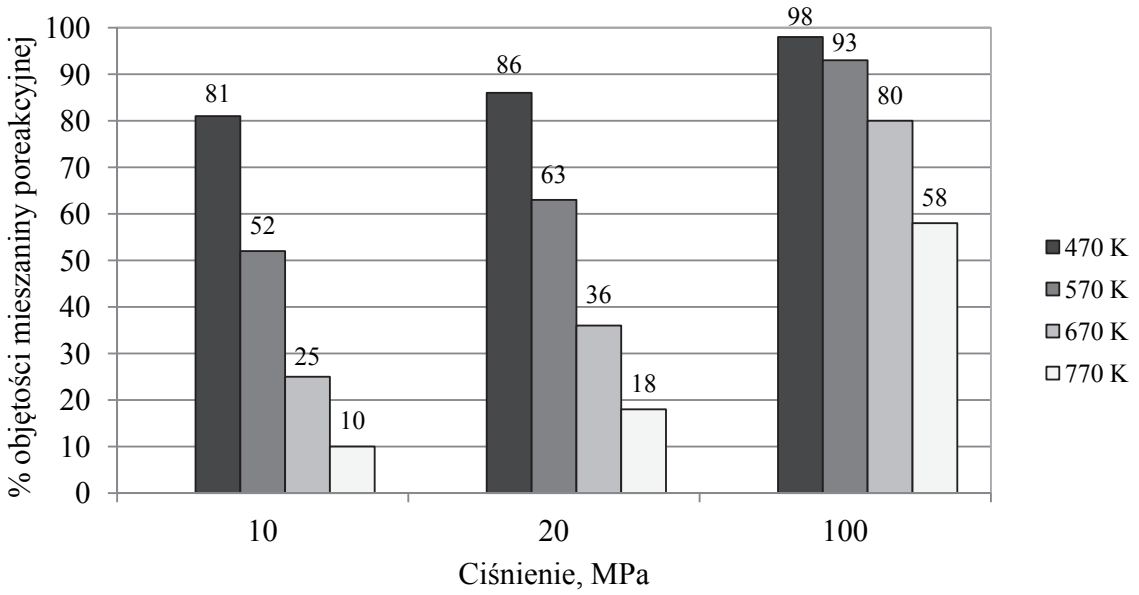
Obliczenia:

Narysuj wykres przedstawiający zmiany liczby moli wszystkich reagentów w czasie trwania reakcji: od momentu rozpoczęcia eksperymentu – P, przez moment, w którym układ osiągnął stan równowagi – R, do momentu zakończenia eksperymentu – Z. W tym celu narysuj trzy krzywe obrazujące zmiany liczb moli reagentów i wprowadź oznaczenia tych krzywych: $n(H_2)$, $n(I_2)$ oraz $n(HI)$.



Zadanie 8.

W wyniku pewnej odwracalnej reakcji chemicznej z dwóch substratów powstaje jeden produkt. Przemiana przebiega w fazie gazowej, co oznacza, że oba substraty i produkt są gazami. Reakcję tę przeprowadzono w zamkniętym reaktorze przy użyciu stechiometrycznych ilości substratów w różnych temperaturach i pod różnym ciśnieniem. Na poniższym diagramie przedstawiono, jaki procent objętości mieszaniny poreakcyjnej w reaktorze stanowiła objętość produktu tej reakcji w zależności od warunków temperatury i ciśnienia, w jakich przebiegała.



Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2010.

Na podstawie analizy diagramu określ, czy w czasie opisanej reakcji układ oddaje energię do otoczenia, czy przyjmuje ją od otoczenia. Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

.....

Na podstawie analizy diagramu określ, czy w równaniu stechiometrycznym opisanej reakcji łączna liczba moli substratów jest mniejsza, czy – większa od liczby moli produktu, czy też – równa liczbie moli produktu. Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

.....

Spośród reakcji, których równania przedstawiono poniżej, wybierz tę, do której mógłby odnosić się przedstawiony diagram. Zaznacz wybraną odpowiedź.

A. $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftarrows 2HCl(g)$ $\Delta H < 0$

B. $H_2(g) + I_2(g) \rightleftarrows 2HI(g)$ $\Delta H > 0$

C. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$ $\Delta H < 0$

D. $2Cl_2(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2Cl_2O(g)$ $\Delta H > 0$

Zadanie 9.

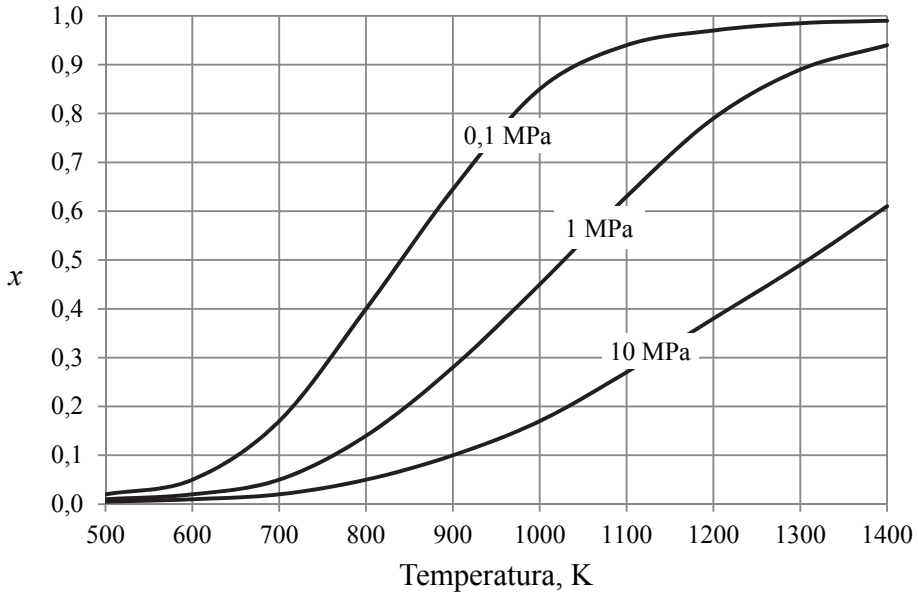
W wysokiej temperaturze może zachodzić rozkład metanu na substancje proste zgodnie z równaniem:

$$CH_4\,(g) \rightleftarrows C\,(s) + 2H_2\,(g)$$

Miarą wydajności tej reakcji jest równowagowy stopień przemiany metanu x, który wyraża się wzorem:

$$x = \frac{n_0[CH_4] - n[CH_4]}{n_0[CH_4]}$$

W tym wzorze $n_0[CH_4]$ oznacza początkową liczbę moli metanu, a $n[CH_4]$ – liczbę moli tego gazu pozostałego po ustaleniu się stanu równowagi. Poniżej przedstawiono zależność równowagowego stopnia przemiany metanu x od temperatury dla trzech wartości ciśnienia.



Na podstawie: P. Schmidt-Szałowski, M. Szafran, E. Bobryk, J. Sentek, *Technologia chemiczna. Przemysł nieorganiczny*, Warszawa 2013.

Określ, czy ΔH opisanej reakcji rozkładu metanu jest większa od zera, czy – mniejsza od zera. Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

.....

Wyjaśnij, dlaczego wydajność opisanej reakcji maleje ze wzrostem ciśnienia.

.....

.....

.....