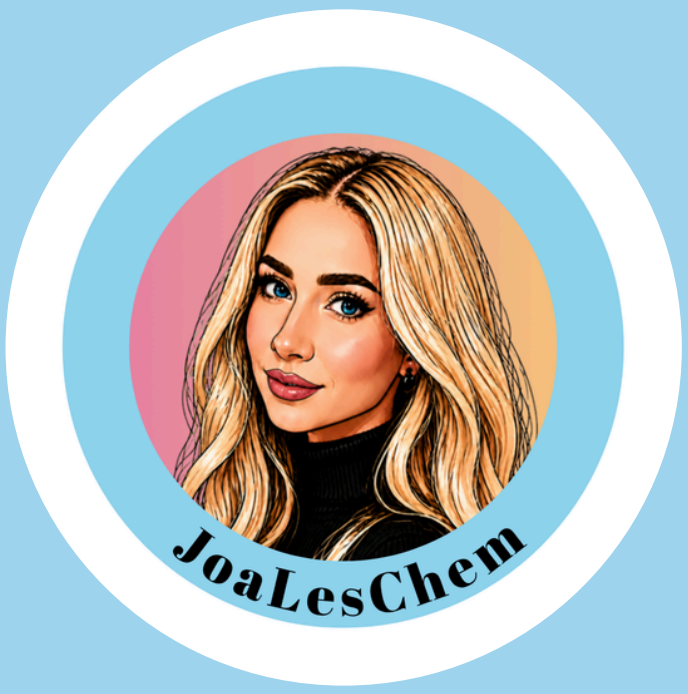


KINETYKA
STAŁA RÓWNOWAGI
ZADANIA MATURALNE

Źródło zadań: opublikowane arkusze maturalne Centralnej Komisji Edukacyjnej; Selekcja, edycja: joaleschem

Matura Czerwiec 2026

Zadanie 8. (0–3)

Badano kinetykę reakcji utleniania tlenku azotu(II) zachodzącej zgodnie z równaniem:

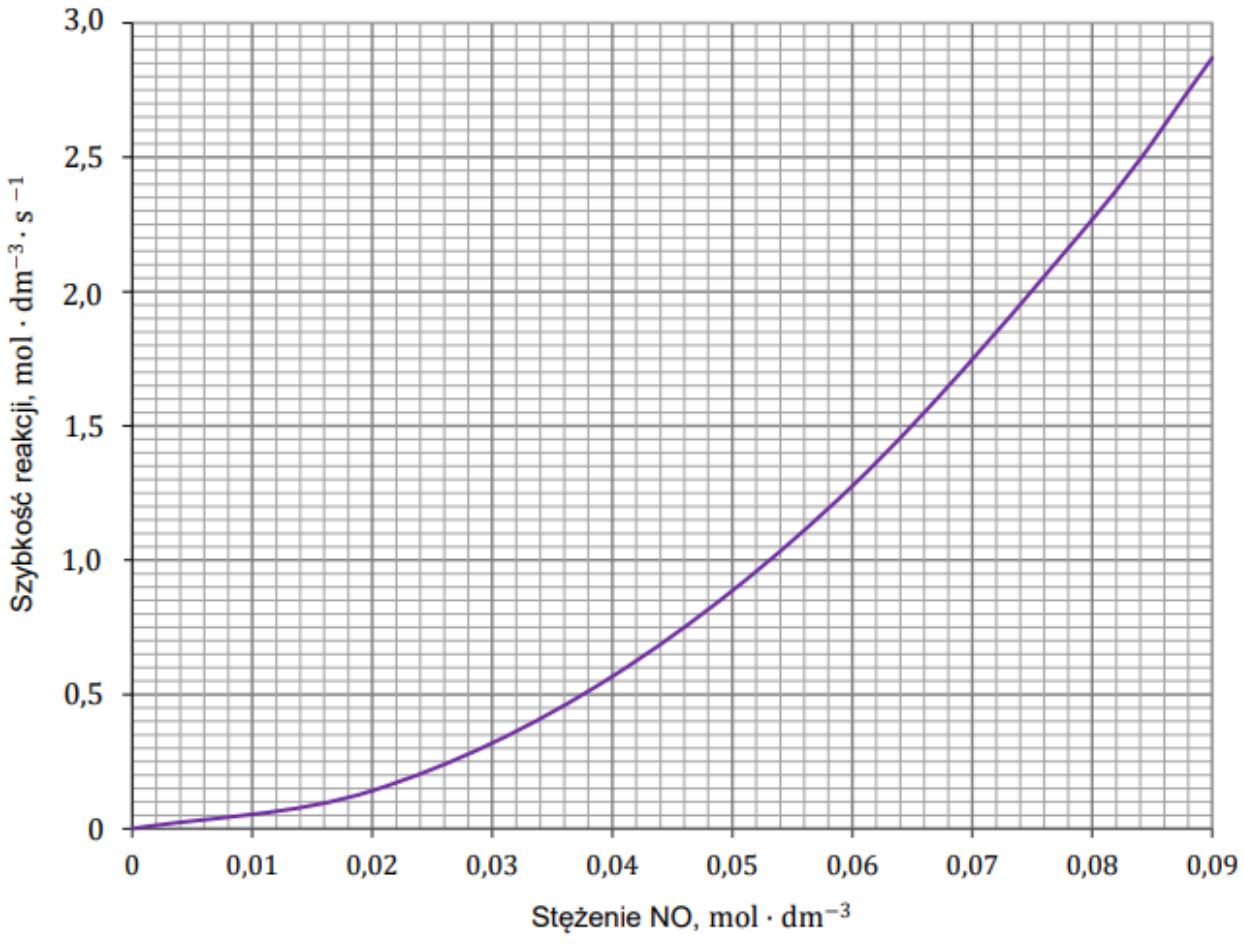
$$2NO\,(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$$

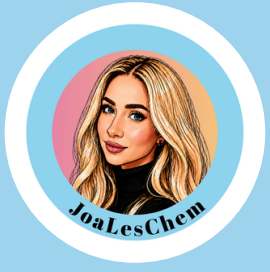
Stwierdzono, że:

- jest to reakcja pierwszego rzędu względem tlenu
- zależność szybkości reakcji od stężenia opisuje poniższe równanie kinetyczne.

$$v = k \cdot c_{NO}^{a} \cdot c_{O_2}^{b}$$

W temperaturze 298 K zbadano zależność początkowej szybkości reakcji od stężenia tlenku azotu(II). Pomiary prowadzono przy stałym stężeniu tlenu wynoszącym $0{,}050\ \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Wykres przedstawia uzyskaną zależność.





Matura Czerwiec 2026

a) Uzupełnij tabelę. Wpisz brakujące wartości stężenia NO i szybkości reakcji.

Stężenie NO, $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	Szybkość reakcji, $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$
0,034	
	1,10

b) Ustal i napisz wartości wykładników a i b w równaniu kinetycznym.

$$v = k \cdot c_{\text{NO}}^{\square} \cdot c_{\text{O}_2}^{\square}$$

Obliczenia pomocnicze:

c) Oblicz wartość stałej szybkości opisanej reakcji w temperaturze 298 K. Wynik zapisz z właściwą jednostką.

Obliczenia:



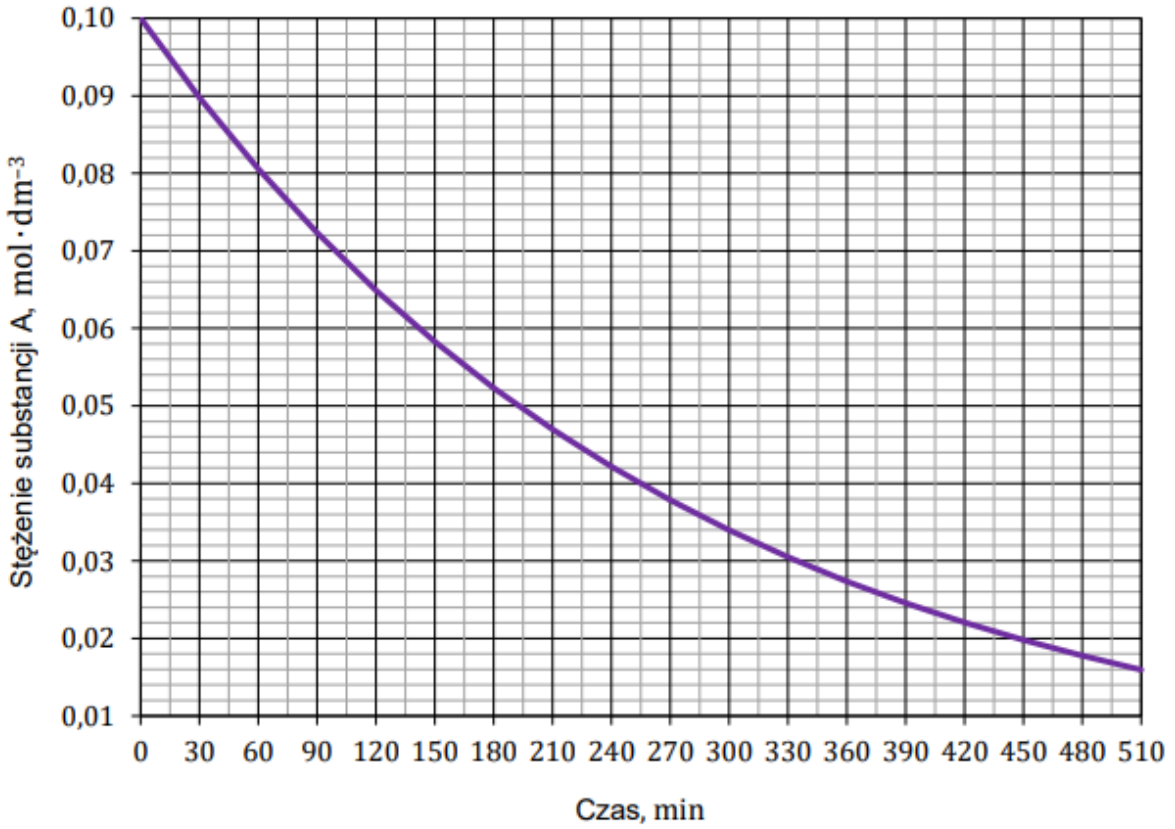
Matura Maj 2026

Zadanie 7. (0–1)

Hydroliza substancji A w środowisku kwasowym przebiega zgodnie ze schematem:

$$A \xrightarrow{H^+ / H_2O} B + C$$

Wykonano doświadczenie, podczas którego badano szybkość tej reakcji. Przygotowano wodny roztwór substancji A o stężeniu $0{,}10\ mol \cdot dm^{-3}$, który zakwaszono kwasem solnym, i utrzymywano temperaturę roztworu równą 25 °C. Co 30 minut mierzono stężenie substancji A w tym roztworze. Wyniki pomiarów przedstawiono na poniższym wykresie.



Na podstawie: P.W. Atkins, *Chemia fizyczna*, Warszawa 2007.

Oblicz łączne stężenie molowe substancji B i substancji C w chwili $t = 255\ min$ opisanego doświadczenia.



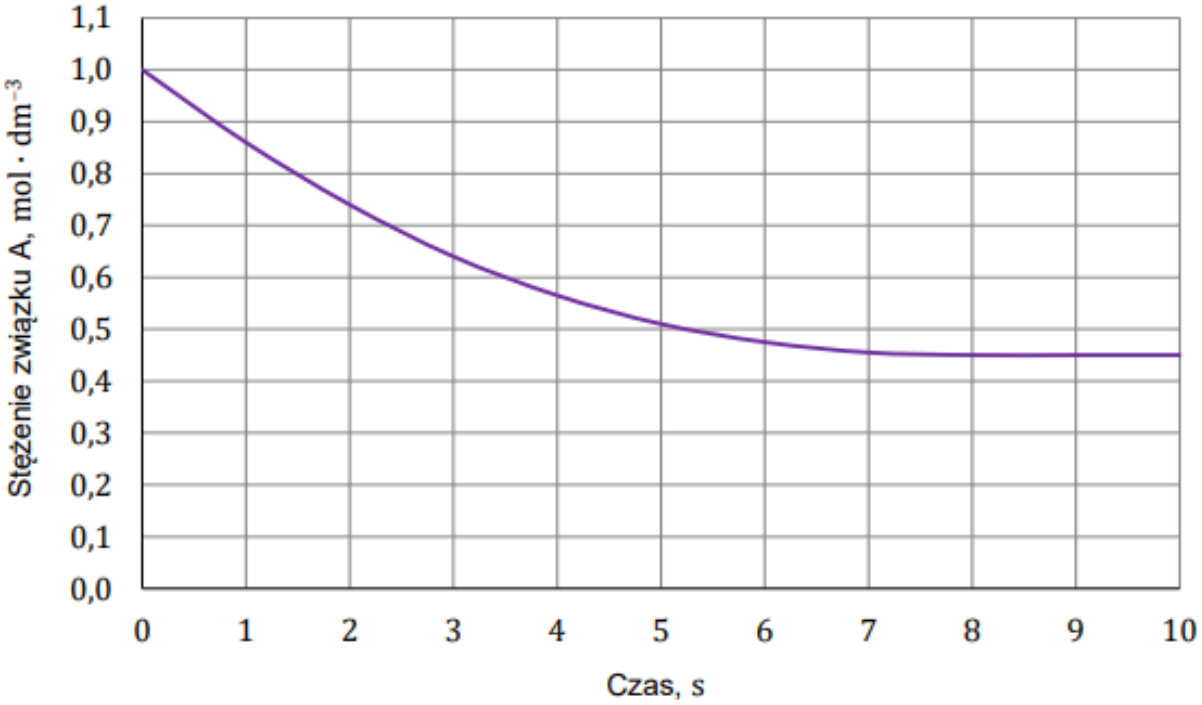
Matura Styczeń 2026

Zadanie 6. (0–1)

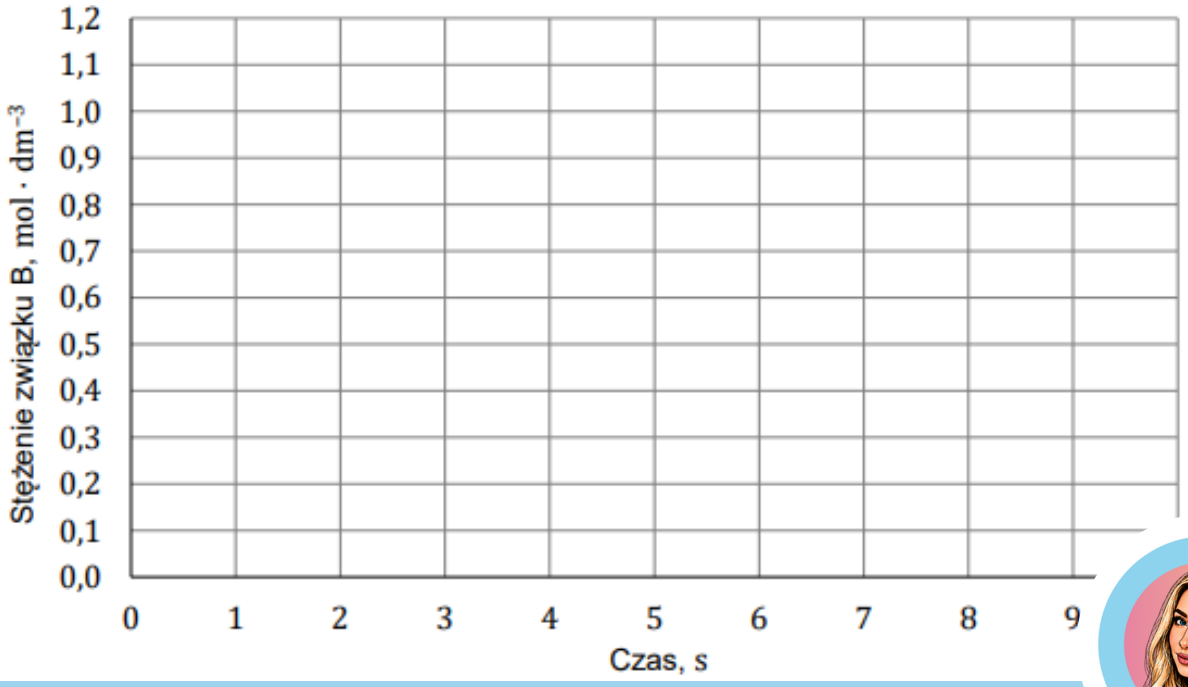
Do reaktora o stałej pojemności wprowadzono próbkę gazowego związku A i zainicjowano reakcję:

$$A\ (g) \rightleftarrows 2B\ (g)$$

W czasie trwania reakcji mierzono stężenie związku A. Zależność zmian stężenia związku A od czasu przedstawiono na wykresie.



Na podstawie podanych informacji narysuj wykres przedstawiający zależność stężenia związku B od czasu trwania reakcji.





Matura Styczeń 2026

Zadanie 16.

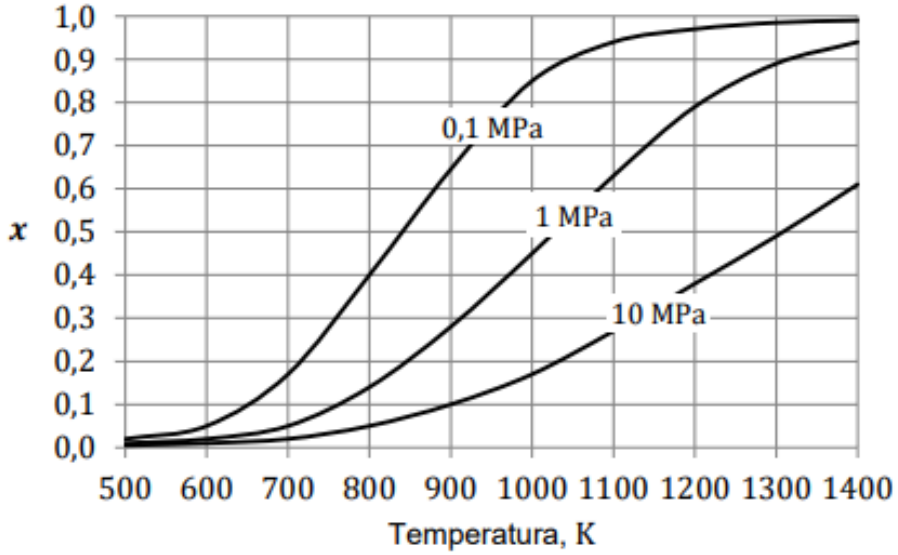
W wysokiej temperaturze metan ulega rozkładowi na pierwiastki zgodnie z równaniem:

$$CH_4\ (g) \rightleftharpoons C\ (s) + 2H_2\ (g)$$

Miarą wydajności tej reakcji jest równowagowy stopień przemiany metanu x opisany 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: K. Schmidt-Szałowski i in., *Technologia chemiczna. Przemysł nieorganiczny*, Warszawa 2013.

Zadanie 16.1. (0–1)

Rozstrzygnij, czy ΔH opisanej reakcji rozkładu metanu jest większa od zera, czy – mniejsza od zera. Uzasadnij odpowiedź. Uwzględnij informacje przedstawione na wykresie.

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

Zadanie 16.2. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego wydajność opisanej reakcji maleje ze wzrostem ciśnienia.

.....

.....

.....



Matura Styczeń 2026

Informacja do zadań 4.–5.

Reakcja syntezy amoniaku przebiega zgodnie z równaniem:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$$

Zadanie 4. (0–1)

W tabeli przedstawiono wartości stałej równowagi reakcji syntezy amoniaku dla różnych wartości temperatury.

Temperatura, K	673	723	773	823	873
Stała równowagi	$1{,}82 \cdot 10^{-4}$	$4{,}68 \cdot 10^{-5}$	$1{,}48 \cdot 10^{-5}$	$5{,}25 \cdot 10^{-6}$	$2{,}14 \cdot 10^{-6}$

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2018.

Uzupełnij zdania. Wybierz odpowiedź spośród poniższych. Wpisz w wyznaczone miejsca oznaczenie literowe A–C.

A. zmaleje **B.** wzrośnie **C.** nie zmieni się

Jeżeli w układzie nastąpi obniżenie temperatury, to szybkość reakcji syntezy amoniaku ……

Jeżeli w układzie będącym w stanie równowagi nastąpi:

- wzrost temperatury w warunkach izobarycznych ($p = const$), to wydajność reakcji syntezy amoniaku ……
- wzrost ciśnienia w warunkach izotermicznych ($T = const$), to wydajność reakcji syntezy amoniaku ……



Matura Czerwiec 2025

Informacja do zadań 6.–8.

W poniższej tabeli podano wartości entalpii (w temperaturze 298 K) trzech przemian:

1. syntezy tlenku azotu(II)
2. syntezy tlenku azotu(IV)
3. syntezy amoniaku.

Przemiana	Równanie przemiany	ΔH^o, kJ
1.	$N_2\ (g) + O_2\ (g) \rightleftarrows 2NO\ (g)$	+182,52
2.	$2NO\ (g) + O_2\ (g) \rightleftarrows 2NO_2\ (g)$	– 114,14
3.	$N_2\ (g) + 3H_2\ (g) \rightleftarrows 2NH_3\ (g)$	– 91,88

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

Zadanie 6. (0–2)

W celu wyznaczenia równania kinetycznego przemiany 2. przeprowadzono w temperaturze T doświadczenia I–III. Wartości stężeń początkowych obu substratów oraz odpowiadające im wartości szybkości początkowych zestawiono w tabeli.

	Stężenie początkowe, $mol \cdot dm^{-3}$		Szybkość początkowa, $mol \cdot dm^{-3} \cdot s^{-1}$
	NO	O_2	
I	0,012	0,020	0,102
II	0,024	0,020	0,408
III	0,024	0,040	0,816

Na podstawie: L. Jones, P. Atkins, *Chemia ogólna*, Warszawa 2006.

a) Na podstawie danych z tabeli uzupełnij równanie kinetyczne opisanej przemiany. Wpisz wartości wykładników w wyznaczone miejsca.

Równanie kinetyczne: $v = k \cdot c_{NO}^{\square} \cdot c_{O_2}^{\square}$

b) Spośród podanych odpowiedzi wybierz poprawną wartość stałej szybkości reakcji k w temperaturze T oraz właściwą jednostkę. Zaznacz A, B albo C oraz 1, 2 albo 3.

A. $3{,}5 \cdot 10^3$
B. $3{,}5 \cdot 10^4$
C. $3{,}5 \cdot 10^5$

1. $dm^6 \cdot mol^{-2} \cdot s^{-1}$
2. $dm^3 \cdot mol^{-1} \cdot s^{-1}$
3. $dm^{-6} \cdot mol^{-2} \cdot s^{-1}$



Matura Czerwiec 2025

Zadanie 7. (0–1)

Oceń prawdziwość zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Zwiększenie ciśnienia w warunkach izotermicznych ($T = \text{const}$) w układzie będącym w stanie równowagi, w którym przebiega przemiana 1., będzie skutkowało wzrostem stężenia tlenku azotu(II).	**P**	**F**
2.	Obniżenie temperatury w warunkach izobarycznych ($p = \text{const}$) w układzie będącym w stanie równowagi, w którym przebiega przemiana 2., będzie skutkowało zwiększeniem wartości stałej równowagi reakcji syntezy tlenku azotu(IV).	**P**	**F**

Zadanie 8. (0–2)

Rozstrzygnij, czy schłodzenie układu, w którym przebiega przemiana 3., będzie skutkowało zwiększeniem:

- **równowagowego stężenia amoniaku**
- **szybkości reakcji syntezy amoniaku.**

Zaznacz TAK albo NIE. Odpowiedzi uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: zwiększenie równowagowego stężenia amoniaku TAK / NIE

Uzasadnienie: .....

.....

.....

Rozstrzygnięcie: zwiększenie szybkości reakcji syntezy amoniaku TAK / NIE

Uzasadnienie: .....

.....

.....



Matura Maj 2025

Zadanie 10.

W zamkniętym reaktorze zachodzi reakcja opisana równaniem:

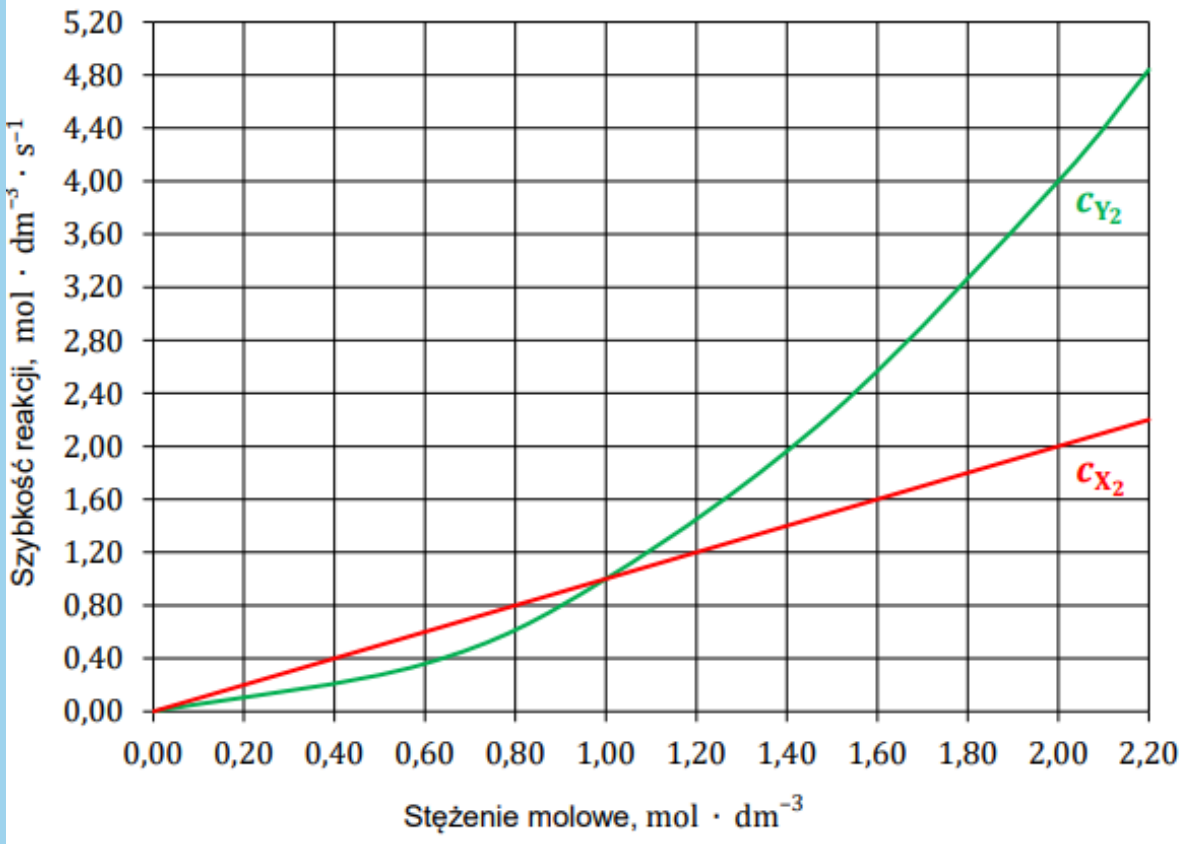
$$X_2\,(g) + 2Y_2\,(g) \rightarrow 2XY_2\,(g)$$

Zależność szybkości tej reakcji od stężenia opisuje poniższe równanie kinetyczne.

$$v = k \cdot c_{X_2}^{a} \cdot c_{Y_2}^{b}$$

Aby wyznaczyć wykładniki a i b w równaniu kinetycznym, przeprowadzono serię pomiarów: w temperaturze T mierzono zależność szybkości reakcji od stężenia jednego z substratów przy stałym stężeniu drugiego. Na podstawie wyników pomiarów sporządzono poniższe wykresy zależności szybkości reakcji od:

- stężenia substratu X_2 przy stałym stężeniu $c_{Y_2} = 1\ \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ (linia czerwona)
- stężenia substratu Y_2 przy stałym stężeniu $c_{X_2} = 1\ \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ (linia zielona).



Zadanie 10.1. (0–1)

Oceń prawdziwość zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Zmniejszenie objętości reaktora w warunkach izotermicznych, przy niezmienionej początkowej liczbie moli substratów, skutkuje wzrostem szybkości opisanej reakcji.	**P**	**F**
2.	Wzrost temperatury w reaktorze w warunkach izobarycznych, przy niezmienionej początkowej liczbie moli substratów, skutkuje spadkiem szybkości opisanej reakcji.		



Matura Maj 2025

Zadanie 10.2. (0–4)

W reaktorze o pojemności $4{,}0\ \mathrm{dm^3}$ umieszczono stechiometryczną mieszaninę, zawierającą łącznie $12{,}0\ \mathrm{mol}$ gazów X_2 i Y_2, i zainicjowano reakcję syntezy gazu XY_2. W układzie utrzymywano temperaturę T.

Na podstawie analizy wykresów ustal i napisz wartości wykładników a i b. Następnie oblicz wartość stałej szybkości reakcji k oraz oblicz szybkość tej reakcji w temperaturze T w chwili, gdy w reaktorze znajdowało się łącznie 9,0 mol wszystkich gazów.

Równanie kinetyczne:

$$v = k \cdot c_{X_2}^{\square} \cdot c_{Y_2}^{\square}$$

Obliczenia:

Matura Maj 2025

Zadanie 13. (0–2)

W celu wyznaczenia stężeniowej stałej równowagi syntezy amoniaku w temperaturze T do reaktora o stałej pojemności wprowadzono azot i wodór. Początkowe stężenie azotu było równe $0{,}20\ \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, a początkowe stężenie wodoru wynosiło $0{,}60\ \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Następnie reaktor zamknięto i utrzymywano stałą temperaturę T. W reaktorze zaszła reakcja opisana poniższym równaniem.

$$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$$

Po pewnym czasie stwierdzono, że ciśnienie w reaktorze obniżyło się do $75\ \%$ początkowej wartości i już się nie zmieniało.

Oblicz stężeniową stałą równowagi syntezy amoniaku w temperaturze T.

Obliczenia:



Matura Grudzień 2024

Zadanie 7.

Chlorek fosforu(V) o wzorze PCl_5 ulega rozkładowi zgodnie z równaniem:

$$PCl_5\ (g) \rightleftarrows PCl_3\ (g) + Cl_2\ (g) \qquad \Delta H > 0$$

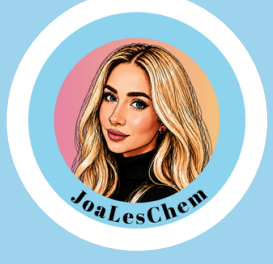
Zadanie 7.1. (0–4)

Do cylindrycznego reaktora z ruchomym tłokiem wprowadzono 25,0 g stałego chlorku fosforu(V) i wypompowano całe powietrze. Zawartość reaktora ogrzano do temperatury 260 °C, co początkowo spowodowało sublimację całego chlorku fosforu(V), a w dalszej kolejności jego rozkład termiczny. W układzie utrzymywano stałe ciśnienie równe 1013 hPa, natomiast zmianie ulegała objętość mieszaniny gazów w reaktorze. W chwili t w układzie ustaliła się równowaga. Gęstość równowagowej mieszaniny gazów w reaktorze wynosiła $d = 2{,}63\ \mathrm{g \cdot dm^{-3}}$.

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

Oblicz wartość stężeniowej stałej równowagi reakcji dysocjacji termicznej chlorku fosforu(V) w temperaturze 260 °C. Przyjmij: $R = 83{,}14\ \mathrm{hPa \cdot dm^3 \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}}$, $M_{PCl_5} = 208{,}5\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$, $M_{PCl_3} = 137{,}5\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$.

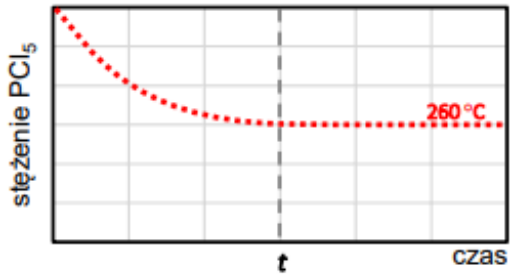
Obliczenia:



Matura Grudzień 2024

Zadanie 7.2. (0–2)

Na poniższym wykresie przedstawiono zmianę stężenia molowego chlorku fosforu(V) PCl_5 w trakcie – opisanej w informacji wstępnej – reakcji prowadzonej w temperaturze 260 °C.

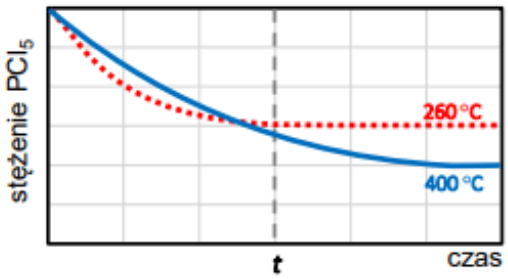


Tę reakcję przeprowadzono ponownie w tym samym reaktorze. Zmieniono jedynie temperaturę, w której znajdował się układ – wynosiła ona 400 °C.

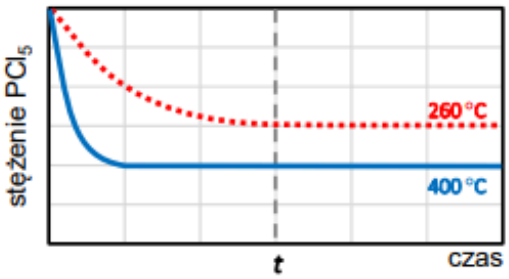
Poniżej zestawiono wykresy przedstawiające zależność stężenia PCl_5 od czasu. Osie na wszystkich wykresach są wyskalowane tak samo.

Rozstrzygnij, na którym z poniższych wykresów (1.–4.) niebieska linia przedstawia zmianę stężenia molowego chlorku fosforu(V) PCl_5 w trakcie reakcji prowadzonej w wyższej temperaturze. Odpowiedź uzasadnij – zapisz dwa różne argumenty.

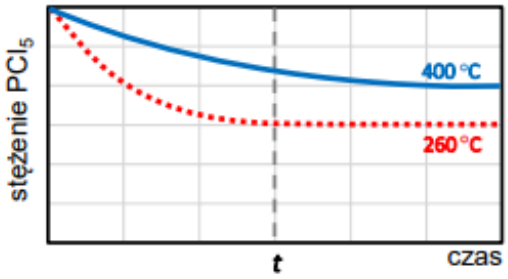
Wykres 1.



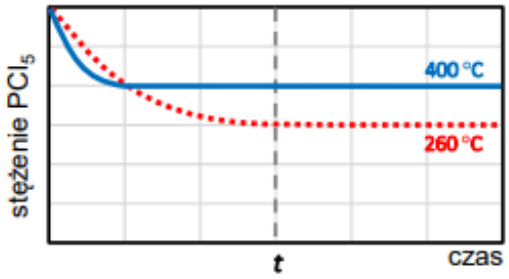
Wykres 2.



Wykres 3.



Wykres 4.



Rozstrzygnięcie: .....

Argumenty:

1. .....

.....

2. .....

.....



Matura Grudzień 2024

Zadanie 8. (0–1)

Zbadano, jak w warunkach izotermicznych ($T = \text{const}$) stężenia reagentów X i Y wpływają na szybkość reakcji chemicznej:

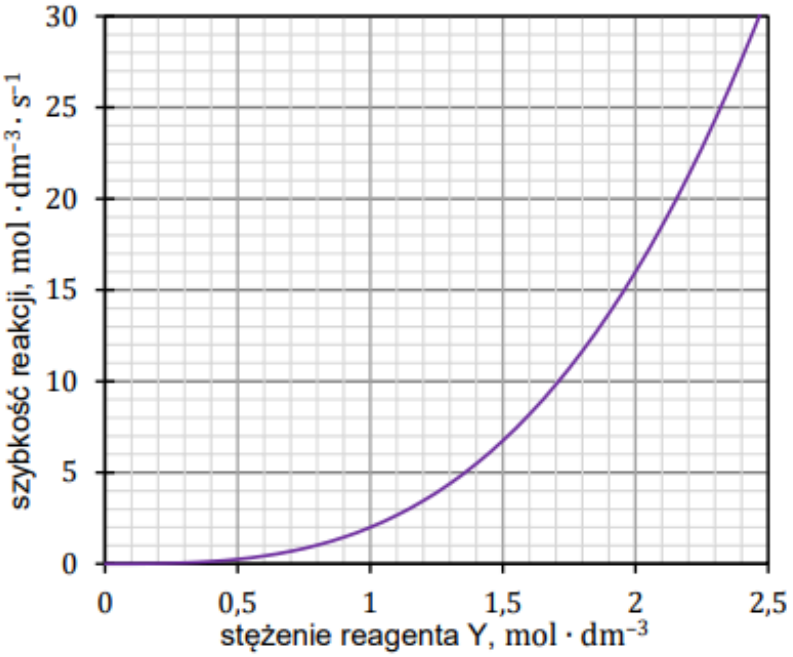
$$\text{X (g)} + \text{Y (g)} \rightarrow \text{XY (g)}$$

Ogólne równanie kinetyczne opisanej reakcji ma postać:

$$v = k \cdot c_{\text{X}}^{a} \cdot c_{\text{Y}}^{b}$$

Ustalono, że:

- stężenie reagenta X nie ma wpływu na szybkość reakcji
- szybkość reakcji zależy od stężenia reagenta Y w sposób przedstawiony na wykresie.



Uzupełnij zdania. Zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Dla opisanej reakcji wartość liczbowa wykładnika a w równaniu kinetycznym jest równa (0 / 1 / 2), natomiast wykładnika b jest równa (1 / 2 / 3). Jeżeli w warunkach izotermicznych pojemność reaktora, w którym jest prowadzona reakcja, zostanie zwiększona, to szybkość reakcji (wzrośnie / zmaleje / nie ulegnie zmianie).



Matura Grudzień 2024

Zadanie 11.

Molową entalpię spalania butan-1-olu można wyznaczyć doświadczalnie. W tym celu szklany palnik napełnia się butan-1-olem, a następnie waży. Za pomocą tak przygotowanego palnika ogrzewa się kolbę zawierającą wodę o znanej masie. Proces spalania alkoholu prowadzi się przez pewien czas, przy czym stale kontroluje się za pomocą termometru temperaturę wody w kolbie. Na zakończenie doświadczenia palnik waży się powtórnie.

Przeprowadzono opisane doświadczenie i na podstawie zmiany temperatury wody określono, że w tym doświadczeniu woda pobrała $Q = 50\ 400$ J energii cieplnej pochodzącej ze spalania butan-1-olu.
W tabeli poniżej zestawiono dane z pomiaru masy palnika podczas doświadczenia.

Masa palnika napełnionego butan-1-olem	219,80 g
Masa palnika po zakończeniu doświadczenia	218,32 g

Zadanie 11.1. (0–1)

Napisz równanie reakcji spalania całkowitego butan-1-olu. Zastosuj wzory sumaryczne substratów i produktów.

.....

Zadanie 11.2. (0–2)

Na podstawie efektu cieplnego reakcji (Q) można obliczyć entalpię reakcji (ΔH).

Oblicz molową entalpię spalania butan-1-olu. Pomiń straty ciepła. Wynik zapisz w zaokrągleniu do liczb całkowitych oraz z jednostką $\mathbf{kJ \cdot mol^{-1}}$. Uwzględnij odpowiedni znak entalpii reakcji.

Obliczenia:



Matura Czerwiec 2024

Zadanie 4. (0–1)

Reakcja rozkładu tlenku azotu(V) przebiega według równania:

$$2N_2O_5\ (g) \rightarrow 4NO_2\ (g) + O_2\ (g)$$

Zależność szybkości tej reakcji od stężenia N_2O_5 przedstawia równanie kinetyczne:

$$v = k \cdot c_{N_2O_5}$$

W temperaturze 65 °C wartość stałej szybkości reakcji k jest równa $5{,}2 \cdot 10^{-3}\ s^{-1}$.

Na podstawie: L. Jones, P. Atkins, *Chemia ogólna. Cząsteczki, materia, reakcje*, Warszawa 2004.

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeżeli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Stała szybkości k opisanej reakcji prowadzonej w temperaturze T wyższej niż 65 °C będzie miała wartość mniejsza niż $5{,}2 \cdot 10^{-3}\ s^{-1}$.	**P**	**F**
2.	Początkowa szybkość reakcji rozkładu tlenku azotu(V) w temperaturze 65 °C wzrasta czterokrotnie po czterokrotnym wzroście stężenia N_2O_5.	**P**	**F**



Matura Czerwiec 2024

Zadanie 5. (0–4)

Równanie kinetyczne wyznacza się doświadczalnie. W tym celu dokonuje się wielokrotnego pomiaru szybkości reakcji przy zmianie stężenia tylko jednego z reagentów. Takie postępowanie pozwala określić, jak zmiana stężenia wpływa na wartość szybkości reakcji. Przeprowadzono trzy doświadczenia, w których określono początkową szybkość reakcji przebiegającej w temperaturze T według równania:

$$S_2O_8^{2-}\ (aq) + 3I^-\ (aq) \rightarrow 2SO_4^{2-}\ (aq) + I_3^-\ (aq)$$

Równanie kinetyczne przedstawionego procesu ma postać:

$$v = k \cdot c^m_{S_2O_8^{2-}} \cdot c^n_{I^-}$$

Wartości stężenia jonów $S_2O_8^{2-}$ i I^- oraz uzyskane wartości początkowej szybkości zaniku jonów $S_2O_8^{2-}$ podano w poniższej tabeli. Przedstawione dane pozwoliły określić współczynniki m i n w równaniu kinetycznym tej reakcji.

Doświadczenie	Początkowe stężenie, $mol \cdot dm^{-3}$		Początkowa szybkość, $mol \cdot dm^{-3} \cdot s^{-1}$
	$S_2O_8^{2-}$	I^-	
1.	0,15	0,21	1,14
2.	0,22	0,21	1,70
3.	0,22	0,12	0,98

Na podstawie: L. Jones, P. Atkins, *Chemia ogólna. Cząsteczki, materia, reakcje*, Warszawa 2004.

Oblicz szybkość reakcji (wyrażoną w jednostce: $mol \cdot dm^{-3} \cdot s^{-1}$) w doświadczeniu 1. w chwili, gdy w wyniku zachodzącej reakcji stężenie jonów $S_2O_8^{2-}$ obniży się do wartości $0{,}10\ mol \cdot dm^{-3}$.

Obliczenia:



Matura Czerwiec 2024

Zadanie 6. (0–1)

Badano szybkość reakcji opisanej równaniem

$$(CH_3)_3CCl\ (c) + H_2O\ (c) \rightarrow (CH_3)_3C(OH)\ (aq) + HCl\ (aq)$$

Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A albo B i jej uzasadnienie 1., 2. albo 3.

Pomiar pH roztworu, w którym zachodzi opisana reakcja,

A.	pozwala na wyznaczenie szybkości tej reakcji,	ponieważ w miarę jej postępu	**1.**	pH roztworu pozostaje stałe.
B.	nie umożliwia wyznaczenia szybkości tej reakcji,		**2.**	pH roztworu maleje.
			3.	pH roztworu rośnie.

Zadanie 7. (0–1)

Poniżej przedstawiono równanie syntezy chlorowodoru.

$$H_2\ (g) + Cl_2\ (g) \rightleftarrows 2HCl\ (g)$$

Tę reakcję prowadzono w zamkniętym reaktorze i po pewnym czasie w układzie reakcyjnym ustaliła się równowaga.

Odczytaj w tablicy wartość standardowej molowej entalpii tworzenia HCl i oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Podwyższenie temperatury (w warunkach izobarycznych) skutkuje wzrostem wydajności tworzenia chlorowodoru.	**P**	**F**
2.	Zmiana ciśnienia (w warunkach izotermicznych) nie wpływa na wydajność tworzenia chlorowodoru.	**P**	**F**

Informacja do zadań 8.–9.

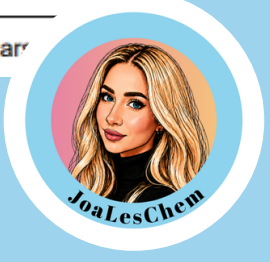
Reakcja tlenku węgla(IV) z wodorem przebiega zgodnie z równaniem:

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

W tabeli przedstawiono wartości stężeniowej stałej równowagi K_c tej reakcji w wybranych temperaturach.

Temperatura, K	400	600	800	1000
Stała równowagi	$6{,}47 \cdot 10^{-4}$	$3{,}54 \cdot 10^{-2}$	$2{,}37 \cdot 10^{-1}$	$6{,}97 \cdot 10^{-1}$

Na podstawie: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, War



Matura Czerwiec 2024

Zadanie 8. (0–1)

Rozstrzygnij, czy reakcja tlenku węgla(IV) z wodorem jest procesem endoenergetycznym. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

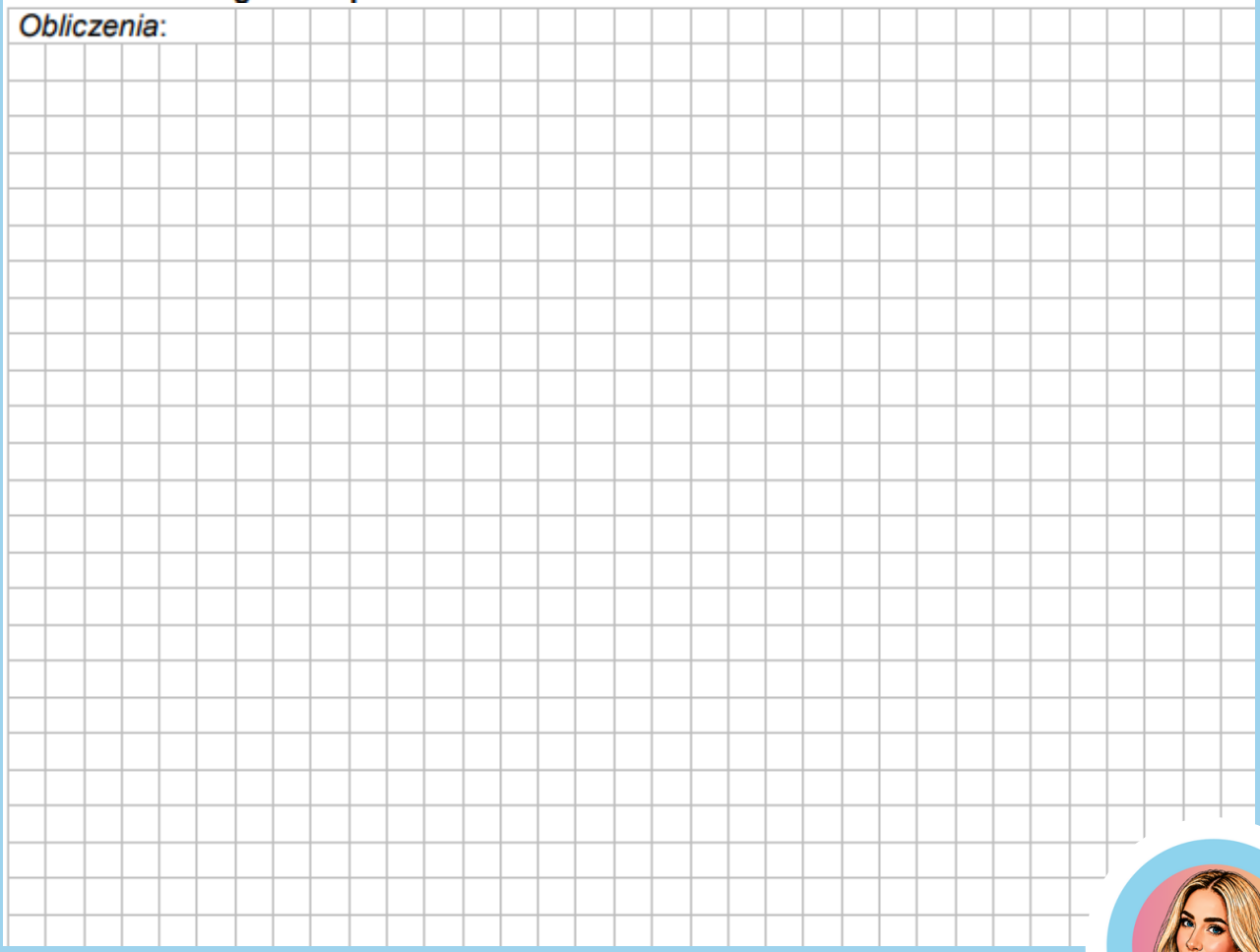
.....

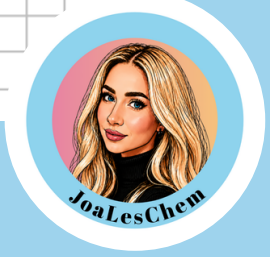
Zadanie 9. (0–2)

Do reaktora o stałej pojemności wprowadzono 10 moli tlenku węgla(IV) i 5,0 moli wodoru. Reaktor zamknięto i w temperaturze 800 K zainicjowano reakcję. Po pewnym czasie układ osiągnął stan równowagi.

Oblicz stosunek molowy tlenku węgla(IV) do wodoru w reaktorze po ustaleniu się stanu równowagi w temperaturze 800 K.

Obliczenia:





Matura Maj 2024

Zadanie 6.

Nadtlenek wodoru jest to substancja nietrwała, którą należy przechowywać w zimnym i ciemnym miejscu, gdyż w innych warunkach ulega powolnemu rozkładowi. Postęp rozkładu nadtlenku wodoru można badać np. za pomocą techniki miareczkowania.

W termostatowanym naczyniu umieszczono roztwór H_2O_2 o pewnym stężeniu, który utrzymywano w temperaturze $40\ °C$. W równych odstępach czasowych z tego roztworu pobierano próbki, które schładzano i miareczkowano za pomocą zakwaszonego roztworu manganianu(VII) potasu o stężeniu $0{,}0020\ mol \cdot dm^{-3}$. Podczas miareczkowania zachodziła reakcja opisana równaniem:

$$2KMnO_4 + 5H_2O_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 5O_2 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

Wyznaczenie objętości zużytego roztworu $KMnO_4$ pozwoliło obliczyć stężenie molowe H_2O_2 w próbce.

Objętość każdej pobieranej próbki była równa $2{,}0\ cm^3$. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli.

Czas, minuty	0	10	20	30
Objętość $KMnO_4$, cm^3	19,1	14,2	9,9	6,2

Zadanie 6.1. (0–2)

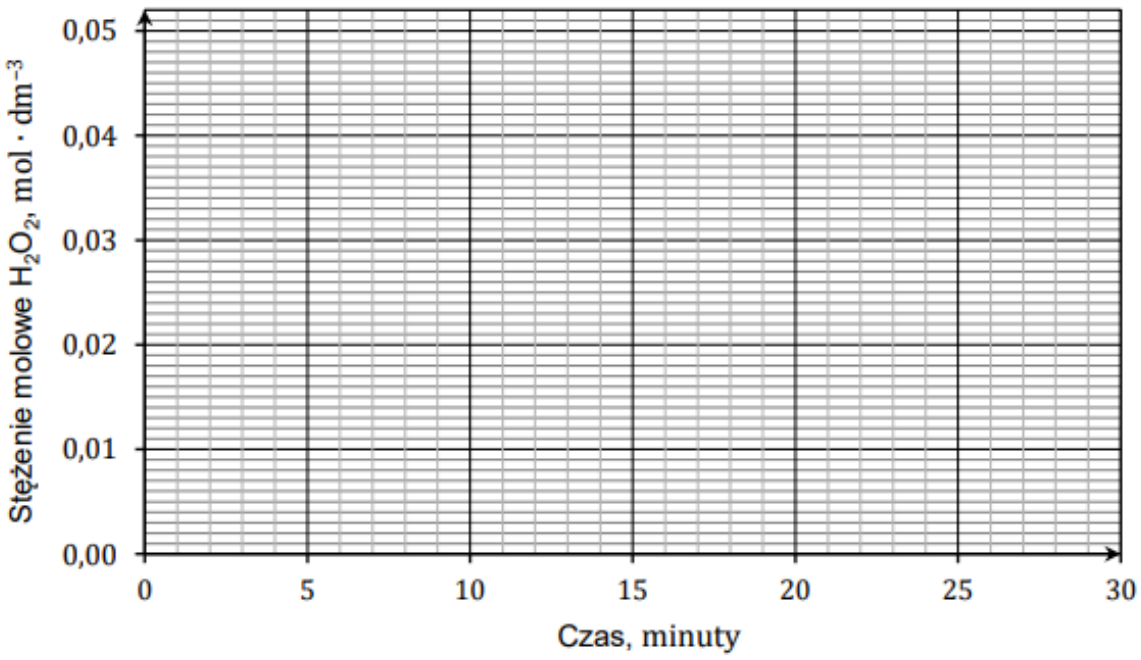
Uzupełnij poniższą tabelę, a następnie narysuj wykres przedstawiający zależność stężenia nadtlenku wodoru od czasu. Wartość stężenia zapisz w zaokrągleniu do trzeciego miejsca po przecinku.

Czas, minuty	0	10	20	30
Stężenie molowe H_2O_2, $mol \cdot dm^{-3}$	0,048	0,036		

Obliczenia pomocnicze:



Matura Maj 2024



Zadanie 6.2. (0–1)

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

Szybkość reakcji rozkładu nadtlenku wodoru wraz z upływem czasu (rośnie / maleje / nie ulega zmianie).

Szybkość reakcji rozkładu nadtlenku wodoru w temperaturze 40 °C jest (większa niż / mniejsza niż / taka sama jak) w temperaturze 20 °C.



Matura Maj 2024

Zadanie 13.

Stężeniowa stała równowagi reakcji zilustrowanej poniższym równaniem:

$$CO_2\,(g) + H_2\,(g) \rightleftarrows CO\,(g) + H_2O\,(g) \qquad \Delta H > 0$$

w temperaturze T wynosi $1{,}0$.

Zadanie 13.1. (0–1)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Zwiększenie ciśnienia w warunkach izotermicznych ($T = \text{const}$) w opisanym układzie będącym w stanie równowagi będzie skutkowało wzrostem wydajności reakcji otrzymywania tlenku węgla(II) i pary wodnej.	**P**	**F**
2.	Obniżenie temperatury w warunkach izobarycznych ($p = \text{const}$) w opisanym układzie będącym w stanie równowagi będzie skutkowało zmniejszeniem wartości stałej równowagi reakcji otrzymywania tlenku węgla(II) i pary wodnej.	**P**	**F**

Zadanie 13.2. (0–2)

W reaktorze o pojemności $1{,}0\ \text{dm}^3$ zmieszano w temperaturze T tlenek węgla(IV) i wodór. Sumaryczna liczba moli tych reagentów była równa 10.

Oblicz początkową liczbę moli tlenku węgla(IV) i początkową liczbę moli wodoru w mieszaninie, jeżeli wiadomo, że do momentu ustalenia się stanu równowagi w temperaturze T przereagowało 60 % wodoru.

Obliczenia:



Matura Czerwec 2023

Informacja do zadań 5.–6.

W roztworze alkoholowo-wodnym zawierającym bromometan oraz wodorotlenek sodu przebiega reakcja opisana równaniem:

$$CH_3Br + OH^- \rightarrow CH_3OH + Br^-$$

Zależność szybkości tej reakcji od stężeń reagentów przedstawia równanie kinetyczne:

$$v = k \cdot c_{CH_3Br} \cdot c_{OH^-}$$

W temperaturze 55 °C wartość k jest równa $2{,}14 \cdot 10^{-2}\ dm^3 \cdot mol^{-1} \cdot s^{-1}$.

Na podstawie: R.T. Morrison, R.N. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 1996.

Zadanie 5. (0–1)

Opisaną reakcję otrzymywania metanolu prowadzono w jednakowej temperaturze w dwóch roztworach (I i II) o równej początkowej liczbie moli jonów OH^- i bromometanu. Wskutek użycia większej ilości rozpuszczalnika objętość roztworu II była dwukrotnie większa.
Trzej uczniowie – oznaczeni jako A, B i C – sformułowali wnioski dotyczące wpływu różnicy objętości roztworów na początkową szybkość reakcji. Wnioski poszczególnych uczniów zapisano w tabeli.

Uczeń	Wniosek
A	Początkowa szybkość reakcji w roztworze I jest dwukrotnie większa od początkowej szybkości reakcji w roztworze II.
B	Początkowa szybkość reakcji w roztworze I jest czterokrotnie większa od początkowej szybkości reakcji w roztworze II.
C	Początkowa szybkość reakcji w roztworze I jest taka sama jak początkowa szybkość reakcji w roztworze II.

Rozstrzygnij, który uczeń (A, B czy C) sformułował poprawny wniosek. Odpowiedź uzasadnij.

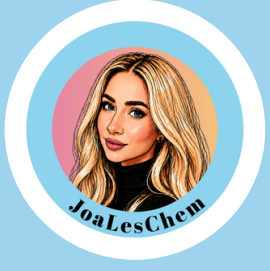
Poprawny wniosek sformułował uczeń .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

.....



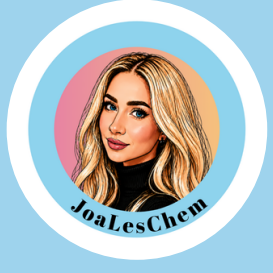
Matura Czerwec 2023

Zadanie 6. (0–2)

Reakcję CH_3Br z NaOH prowadzono w temperaturze 55 °C. Po pewnym czasie stężenie jonów OH^- – wskutek przebiegu reakcji chemicznej – zmalało z $0{,}060\ mol \cdot dm^{-3}$ do wartości $0{,}050\ mol \cdot dm^{-3}$, a szybkość reakcji wynosiła $1{,}07 \cdot 10^{-5}\ mol \cdot dm^{-3} \cdot s^{-1}$.

Oblicz początkowe stężenie molowe bromometanu.

Obliczenia:



Matura Maj 2023

Zadanie 6. (0–2)

Pewna reakcja chemiczna:

$$2A\ (g) + B\ (g) \rightleftarrows 2C\ (g)$$

przebiega w temperaturze 298 K według równania kinetycznego: $v = k \cdot c_A^2 \cdot c_B$.

Stała szybkości k opisanej przemiany w temperaturze 298 K jest równa $6{,}7 \cdot 10^3\ dm^6 \cdot mol^{-2} \cdot s^{-1}$. Początkowe stężenie substancji A wynosiło $4\ mol \cdot dm^{-3}$, a początkowe stężenie substancji B było równe $3\ mol \cdot dm^{-3}$.

Oblicz szybkość opisanej reakcji w momencie, w którym przereagowało 50 % początkowej ilości substancji B.

Obliczenia:

Matura Grudzień 2022

Zadanie 7. (0–1)

Rozstrzygnij, czy na podstawie wartości entalpii tworzenia CO oraz CO_2 można stwierdzić, że reakcja spalania tlenku węgla(II) jest egzotermiczna. Uzasadnij swoją odpowiedź.

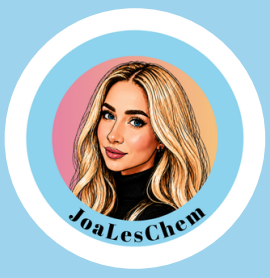
Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

.....



Matura Grudzień 2022

Zadanie 15. (0–2)

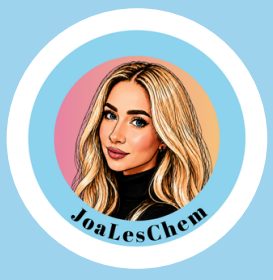
W wysokiej temperaturze tlenki żelaza można zredukować wodorem do metalicznego żelaza. Redukcja tlenku Fe_3O_4 przebiega zgodnie z równaniem:

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

Z reaktora o pojemności $8{,}0\ dm^3$, zawierającego $420\ g$ tlenku Fe_3O_4, odpompowano powietrze i wprowadzono $6{,}0\ g$ 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:



Matura Grudzień 2022

Zadanie 16.

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: $v = k \cdot [Br^-] \cdot [BrO_3^-] \cdot [H^+]^2$

Zadanie 16.1. (0–1)

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

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

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 16.2. (0–1)

Oblicz, jak zmieni się szybkość opisanej reakcji, jeżeli początkowe pH roztworu będzie wyższe o 0,3.

Obliczenia:



Matura Czerwiec 2022

Zadanie 5.

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

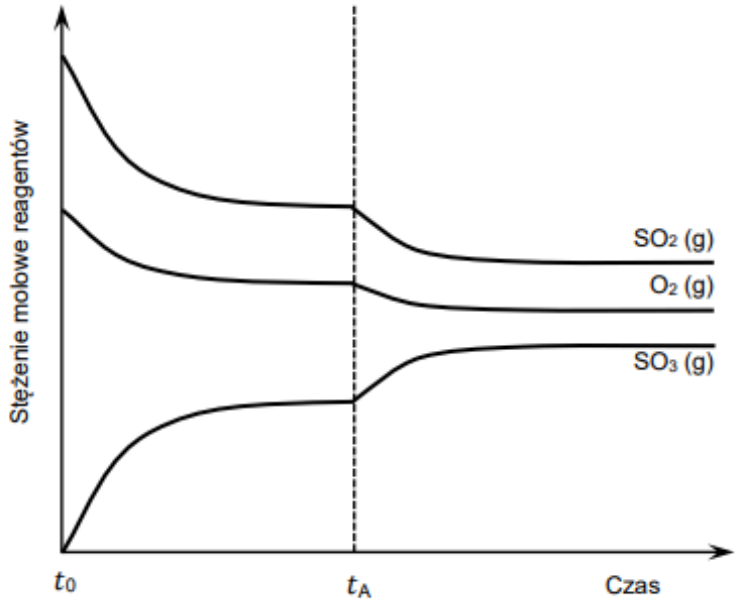
$$2SO_2(g) + O_2(g) \underset{}{\overset{\text{katalizator, } T}{\rightleftharpoons}} 2SO_3(g)$$

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

Temperatura, °C	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.



Zadanie 5.1. (0–1)

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

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

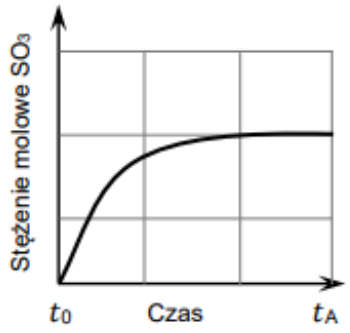


Matura Czerwiec 2022

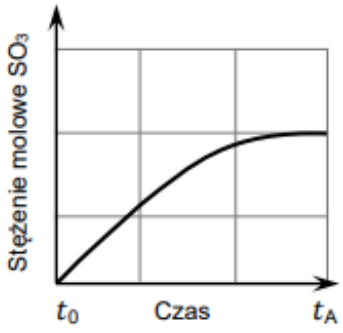
Zadanie 5.2. (0–1)

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.

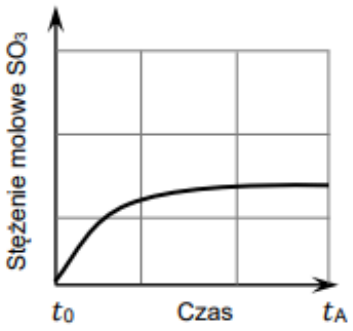
Wykres 1.



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: .....

.....

Matura Maj 2022

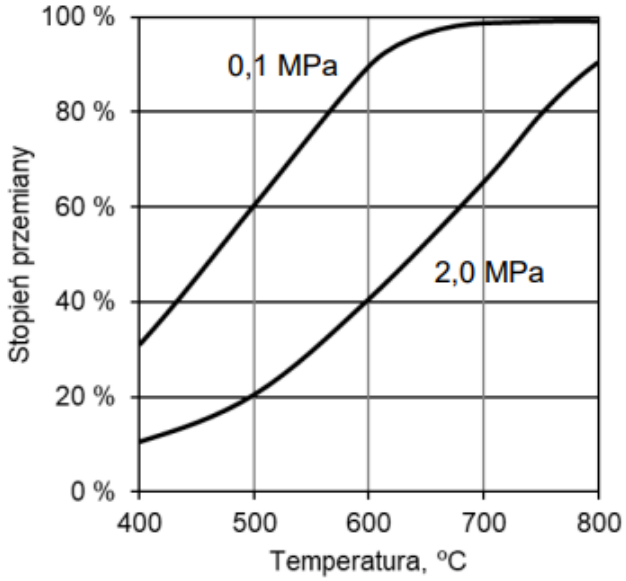
Zadanie 4.

Gaz syntezowy, czyli mieszanina CO i H_2, jest otrzymywany w przemyśle różnymi metodami. Niżej podano równania dwóch reakcji, w których powstaje taka mieszanina.

I $CH_4 + CO_2 \rightarrow 2CO + 2H_2$ $\quad \Delta H<0$

II $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$ $\quad \Delta H>0$

Na poniższym wykresie przedstawiono zależność stopnia przemiany metanu od temperatury dla dwóch różnych wartości ciśnienia dla jednej z tych reakcji. Stopień przemiany metanu jest miarą wydajności reakcji – im większy stopień przemiany, tym większa wydajność reakcji.



Na podstawie: M. Pańczyk, T. Borowiecki, *Otrzymywanie i zastosowanie gazu syntezowego*, Lublin 2013.

Zadanie 4.1. (0–1)

Napisz numer reakcji (I albo II), do której odnosi się powyższy wykres stopnia przemiany metanu. Odpowiedź uzasadnij – uwzględnij efekt energetyczny reakcji.

Numer reakcji: .....

Uzasadnienie: .....

.....

Zadanie 4.2. (0–1)

Uzupełnij zdanie o wpływie ciśnienia na stopień przemiany metanu – wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w nawiasie. Wyjaśnij przedstawioną na wykresie zależność stopnia przemiany metanu od ciśnienia.

W stałej temperaturze wzrost ciśnienia skutkuje (wzrostem / spadkiem) stopnia przemi... metanu.

Wyjaśnienie: .....

.....



Matura Maj 2022

Zadanie 5. (0–2)

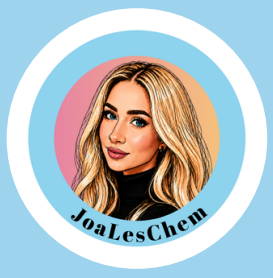
Do reaktora o pojemności 1,0 dm^3 wprowadzono pewną liczbę moli substancji A oraz pewną liczbę moli substancji B. Reaktor zamknięto i zainicjowano reakcję chemiczną, która przebiegała w stałej temperaturze T zgodnie z równaniem:

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

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:



Matura Marzec 2022

Zadanie 14. (0–4)

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 $R = 83{,}14\ hPa \cdot dm^3 \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$. Przyjmij, że NO_2 i N_2O_4 są gazami doskonałymi.

Obliczenia:



Matura Marzec 2022

Zadanie 15.

Równanie kinetyczne reakcji opisanej równaniem:

$$2NO\,(g) + O_2\,(g) \rightarrow 2NO_2\,(g)$$

ma postać:

$$v = k \cdot c_{NO}^2 \cdot c_{O_2}$$

Na podstawie: J. Sawicka i inni, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2004.

Szybkość reakcji chemicznej v, wyrażona w jednostce: mol · dm^{-3} · s^{-1}, zależy od stężeń molowych substratów reakcji oraz od stałej szybkości reakcji k – współczynnika charakterystycznego dla danej reakcji. Stała szybkości reakcji zależy od temperatury, a nie zależy od stężenia substratów.

Zadanie 15.1. (0–1)

Napisz jednostkę stałej szybkości reakcji k w równaniu kinetycznym opisanej reakcji.

.....

Zadanie 15.2. (0–2)

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

Oblicz, ile razy zmaleje szybkość opisanej reakcji w stosunku do szybkości początkowej, w momencie, w którym stężenie tlenu zmniejszy się o 1 mol · dm^{-3}.

Obliczenia:



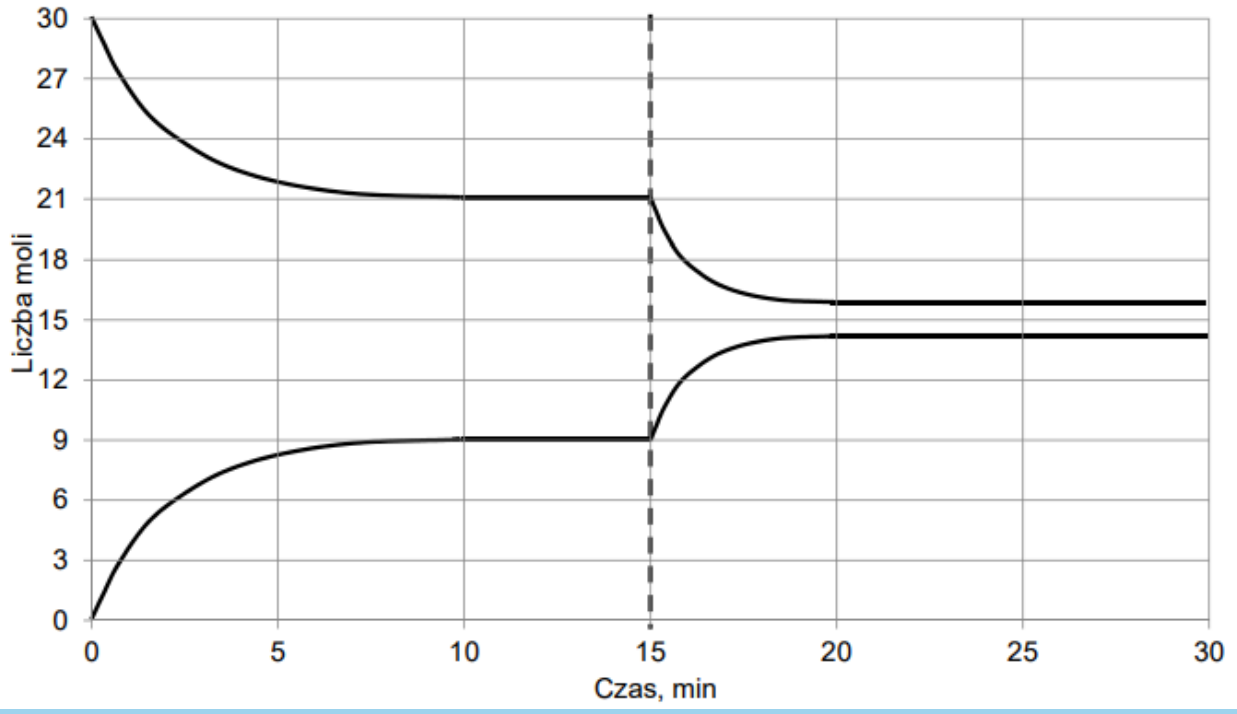
Matura Czerwiec 2021

Informacja do zadań 6.–9.

Do reaktora, w którym znajdowała się stała substancja X, wprowadzono pod ciśnieniem atmosferycznym gazową substancję Y i zapoczątkowano reakcję chemiczną, w wyniku której powstawał gaz Z. Po 10 minutach, w temperaturze T_1, ustaliła się równowaga opisana równaniem:

$$X\,(s) + Y\,(g) \rightleftarrows Z\,(g)$$

Na wykresie przedstawiono wyniki pomiaru liczby moli gazowych reagentów w trakcie trwania procesu oraz po ustaleniu się stanu równowagi w temperaturze T_1. W piętnastej minucie eksperymentu zmieniono w układzie temperaturę na T_2 wyższą od T_1, czego konsekwencją było ustalenie się nowego stanu równowagi po dwudziestu minutach eksperymentu, co także zilustrowano na poniższym wykresie.



Zadanie 6. (0–1)

Rozstrzygnij, czy w temperaturze T_2 – w porównaniu z przemianą zachodzącą w temperaturze T_1 – następuje:

- **wzrost szybkości reakcji tworzenia substancji Z;**

.....

- **spadek szybkości reakcji rozkładu substancji Z.**

.....

Odpowiedzi uzasadnij.

.....

.....



Matura Czerwiec 2021

Zadanie 7. (0–1)

Rozstrzygnij, czy reakcja tworzenia związku Z jest procesem endoenergetycznym. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

Zadanie 8. (0–1)

Napisz wyrażenie na stężeniową stałą równowagi reakcji tworzenia związku Z i oszacuj jej wartość w temperaturze T_1. Uwzględnij fakt, że w wyrażeniu na stałą równowagi tej reakcji pomija się stężenie substancji stałej.

Wyrażenie na stałą równowagi: .....

Oszacowana wartość stałej równowagi: .....

Zadanie 9. (0–1)

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

Wraz ze zmniejszeniem ciśnienia w układzie w warunkach izotermicznych wydajność reakcji otrzymywania substancji Z (wzrośnie / zmaleje / się nie zmieni).



Matura Czerwiec 2021

Zadanie 10. (0–2)

W zamkniętym zbiorniku znajdowała się pewna ilość NO_2. W temperaturze 800 K gaz ulegał rozkładowi zgodnie z równaniem:

$$2NO_2\,(g) \rightleftarrows 2NO\,(g) + O_2\,(g) \qquad \Delta H > 0$$

Po ustaleniu się stanu równowagi w naczyniu znajdowało się 90 g tlenku azotu(II). Wydajność rozkładu NO_2 wyniosła 60%.

Na podstawie: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2008.

Określ:

- **stosunek molowy tlenków azotu w zbiorniku w stanie równowagi;**
- **liczbę moli tlenu w zbiorniku w stanie równowagi;**
- **masę tlenku azotu(IV) wprowadzonego do zbiornika przed zainicjowaniem reakcji – w gramach.**

Stosunek molowy $n_{NO_2} : n_{NO}$ = ... : .....

Liczba moli tlenu n_{O_2} = ... mol

Masa tlenku azotu(IV) przed zainicjowaniem reakcji m_{NO_2} = ... g



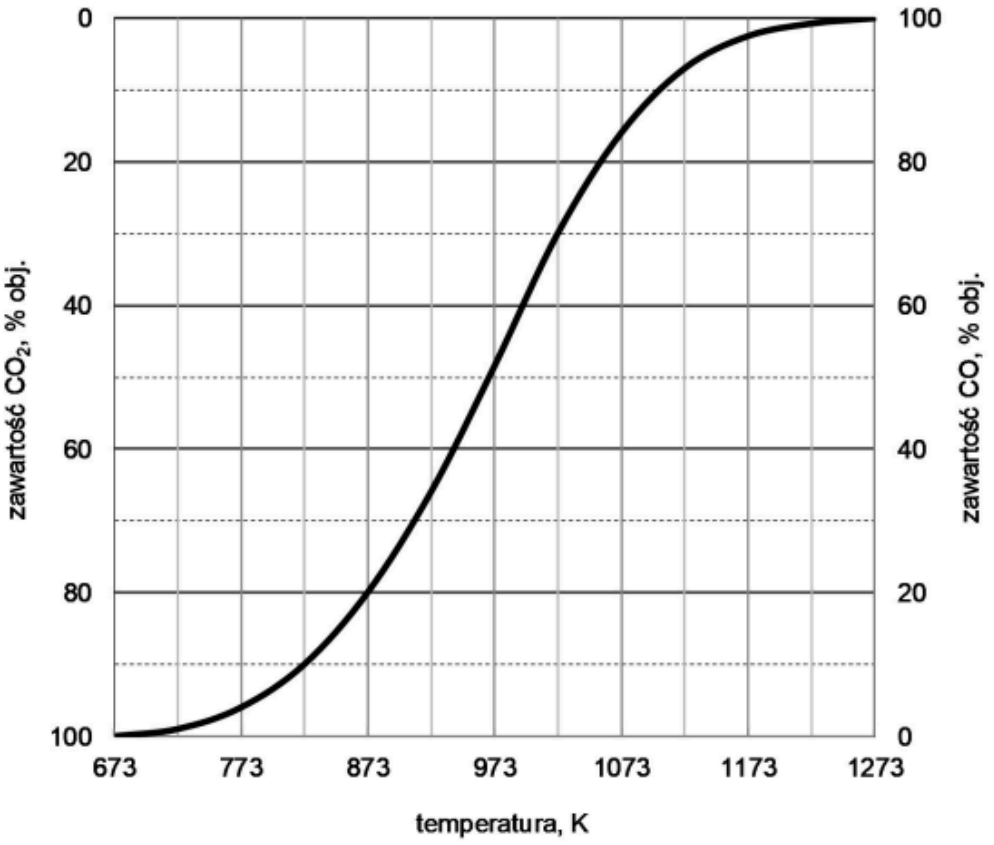
Matura Maj 2021

Informacja do zadań 5.–6.

W wysokiej temperaturze węgiel reaguje z tlenkiem węgla(IV) i ustala się równowaga chemiczna:

$$CO_2\,(g) + C\,(s) \rightleftarrows 2CO\,(g)$$

Objętościową zawartość procentową CO i CO_2 w gazie pozostającym w równowadze z węglem w zależności od temperatury (pod ciśnieniem atmosferycznym 1013 hPa) przedstawiono na poniższym wykresie.



Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2004.

Zadanie 5. (0–1)

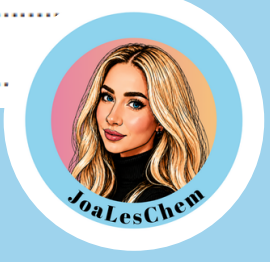
Rozstrzygnij, czy reakcja pomiędzy tlenkiem węgla(IV) i węglem jest procesem egzoenergetycznym. Uzasadnij swoją odpowiedź.

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....



Matura Maj 2021

Zadanie 6. (0–2)

W mieszaninie gazów doskonałych sumaryczne stężenie molowe wyraża się wzorem:

$$c = \frac{p}{R \cdot T}$$

gdzie:

p – ciśnienie w hPa

T – temperatura w K

R – stała gazowa równa 83,1 $hPa \cdot dm^3 \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$.

Ponadto

$$c = [CO] + [CO_2] \quad \text{oraz} \quad \frac{[CO]}{[CO_2]} = \frac{n_{CO}}{n_{CO_2}}$$

Oblicz wartość stężeniowej stałej równowagi opisanej przemiany w temperaturze 873 K i pod ciśnieniem 1013 hPa. Wyrażenie na stężeniową stałą równowagi tej reakcji przyjmuje postać:

$$K = \frac{[CO]^2}{[CO_2]}$$

Załóż, że CO i CO_2 są gazami doskonałymi.

Obliczenia:



Matura Maj 2021

Zadanie 10.

Odważkę czystego węglanu magnezu o masie 8,4 g ogrzewano w piecu nagrzanym do temperatury T, w której ta sól ulega rozkładowi termicznemu – zgodnie z równaniem:

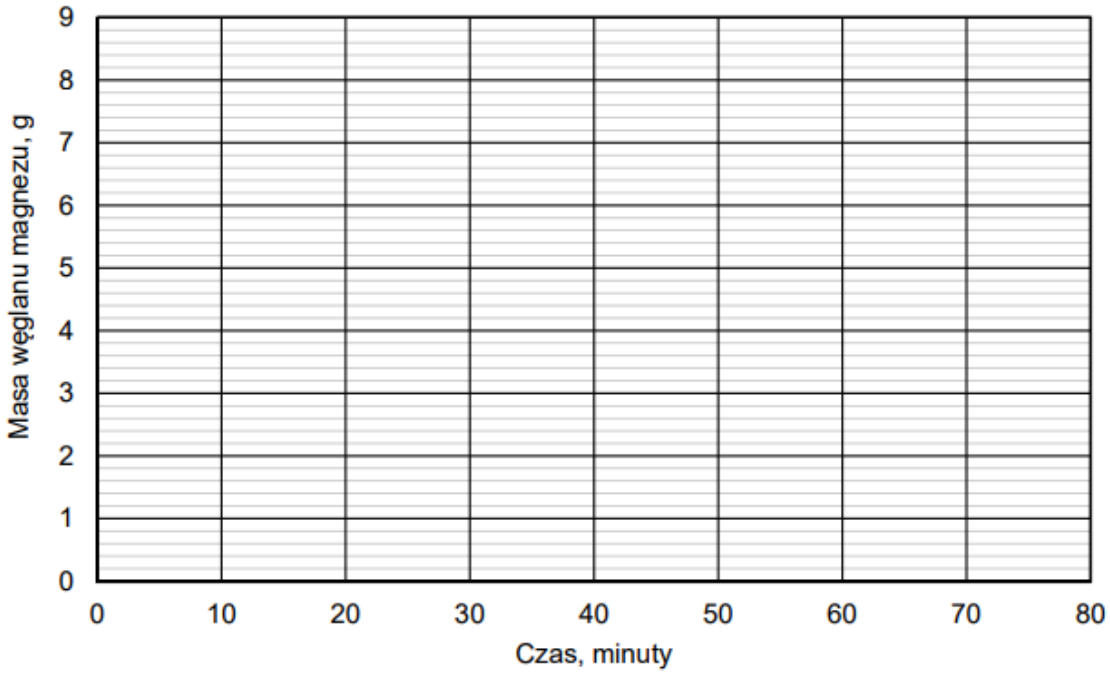
$$MgCO_3 \xrightarrow{T} MgO + CO_2$$

Zadanie 10.1. (0–2)

W czasie ogrzewania węglanu magnezu mierzono w dziesięciominutowych odstępach sumaryczną ilość powstałego gazowego produktu termicznego rozkładu tej soli. Następnie obliczono masę nierozłożonego węglanu magnezu w każdym momencie pomiaru.

Oblicz i wpisz do tabeli brakujące wartości masy (w gramach) nierozłożonego węglanu magnezu zaokrąglone do pierwszego miejsca po przecinku. Następnie narysuj wykres przedstawiający zależność masy węglanu magnezu od czasu prowadzenia jego termicznego rozkładu.

Czas, minuty	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Liczba moli CO_2, mol	0,000	0,002	0,012	0,026	0,048	0,069	0,083	0,093	0,098
Masa $MgCO_3$, g	8,4	8,2		6,2	4,4	2,6		0,6	0,2



Zadanie 10.2. (0–1)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeżeli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	W ciągu pierwszych 40 minut doświadczenia mniej niż połowa użytego węglanu magnezu uległo termicznemu rozkładowi.	**P**	**F**
2.	W ciągu pierwszych 70 minut doświadczenia powstało około 3,7 g tlenku magnezu.	**P**	
3.	Po upływie 80 minut masa stałej mieszaniny substratu i produktu reakcji była mniejsza o 8,2 g od masy użytej odważki czystego węglanu magnezu.		



Matura Maj 2021

Zadanie 16. (0–2)

Kwas arsenowy(V) H_3AsO_4 jest kwasem trójprotonowym o mocy zbliżonej do kwasu ortofosforowego(V). Równowagom, które ustalają się w roztworze wodnym tego kwasu, odpowiadają stałe opisane poniższymi wyrażeniami (podanymi w przypadkowej kolejności), w których została pominięta woda będąca środowiskiem reakcji.

A $\frac{[HAsO_4^{2-}][H_3O^+]}{[H_2AsO_4^-]}$ B $\frac{[H_2AsO_4^-][H_3O^+]}{[H_3AsO_4]}$ C $\frac{[AsO_4^{3-}][H_3O^+]}{[HAsO_4^{2-}]}$

Uszereguj stałe równowagi (wpisz litery A, B oraz C) zgodnie z ich rosnącą wartością. Napisz równanie przemiany, której odpowiada stała równowagi opisana wyrażeniem A. Spośród jonów powstających podczas protolizy (dysocjacji) kwasu arsenowego(V) wybierz i napisz wzór tego, który może pełnić wyłącznie funkcję kwasu Brønsteda.

.....

najmniejsza wartość największa wartość

Równanie reakcji: .....

Jon, który może pełnić wyłącznie funkcję kwasu Brønsteda: .....



Matura Marzec 2021

Zadanie 6. (0–1)

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

Działanie katalizatora prowadzi do (obniżenia / podwyższenia) energii aktywacji katalizowanej reakcji. Obecność katalizatora (wpływa / nie wpływa) na wydajność procesu. Katalizatory (zmieniają szybkość / nie zmieniają szybkości), z jaką układ osiąga stan równowagi.

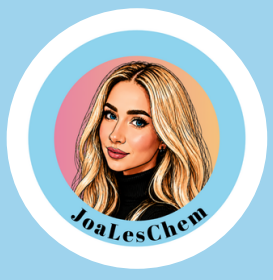
Zadanie 7. (0–1)

Poniżej przedstawiono równanie reakcji syntezy amoniaku.

$$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3 \qquad \Delta H = -91{,}8\ kJ$$

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

Wzrost temperatury w układzie reakcyjnym poskutkuje (spadkiem / wzrostem) wydajności syntezy amoniaku. Dodanie do reaktora większej ilości wodoru przyczyni się do (spadku / wzrostu) ilości amoniaku w mieszaninie poreakcyjnej. Obniżenie ciśnienia w układzie reakcyjnym poskutkuje (spadkiem / wzrostem) wydajności syntezy amoniaku.



Matura Lipiec 2020

Zadanie 5. (0–1)

W pewnych warunkach ciśnienia i temperatury w trzech reaktorach (I, II i III) ustalił się stan równowagi reakcji zilustrowanych równaniami:

I	$H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftarrows 2HCl(g)$	$\Delta H^\circ = -184{,}6$ kJ
II	$H_2(g) + I_2(g) \rightleftarrows 2HI(g)$	$\Delta H^\circ = 53{,}0$ kJ
III	$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$	$\Delta H^\circ = -92{,}0$ kJ

Na podstawie: J. Sawicka i inni, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2004.

Napisz numer reaktora, w którym pod wpływem wzrostu ciśnienia (T = const) wzrosło stężenie równowagowe odpowiedniego wodorku, oraz numer reaktora, w którym pod wpływem wzrostu temperatury (p = const) wzrosło stężenie równowagowe odpowiedniego wodorku.

Wzrost ciśnienia skutkuje wzrostem stężenia równowagowego wodorku w reaktorze ……. .

Wzrost temperatury skutkuje wzrostem stężenia równowagowego wodorku w reaktorze …... .

Informacja do zadań 21.–23.

Jon kompleksowy składa się z atomu centralnego i ligandów. Funkcję atomu centralnego spełniają najczęściej kationy metali. Ligandami są drobiny chemiczne, które łączą się z atomem (jonem) centralnym wiązaniem koordynacyjnym za pomocą wolnej pary elektronowej atomu donorowego wchodzącego w skład ligandu. Ligandami mogą być cząsteczki obojętne, np. H_2O, NH_3, lub aniony, np. Cl^-, OH^-.

Powstawanie kompleksu jonu metalu M z ligandami L można opisać sumarycznym równaniem:

$$M + nL \rightleftharpoons ML_n$$

Indeks n oznacza liczbę ligandów, z którymi łączy się jon metalu.

Na podstawie: J. Minczewski, Z. Marczenko, *Chemia analityczna*, Warszawa 2001 oraz M. Cieślak-Golonka, J. Starosta, M. Wasielewski, *Wstęp do chemii koordynacyjnej*, Warszawa 2010.



Matura Lipiec 2020

Zadanie 22. (0–2)

Jony etylenodiaminotetraoctanowe (EDTA) są jednym z najpopularniejszych czynników kompleksujących. Te jony – umownie oznaczone wzorem Y^{4-} – tworzą kompleks z jonami magnezu zgodnie z równaniem:

$$Mg^{2+} + Y^{4-} \rightleftarrows MgY^{2-}$$

Równowagę reakcji kompleksowania opisuje stała trwałości tego kompleksu β, która wyraża się równaniem:

$$\beta = \frac{[MgY^{2-}]}{[Mg^{2+}]\cdot[Y^{4-}]}$$

W temperaturze 25 °C stała trwałości tej reakcji jest równa $5\cdot10^{8}$.

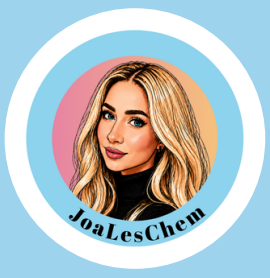
Na podstawie: J. Minczewski, Z. Marczenko, *Chemia analityczna*, Warszawa 2001.

Zmieszano wodny roztwór zawierający jony magnezu Mg^{2+} z wodnym roztworem ligandu Otrzymano 1 dm^3 roztworu, w którym po ustaleniu się stanu równowagi w temperaturze 25 °C stężenie jonów MgY^{2-} było równe $1{,}00\cdot10^{-1}$ $mol\cdot dm^{-3}$, a stężenie jonów Y^{4-} wyniosło $0{,}05\cdot10^{-1}$ $mol\cdot dm^{-3}$.

Oblicz stężenie jonów Mg^{2+} w otrzymanym roztworze (w temperaturze 25 °C) i rozstrzygnij, czy prawdziwe jest twierdzenie, że praktycznie wszystkie jony Mg^{2+} użyte do sporządzenia roztworu występują w postaci kompleksu MgY^{2-}.

Obliczenia:

Rozstrzygnięcie:



Matura Czerwiec 2020

Informacja do zadań 10.–11.

Przemysłowa produkcja kwasu azotowego(V) jest procesem kilkuetapowym. Pierwszym etapem jest katalityczne utlenienie amoniaku tlenem z powietrza do tlenku azotu(II). W drugim etapie otrzymany tlenek azotu(II) utlenia się do tlenku azotu(IV). Ta reakcja przebiega zgodnie z poniższym równaniem:

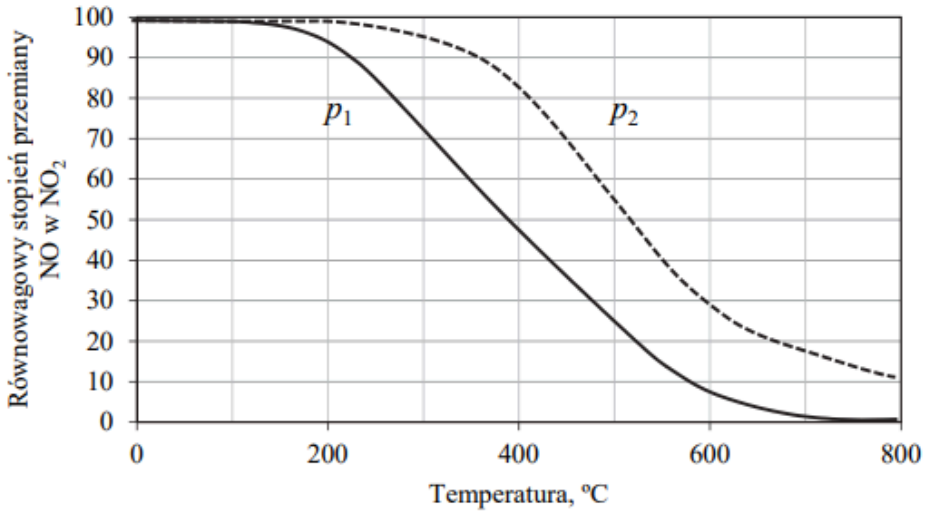
$$2NO\,(g) + O_2\,(g) \rightleftarrows 2NO_2\,(g)$$

Powstały tlenek azotu(IV) jest następnie wprowadzany do wody, w wyniku czego powstaje roztwór kwasu azotowego(V) o stężeniu w zakresie 50%–60% (w procentach masowych).

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

Zadanie 10. (0–1)

Na poniższym wykresie przedstawiono zależność równowagowego stopnia przemiany NO w NO_2 od temperatury dla dwóch różnych wartości ciśnienia p_1 i p_2. Wydajność tworzenia NO_2 jest tym większa, im większa jest wartość równowagowego stopnia przemiany.



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

Ciśnienie p_1 jest (wyższe / niższe) od ciśnienia p_2. Przemiana NO w NO_2 to reakcja (endotermiczna / egzotermiczna), co oznacza, że wartość ΔH tej przemiany jest (dodatnia / ujemna).



Matura Czerwiec 2020

Zadanie 11. (0–1)

Napisz równanie opisanej reakcji tlenku azotu(IV) z wodą, której produktami są kwas azotowy(V) i tlenek azotu(II). Napisz wzór reduktora i wzór utleniacza.

Równanie reakcji:

.....

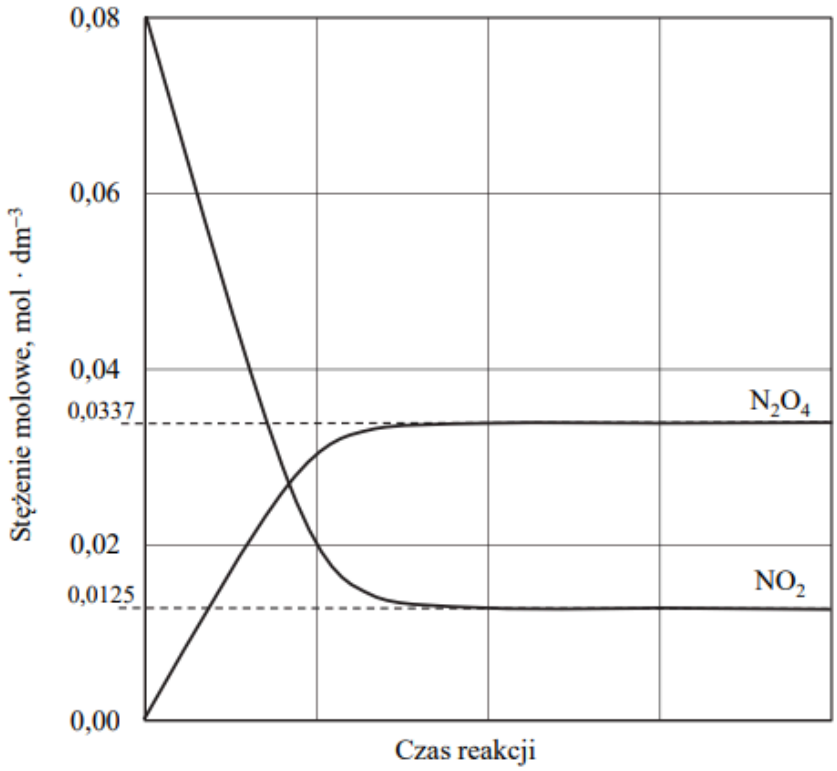
Wzór reduktora: ..... Wzór utleniacza: .....

Zadanie 12. (0–2)

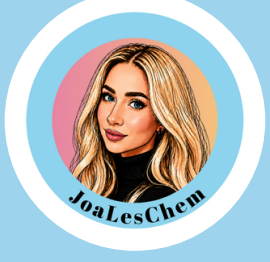
Do zbiornika, z którego wypompowano powietrze, wprowadzono tlenek azotu(IV) o wzorze NO_2 i po zamknięciu utrzymywano temperaturę 25 °C do momentu osiągnięcia przez układ stanu równowagi opisanej poniższym równaniem:

$$2NO_2 \rightleftarrows N_2O_4 \qquad \Delta H < 0$$

Zmiany stężenia obu reagentów przedstawiono na poniższym wykresie.



Na podstawie: J. McMurry, R. Fay, *Chemistry*, Upper Saddle River 2001.



Matura Czerwiec 2020

Oblicz stężeniową stałą równowagi opisanej reakcji w temperaturze 25 °C oraz uzupełnij zdanie – wybierz i podkreśl jedną odpowiedź spośród podanych w nawiasie.

Obliczenia:

Stężeniowa stała równowagi opisanej reakcji w temperaturze wyższej niż 25 °C jest (mniejsza niż / większa niż / taka sama jak) stężeniowa stała równowagi tej reakcji w temperaturze 25 °C.

