Kurs zadaniowy z chemii

Maturalis i Kamil Kaznowski

Lekcja 9/25 – 13 stycznia 2023 r.

Temat: Chemia fizyczna – utrwalenie wiadomości

Zadanie 1.

Do roztworu, w którym znajdowały się następujące jony o stężeniach: $[Ag^{+}] = 0{,}2\ mol \cdot dm^{-3}$, $[Fe^{2+}] = 0{,}1\ mol \cdot dm^{-3}$ i $[Fe^{3+}] = 0{,}2\ mol \cdot dm^{-3}$, wprowadzono blaszkę ze srebra.

Oblicz stężenia molowe jonów w stanie równowagi dynamicznej:

$$Ag^{+}_{(aq)} + Fe^{2+}_{(aq)} \rightleftharpoons Ag_{(s)} + Fe^{3+}_{(aq)}$$

Obliczenia:

Zadanie 2.

Średnia szybkość pewnej reakcji wynosi $4 \cdot 10^{-4}$ mol·dm^{-3}·s^{-1}. Po upływie 20 minut od chwili zainicjowania reakcji, stężenie substratu wynosiło 5 mol·dm^{-3}.

Oblicz, jakie było początkowe stężenie substratu. Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.

Obliczenia:

Zadanie 3.

Pewna reakcja chemiczna przebiega według równania stechiometrycznego:

$$2\ NO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2\ NOCl_{(g)}$$

Równanie kinetyczne reakcji przyjmuje postać:

$$v = k \cdot [NO]^2 \cdot [Cl_2]$$

gdzie stała szybkości reakcji w temp. 25°C wynosi 8,6 $dm^6 \cdot mol^{-2} \cdot s^{-1}$.

Stężenia początkowe substratów wynosiły: $[Cl_2] = 4\ mol \cdot dm^{-3}$, $[NO] = 6\ mol \cdot dm^{-3}$.

Oblicz, jak zmieni się szybkość reakcji, jeśli przereaguje 25% początkowej ilości chloru.

Obliczenia:

Zadanie 4.

Fosfor występuje w postaci kilku odmian alotropowych. Są to m.in. fosfor biały i fosfor czerwony. Ciepło spalania fosforu białego P_4 i fosforu czerwonego P_4 są odpowiednio równe: $-9{,}91\ kJ \cdot mol^{-1}$ $-8{,}78\ kJ \cdot mol^{-1}$.

Oblicz molową entalpię przejścia fosforu białego w fosfor czerwony.

Obliczenia:

Zadanie 5.

Reakcje odwracalne nie przebiegają do końca, ponieważ po pewnym czasie ustala się stan równowagi chemicznej, charakteryzujący się tym, że obok siebie istnieją zarówno substraty jak i produkty reakcji. Przykładem takiej reakcji jest poniższa reakcja:

$$2H_2S_{(g)} + 3O_{2(g)} \leftrightarrow 2SO_{2(g)} + 2H_2O_{(c)} \qquad \Delta H = -1106kJ$$

Jak przesunie się równowaga reakcji (w prawo czy w lewo), jeśli do układu wprowadzimy następujące zmiany:

Zmiany w układzie:	Przesunięcie równowagi:
użycie katalizatora	
zwiększenie ciśnienia	
usunięcie siarkowodoru	
podwyższenie temperatury	

Zadanie 6.

Badano kinetykę reakcji utleniania jonów bromkowych jonami bromianowymi(V) w środowisku kwasowym, która przebiega zgodnie z równaniem:

$$5Br^- + BrO_3^- + 6H^+ \rightarrow 3Br_2 + 3H_2O$$

Na podstawie pomiarów kinetycznych ustalono następującą zależność między szybkością tej reakcji a stężeniami reagentów: $v = k \cdot [Br^-] \cdot [BrO_3^-] \cdot [H^+]^2$

Stała szybkości reakcji w zależności od postaci równania kinetycznego może mieć różny wymiar. Niżej przedstawiono przykładowe wyrażenia oznaczone literami A–D.

A. $\frac{\mathrm{dm}^6}{\mathrm{mol}^2 \cdot \mathrm{s}}$ B. $\frac{\mathrm{dm}^9}{\mathrm{mol}^3 \cdot \mathrm{s}}$ C. $\frac{\mathrm{dm}^3 \cdot \mathrm{s}}{\mathrm{mol}}$ D. $\frac{1}{\mathrm{s}}$

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Stała szybkości reakcji utleniania jonów bromkowych jonami bromianowymi(V) ma jednostkę oznaczoną literą (A / B / C / D). Jedno z podanych wyrażeń nie może być jednostką stałej szybkości reakcji. To wyrażenie oznaczono literą (A / B / C / D).

Zadanie 7.

Zbadano wpływ zmian temperatury (doświadczenie I) i zmian ciśnienia (doświadczenie II) w układzie na wydajność otrzymywania produktu X w reakcji opisanej schematem:

$$a\,A\,(g) + b\,B\,(g) \rightleftarrows x\,X\,(g)$$

Wyniki pomiarów zamieszczono w poniższych tabelach. Zawartość produktu X w mieszaninie równowagowej wyrażono w procentach objętościowych.

Doświadczenie I

Ciśnienie, MPa	Temperatura, °C	Zawartość produktu X w mieszaninie równowagowej
20	300	63%
	500	18%
	700	4%

Doświadczenie II

Temperatura, °C	Ciśnienie, MPa	Zawartość produktu X w mieszaninie równowagowej
400	0,1	0,4%
	10	26%
	60	66%

Na podstawie: K-H. Lautenschläger i in. *Nowoczesne kompendium chemii*, Warszawa 2007.

Na podstawie przedstawionych wyników pomiarów wybierz spośród wymienionych poniżej proces, który zachodził w badanym układzie. Napisz numer wybranego procesu. Odpowiedź uzasadnij.

Numer procesu	Równanie reakcji	$\Delta H°$, kJ
1	$N_2\,(g) + O_2\,(g) \rightleftarrows 2NO\,(g)$	182,6
2	$2F_2\,(g) + O_2\,(g) \rightleftarrows 2F_2O\,(g)$	49,0
3	$N_2\,(g) + 3H_2\,(g) \rightleftarrows 2NH_3\,(g)$	– 91,8
4	$Cl_2\,(g) + H_2\,(g) \rightleftarrows 2HCl\,(g)$	– 184,6

Na podstawie: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2004.

Numer procesu: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

.....

Zadanie 8.

Reakcja rozkładu azotanu(V) ołowiu(II) jest procesem endoenergetycznym i przebiega zgodnie z równaniem:

$$2Pb(NO_3)_2 \rightarrow 2PbO + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow$$

Wartości standardowych entalpii tworzenia związków biorących udział w opisanej reakcji podano w poniższej tabeli.

	$Pb(NO_3)_2$	PbO	NO_2
standardowa entalpia tworzenia ΔH^o, $kJ \cdot mol^{-1}$	–449,2	–218,6	34,2

Na podstawie: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2013.

Oblicz, ile energii na sposób ciepła należy dostarczyć, aby całkowicie rozłożyć 3,31 g $Pb(NO_3)_2$.

Obliczenia:

Zadanie 9.

Do reaktora wprowadzono próbkę N_2O_4 o masie równej 4,14 g. W reaktorze utrzymywano stałe ciśnienie równe 1000 hPa i stałą temperaturę 298 K, natomiast zmianie mogła ulegać pojemność. W warunkach prowadzenia eksperymentu ustaliła się równowaga chemiczna opisana równaniem:

$$N_2O_4 \rightleftarrows 2NO_2$$

Objętość mieszaniny obu tlenków, po ustaleniu się stanu równowagi, była równa 1,32 dm^3.

Oblicz stężeniową stałą równowagi K_c przemiany w opisanych warunkach. Stała gazowa R = 83,14 hPa · dm^3 · mol^{-1} · K^{-1}. Przyjmij, że NO_2 i N_2O_4 są gazami doskonałymi.

Obliczenia:

Zadanie 10.

Tlenek azotu(IV) NO_2 można zredukować katalitycznie za pomocą amoniaku. Przebieg tej reakcji opisano równaniem:

$$6NO_2 + 8NH_3 \xrightarrow{\text{katalizator, } T} 7N_2 + 12H_2O$$

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

W 5,0 m^3 powietrza znajdowało się 18 g tlenku azotu(IV) NO_2. Do tego powietrza wprowadzono 8,0 g amoniaku i przeprowadzono katalityczną redukcję zgodnie z powyższym równaniem. Ta reakcja zaszła z wydajnością równą 80 %. Tlenek azotu(IV) był jedynym składnikiem powietrza reagującym z amoniakiem.

Oblicz, ile dm^3 azotu w przeliczeniu na warunki normalne powstało w wyniku opisanej redukcji NO_2. Następnie uzupełnij zdanie – napisz nazwę lub wzór substancji, której w opisanym procesie użyto w nadmiarze.

Obliczenia:

Zadanie 11.

Ważnym etapem produkcji kwasu siarkowego(VI) jest katalityczne utlenianie tlenku siarki(IV) do tlenku siarki(VI) opisane równaniem:

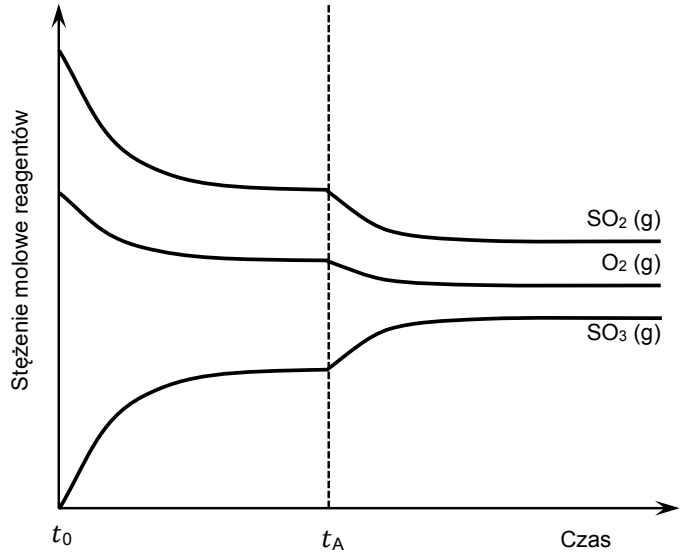
$$2SO_2(g) + O_2(g) \underset{}{\overset{\text{katalizator, } T}{\rightleftharpoons}} 2SO_3(g)$$

W tabeli podane są wartości stałej równowagi tej reakcji w wybranych temperaturach.

Temperatura, ºC	450	500	600	700
Stała równowagi	$0{,}35 \cdot 10^5$	$0{,}52 \cdot 10^4$	$0{,}22 \cdot 10^3$	$0{,}23 \cdot 10^2$

Na podstawie: Z. Sarbak, *Reakcje i procesy katalityczne*, „LAB. Laboratoria. Aparatura. Badania", nr 6, Katowice 2010.

Na poniższym wykresie przedstawiono zmiany stężenia molowego reagentów w trakcie opisanej reakcji prowadzonej w dwóch różnych temperaturach T_1 i T_2. Zmiana temperatury z T_1 do T_2 nastąpiła po ustaleniu się stanu równowagi w momencie zaznaczonym przerywaną linią i oznaczonym jako t_A.



Rozstrzygnij, czy w momencie t_A nastąpiło podwyższenie, czy – obniżenie temperatury. Odpowiedź uzasadnij. W uzasadnieniu uwzględnij efekt energetyczny opisanej reakcji.

Rozstrzygnięcie: .....

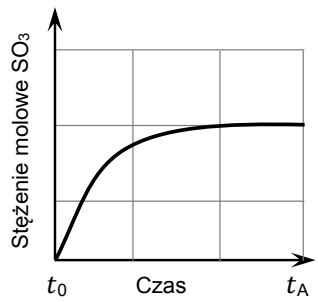
Uzasadnienie: .....

.....

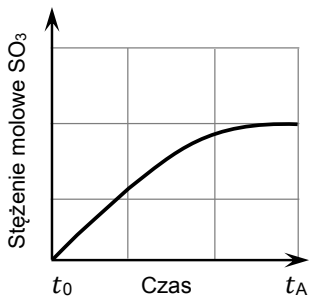
.....

Na poniższych wykresach przedstawiono zmiany stężenia reagenta do ustalenia stanu równowagi. Na wykresie 1. powtórzono z poprzedniego wykresu (s. 4) krzywą ilustrującą zmianę stężenia molowego SO_3 w temperaturze T_1 – od momentu zapoczątkowania reakcji do momentu zmiany temperatury na T_2. Obok przedstawiono wykresy 2. i 3. Osie na wykresach 1.–3. są wyskalowane tak samo.

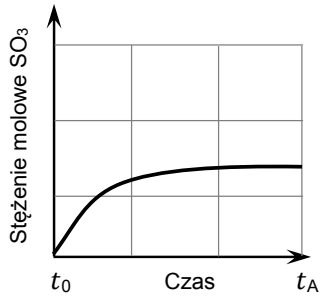
Wykres 1.



Wykres 2.



Wykres 3.



Wybierz wykres (2. albo 3.), który może odpowiadać reakcji utleniania SO_2 do SO_3 w temperaturze T_1 prowadzonej bez udziału katalizatora, i napisz jego numer. Wybór uzasadnij.

Numer wykresu: .....

Uzasadnienie: .....

.....

Zadanie 12.

Do reaktora o pojemności 1,0 dm^3 wprowadzono pewną liczbę moli substancji A oraz pewną liczbę moli substancji B. Reaktor zamknięto i zainicjowano reakcję chemiczną, która przebiegała w stałej temperaturze T zgodnie z równaniem:

$$A\,(g) + B\,(g) \rightleftarrows C\,(g) + D\,(g)$$

Do momentu ustalenia stanu równowagi przereagowało 20 % substancji A. W tych warunkach stężeniowa stała równowagi opisanej reakcji jest równa 2,0.

Oblicz, jaki procent liczby moli wyjściowej mieszaniny stanowiła substancja A.

Obliczenia:

Zadanie 13.

Synteza amoniaku przebiega w fazie gazowej zgodnie z równaniem: $3H_2 + N_2 \rightleftarrows 2NH_3$. Równanie kinetyczne opisujące zależność szybkości tej reakcji od stężeń substratów ma postać: $v = k \cdot (c_{H_2})^3 \cdot c_{N_2}$

Wykonaj odpowiednie obliczenia i określ, jak zmieni się (wzrośnie czy zmaleje i ile razy) szybkość tej reakcji, jeżeli przy niezmienionej ilości reagentów i niezmienionej temperaturze ciśnienie reagujących gazów zmaleje dwukrotnie.

Obliczenia: