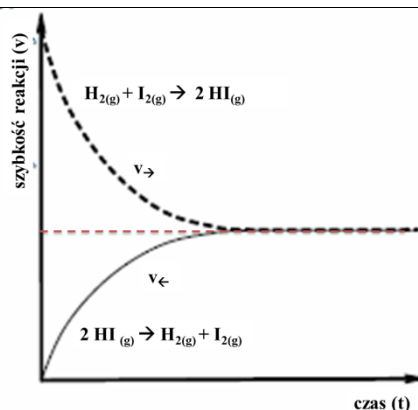


Karta pracy(9) – II LO / chem.r – Równowaga chemiczna

Nazwisko i imię:

- ❖ Reakcje odwracalne i stan równowagi reakcji chemicznych:
- ✓ reakcja odwracalna – reakcja, która może przebiegać w obu kierunkach (od substratów do produktów – w prawo / od produktów do substratów – w lewo) w zależności od użytych warunków, w których reakcja przebiega, np. : $3 \text{H}_{2(\text{g})} + \text{N}_{2(\text{g})} \leftrightarrow 2 \text{NH}_{3(\text{g})}$
- ✓ w powyższym przykładzie w mieszaninie stechiometrycznej wodoru i azotu po zapoczątkowaniu reakcji przebiega reakcja syntezy amoniaku (**układ zamknięty – tylko wymiana energii z otoczeniem**)
- ✓ szybkość reakcji (v_{\rightarrow}) jest tym większa im większe jest stężenie substratów, w miarę przebiegu reakcji stężenie substratów maleje, stąd szybkość reakcji (v_{\rightarrow}) również maleje, natomiast wzrasta stężenie produktu reakcji,
- ✓ wraz z powstaniem produktu w układzie zamkniętym zachodzi reakcja odwrotna / rozkładu amoniaku o szybkości (v_{\leftarrow}), która wzrasta wraz ze wzrostem jego stężenia: $2 \text{NH}_{3(\text{g})} \rightarrow 3 \text{H}_{2(\text{g})} + \text{N}_{2(\text{g})}$
- ✓ w mieszaninie reakcyjne ustala się **stan równowagi chemicznej**, w której szybkość syntezy i szybkość rozkładu są sobie równe ($v_{\rightarrow} = v_{\leftarrow}$)

- ✓ **Schemat – zależność szybkości reakcji wzajemnie odwrótnej, v_{\rightarrow} i v_{\leftarrow} od czasu**
- ✓ **w momencie osiągnięcia równowagi chemicznej**
- ✓ ----- : szybkość tworzenia jodowodoru
- ✓ ——— : szybkość rozkładu jodowodoru



- ❖ **Charakterystyka stanu równowagi:**
- ✓ w stanie równowagi chemicznej dwie wzajemnie odwrótne reakcje przebiegają z taką samą szybkością,
- ✓ wszystkie makroskopowe efekty obu reakcji znoszą i nie obserwuje się zmian w układzie (w tej samej jednostce czasu tyle samo cząsteczek amoniaku powstaje i tyle samo ulega rozpadowi),
- ✓ w odwracalnych reakcjach egzoenergetycznych / egzotermicznych ($\Delta H < 0$) przebiegających w prawo, reakcja odwrotna przebiegająca w lewo jest reakcją endoenergetyczną / endotermiczną ($\Delta H > 0$), efekt energetyczny jest taki sam co do wielkości, ale różni się znakiem,
- ✓ w stanie równowagi chem. w układzie reakc. obecne są wszystkie reagenty, ich ilości nie ulegają zmianie.
- ❖ **Reguła przekory / reguła Le Chatelier`a-Braun`a:**
- w przypadku zakłócenia stanu równowagi w układzie przez działanie zewnętrzne, reakcja w układzie zajdzie w takim kierunku aby zniwelować / zminimalizować skutki tego zewnętrznego wpływu:
 - ✓ **dodawanie lub usuwanie reagentów:**
 - dodanie reagenta → kierunek aby reagent przeszedł jako substrat w produkt,
 - usunięcie reagenta → kierunek aby usunięty reagent powstał jako produkt,
 - ✓ **podniesienie temp. lub schłodzenie układu:**
 - podniesienie temp. układu → kierunek w stronę reakcji **endoenergetycznej** / **pochłaniania ciepła**,
 - obniżenie temp. układu → kierunek w stronę reakcji **egzoenergetycznej** / **wytwarzanie ciepła**,
 - ✓ **podniesienie lub obniżenie ciśnienia** (dla reakcji zachodzących w stanie gazowym) w układzie zamkniętym i w warunkach stałej temp.:
 - podwyższenie ciśnienia → kierunek w stronę **zmniejszenia liczby drobin reagentów**,
 - obniżenie ciśnienia → kierunek w stronę **zwiększenia liczby drobin**,

Przykładowe zadanie:

Zad.1 Reakcja spalania propanu przebiega wg równania $\text{C}_3\text{H}_{8(\text{g})} + 5 \text{O}_{2(\text{g})} \leftrightarrow 3 \text{CO}_{2(\text{g})} + 4 \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})} / \Delta H = -1411 \text{ kJ}$
 Ustal, w którym kierunku ulegnie przesunięcie równowagi chemicznej reakcji przebiegającej w układzie zamkniętym, jeżeli na układ będą oddziaływały następujące czynniki zewnętrzne:
 (patrz tabela: + / dodanie; - / usunięcie; ↑ / podniesienie; ↓ / obniżenie).

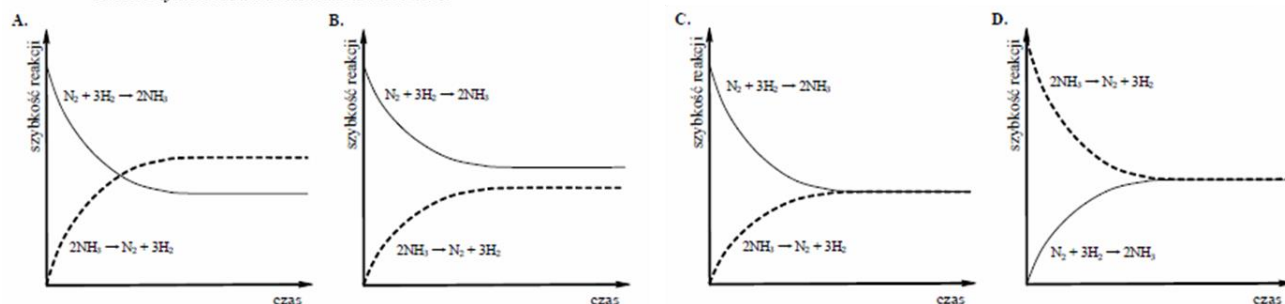
Czynniki zewnętrzne

+ C_3H_8	- C_3H_8	+ O_2	- O_2	+ CO_2	- CO_2	+ H_2O	- H_2O	T↑	T↓	p↑	p↓
prawo	lewo	prawo	lewo	lewo	prawo	lewo	prawo	lewo	prawo	lewo	prawo

Zadania do samodzielnego wykonania – wykorzystaj informacje z karty, podręcznika i innych źródeł.

- 1 Przenalizuj poniższe schematy i wskaż ten, który ilustruje przebieg reakcji syntezy amoniaku do fazy równowagi chemicznej, wskazanie uzasadnij.

————— oznacza szybkość reakcji tworzenia amoniaku
 - - - - - oznacza szybkość rozkładu amoniaku na azot i wodór



Odpowiedź:

- 2 Reakcja syntezy amoniaku przebiega wg równania: $3 \text{H}_{2(g)} + \text{N}_{2(g)} \leftrightarrow 2 \text{NH}_{3(g)} / \Delta H = -92 \text{ kJ}$
 Ustal, w którym kierunku ulegnie przesunięcie równowagi chemicznej reakcji przebiegającej w układzie zamkniętym, jeżeli na układ będą oddziaływały następujące czynniki zewnętrzne / uzupełnij tabelę.

Czynniki zewnętrzne									
+ NH ₃	- NH ₃	+ H ₂	- H ₂	+ N ₂	- N ₂	T↑	T↓	p↑	p↓

- 3 Reakcja syntezy jodowodoru przebiega wg równania: $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \leftrightarrow 2 \text{HI}_{(g)} / \Delta H = 53 \text{ kJ}$
 Ustal, w którym kierunku ulegnie przesunięcie równowagi chemicznej reakcji przebiegającej w układzie zamkniętym, jeżeli na układ będą oddziaływały następujące czynniki zewnętrzne / uzupełnij tabelę.

Czynniki zewnętrzne									
+ I ₂	- HI	+ H ₂	- I ₂	- H ₂	+ HI	T↑	T↓	p↑	p↓

- 4 Reakcja *termicznego* rozkładu węglanu amonu przebiega wg równania:
 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_{3(s)} \leftrightarrow 2 \text{NH}_{3(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{CO}_{2(g)}$ Ustal, w którym kierunku ulegnie przesunięcie równowagi chemicznej reakcji przebiegającej w układzie zamkniętym, jeżeli na układ będą oddziaływały następujące czynniki zewnętrzne / uzupełnij tabelę. *Uwaga: substancje stałe nie mają wpływu na stan równowagi chemicznej.*

Czynniki zewnętrzne									
- NH ₃	+ CO ₂	- H ₂ O	+ NH ₃	- CO ₂	+ H ₂ O	T↑	T↓	p↑	p↓

- ❖ **Prawo działania mas – stała równowagowa reakcji (K / K_c):**
- zależność pomiędzy stężeniem (ciśnieniem w przypadku gazów) poszczególnych reagentów w stanie równowagi ujemuje prawa działania mas (**prawo Guldberga i Waagego**),
 - interpretacja prawa dla reakcji odwracalnej: $A + B \leftrightarrow AB$:
 - ✓ reakcja w prawo: $v_1 = k_1 \cdot [A] \cdot [B]$, reakcja w lewo: $v_2 = k_2 \cdot [AB]$ / $[A]$, $[B]$ $[AB]$ – stężenia w stanie równowagi,
 - ✓ w stanie równowagi $v_1 = v_2$, stąd $k_1 \cdot [A] \cdot [B] = k_2 \cdot [AB]$,
 - ✓ $\frac{k_1}{k_2} = \frac{[AB]}{[A] \cdot [B]} = K_c$ - wyrażenie na stałą równowagową
 - ✓ dla ogólnej postaci reakcji: $a A + b B \leftrightarrow c C + d D$
 - ✓ $K_c = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$; wyrażenie na stałą równowagową jest matematycznym opisem prawa działania mas,
 - w stanie równowagi chemicznej stosunek **iloczynu molowych stężeń produktów reakcji w odpowiednich potęgach** równych współczynnikom stechiometrycznym w równaniu reakcji, do **iloczynu stężeń substratów** (również w odpowiednich potęgach) **jest wielkością stałą w określonej temperaturze** / stężeniowa stała równowagi reakcji – K_c
 - $\text{CH}_3\text{COOH}_{(c)} + \text{CH}_3\text{OH}_{(c)} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOCH}_3_{(c)} + \text{H}_2\text{O}_{(c)}$; $K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{CH}_3\text{OH}]}$
 - jeżeli w równaniach zamiast stężenia molowego podane jest ciśnienie / **ciśnieniowa stała równowagi reakcji - K_p** ,
 - $2 \text{CO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \leftrightarrow 2 \text{CO}_{2(g)}$ $K_p = \frac{[p_{\text{CO}_2}]^2}{[p_{\text{CO}}]^2 \cdot [p_{\text{O}_2}]}$; gdzie p – ciśnienia reagentów w stanie równowagi,
 - ✓ stała równowagowa **nie zależy od początkowych stężeń lub ciśnień reagentów a zależy wyłącznie od temp.**,
 - ✓ **im większa wartość K_c , to tym bardziej równowaga jest przesunięta w kierunku produktów**, im **mniej** wartość K_c , to tym bardziej **równowaga przesunięta jest w kierunku substratów**.

Przykładowe zadanie;**Zad.2** Zapisz wyrażenie / równanie na stężeniową stałą reakcji opisanych równaniami oraz podaj jednostkę:➤ **Rozwiązanie:**

a) $K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3}$ / jednostka: $K_c = [mol / dm^3]^{-2}$,

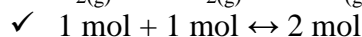
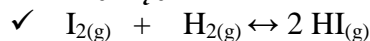
b) $K_c = \frac{[CH_3COOCH_3] \cdot [H_2O]}{[CH_3COOH] \cdot [CH_3OH]}$ / $K_c = \text{wielkość bezwymiarowa}$,

c) $K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$ / jednostka: $K_c = [mol/dm^3]$.

Zadania do samodzielnego wykonania

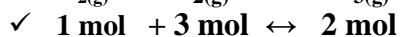
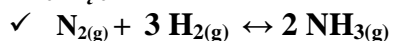
5 Zapisz równanie na stężeniową stałą reakcji opisanych równaniami oraz podaj jednostkę tej stałej:

równanie reakcji	K_c	jednostka
$4 HN_3 + 5 O_2 \leftrightarrow 4 NO + 6 H_2O$		
$H_2 + Br_2 \leftrightarrow 2 HBr$		
$2 SO_2 + O_2 \leftrightarrow 2 SO_3$		
$C_2H_6 + Cl_2 \leftrightarrow C_2H_5Cl + HCl$		
$C_2H_2 + 2 HBr \leftrightarrow C_2H_4Br_2$		

Przykładowe zadania:**Zad.3** Mieszaninę 12 moli jodu i 22 moli wodoru ogrzewano 448°C aż do osiągnięcia stałej równowagowej w fazie gazowej. Otrzymano 19 moli jodowodoru. Oblicz stałą równowagi reakcji otrzymywania HI.➤ **Rozwiązanie:**

Reagenty	Początkowa ilość moli	Równowagowa ilość moli
I_2	12 mol	12 mol – 9,5 mol = 2,5 mol
H_2	24 mol	22 mol – 9,5 mol = 12,5 mol
HI	-	19 mol

✓ $K_c = \frac{[HI]^2}{[I_2] \cdot [H_2]} = \frac{(19 \text{ mol})^2}{2,5 \text{ mol} \cdot 12,5 \text{ mol}} = \frac{361}{31,25} = \mathbf{11,55}$

✓ **Odp. stała równowagowa reakcji syntezy jodowodoru wynosi 11,55.****Zad. 4** W stanie równowagi reakcji $N_{2(g)} + 3 H_{2(g)} \leftrightarrow 2 NH_{3(g)}$ stężenia reagentów wynoszą odpowiednio: $[N_2] = 3 \text{ mol/dm}^3$, $[H_2] = 4 \text{ mol/dm}^3$, $[NH_3] = 5 \text{ mol/dm}^3$. Oblicz stałą równowagową reakcji oraz stężenia wyjściowe azotu i wodoru.➤ **Rozwiązanie:**

Reagenty	Początkowe stężenie	Równowagowe stężenie
N_2	$3 \text{ mol/dm}^3 + 2,5 \text{ mol/dm}^3 = \mathbf{5,5 \text{ mol/dm}^3}$	3 mol/dm^3
H_2	$4 \text{ mol/dm}^3 + 7,5 \text{ mol/dm}^3 = \mathbf{11,5 \text{ mol/dm}^3}$	4 mol/dm^3
NH_3	-	5 mol/dm^3

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3} = \frac{(5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3})^2}{3 \text{ mol} \cdot \text{dm}^3 \cdot (4 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3})^3} = \frac{25 (\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3})^2}{192 (\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3})^4} = \mathbf{0,13 (\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3})^{-2}}$$

1 mol azotu ----- 2 mole amoniaku
x ----- 5 moli amoniaku

$$\mathbf{x = 2,5 \text{ mol} / \text{dm}^3}$$

3 mole wodoru ----- 2 mole amoniaku
x ----- 5 moli amoniaku

$$\mathbf{x = 7,5 \text{ mol} / \text{dm}^3}$$

Zad.5 Stała równowagi reakcji odwracalnej przebiegającej zgodnie z równaniem $\text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)} \leftrightarrow \text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$ w pewnej temperaturze wynosi 1, natomiast stężenia równowagowe tlenku węgla(II) wynosi $0,8 \text{ mol/dm}^3$ a wodoru wynosi $0,64 \text{ mol/dm}^3$. Oblicz, jakie były stężenia początkowe tlenku węgla(IV) i wodoru.

➤ **Rozwiązanie:**

- ✓ $\text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)} \leftrightarrow \text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$
- ✓ $1 \text{ mol} + 1 \text{ mol} \leftrightarrow 1 \text{ mol} + 1 \text{ mol}$

Reagenty	Początkowe stężenie	Równowagowe stężenie
CO_2	$1 \text{ mol/dm}^3 + 0,8 \text{ mol/dm}^3 = 1,8 \text{ mol/dm}^3$	1 mol/dm^3
H_2	$0,8 \text{ mol/dm}^3 + 0,64 \text{ mol/dm}^3 = 1,44 \text{ mol/dm}^3$	$0,64 \text{ mol/dm}^3$
CO	-	$y = 0,8 \text{ mol/dm}^3$
H_2O	-	$y = 0,8 \text{ mol/dm}^3$

- ✓ stężenia substratów, które po reakcji przeszły w produkty

1 mol CO_2 ----- 1 mol CO y ----- 0,8 mol CO ----- $y = 0,8 \text{ mol/dm}^3 \text{ CO}_2$	1 mol CO ----- 1 mol H_2O 0,8 mol CO ----- y ----- $y = 0,8 \text{ mol/dm}^3 \text{ H}_2\text{O}$	1 mol H_2O ----- 1 mol H_2 0,8 mol H_2O ----- y ----- $y = 0,8 \text{ mol/dm}^3 \text{ H}_2$
--	--	--

- ✓ $K_c = 1 = \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2] \cdot [\text{H}_2]} = \frac{0,8 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,8 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}{x \cdot 0,64 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} = \frac{0,64 (\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3})^2}{x \cdot 0,64 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Zad.6 Stała równowagi reakcji odwracalnej przebiegającej zgodnie z równaniem $\text{CH}_{4(g)} + \text{Br}_{2(g)} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{Br}_{(g)} + \text{HBr}_{(g)}$ w pewnej temperaturze wynosi 2. Oblicz stężenie równowagowe reagentów jeżeli stężenie początkowe wynoszą: $[\text{CH}_4] = [\text{Br}_2] = 3 \text{ mol/dm}^3$.

➤ **Rozwiązanie:**

Reagenty	Początkowe stężenie	Równowagowe stężenie
CH_4	3 mol/dm^3	$3 \text{ mol/dm}^3 - x = 3 \text{ mol/dm}^3 - 1,76 \text{ mol/dm}^3 = 1,24 \text{ mol/dm}^3$
Br_2	3 mol/dm^3	$3 \text{ mol/dm}^3 - x = 3 \text{ mol/dm}^3 - 1,76 \text{ mol/dm}^3 = 1,24 \text{ mol/dm}^3$
CH_3Br	-	$x = 1,76 \text{ mol/dm}^3$
HBr	-	$x = 1,76 \text{ mol/dm}^3$

- ✓ $K_c = 2 = \frac{[\text{CH}_3\text{Br}] \cdot [\text{HBr}]}{[\text{CH}_4] \cdot [\text{Br}_2]} = \frac{x \cdot x}{(3 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} - x) \cdot (3 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} - x)} = \frac{x^2}{x^2 - 6x + 9}$

- ✓ $2x^2 - 12x + 18 = x^2 / x^2 - 12x + 18 = 0$

- ✓ $\Delta = -b^2 - 4ac = 144 - 72 = 72$

- ✓ $\sqrt{\Delta} = \sqrt{72} = 8,485$

- ✓ **$x_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{12 - 8,485}{2} = 1,7575 = 1,76$**

- ✓ **$x_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{12 + 8,485}{2} = 10,2425$ / pierwiastek należy wykluczyć, ponieważ nie może przereagować więcej moli substratu niż jest w mieszaninie reakcyjnej.**

Zad. 7 W naczyniu o pojemności 2 dm^3 zmieszano 3 mole etanianu / octanu metylu z 5 molami wody i 1 mol kwasu etanowego / octowego. Stała równowagi reakcji hydrolizy estru wynosi 0,25. Oblicz stężenia reagentów w stanie równowagi.

➤ **Rozwiązanie:**

- ✓ $\text{CH}_3\text{COOCH}_{3(c)} + \text{H}_2\text{O}_{(c)} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOH}_{(c)} + \text{CH}_3\text{OH}_{(c)}$
- ✓ $1 \text{ mol} + 1 \text{ mol} \leftrightarrow 1 \text{ mol} + 1 \text{ mol}$
- ✓ stężenia molowe reagentów w mieszaninie wyjściowej

$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$	H_2O	CH_3COOH	CH_3OH
$C_m = \frac{n}{V} = \frac{3 \text{ mol}}{2 \text{ dm}^3} = 1,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	$C_m = \frac{n}{V} = \frac{5 \text{ mol}}{2 \text{ dm}^3} = 2,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	$C_m = \frac{n}{V} = \frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ dm}^3} = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	0

- ✓ stężenia reagentów po reakcji hydrolizy

Reagenty	Początkowe stężenie	Równowagowe stężenie
$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$	$1,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	$1,5 \text{ mol/dm}^3 - x = 1,5 \text{ mol/dm}^3 - 0,5 \text{ mol/dm}^3 = 1 \text{ mol/dm}^3$
H_2O	$2,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	$2,5 \text{ mol/dm}^3 - x = 2,5 \text{ mol/dm}^3 - 0,5 = 2 \text{ mol/dm}^3$
CH_3COOH	$0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	$0,5 \text{ mol/dm}^3 + x = 0,5 \text{ mol/dm}^3 + 0,5 \text{ mol/dm}^3 = 1 \text{ mol/dm}^3$
CH_3OH	-	$x = 0,5 \text{ mol/dm}^3$

- ✓ **uwaga w obliczeniach pominięto jednostki: mol/dm^3 ,**

- ✓ $K_c = 0,25 = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] \cdot [\text{H}_2\text{O}]} = \frac{(0,5 + x) \cdot x}{(1,5 - x) \cdot (2,5 - x)} = \frac{x^2 + 0,5x}{x^2 - 4x + 3,75}$

$0,25x^2 - x + 0,9375 = x^2 + 0,5x$	$\Delta = -b^2 - 4ac = 2,25 + 2,8125 = 5,06$	$x_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{1,5 - 2,25}{-1,5} = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
$-0,75x^2 - 1,5x + 0,9375 = 0$	$\sqrt{\Delta} = \sqrt{5,06} = 2,25$	$x_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{1,5 + 2,25}{-1,5} < 0$

Zadania do samodzielnego wykonania:

- 6 W reakcji opisanej równaniem: $\text{Cl}_{2(\text{g})} + \text{H}_{2(\text{g})} \leftrightarrow 2 \text{HCl}_{(\text{g})}$ przy początkowym stężeniu wodoru $0,75 \text{ mol/dm}^3$ i chloru $0,5 \text{ mol/dm}^3$, po osiągnięciu stanu równowagi stężenie chlorowodoru wyniosło $0,5 \text{ mol/dm}^3$. Oblicz stężenie równowagowe wodoru i chloru oraz stałą równowagową reakcji.

Obliczenia

Odpowiedź

- 7 W pewnej temperaturze z 4 moli NH_3 połowa początkowej ilości uległa rozkładowi zgodnie z równaniem: $2 \text{HN}_{3(\text{g})} \leftrightarrow \text{N}_{2(\text{g})} + 3 \text{H}_{2(\text{g})}$. Oblicz stałą równowagi amoniaku w temp. doświadczenia jeżeli pojemność naczynia reakcyjnego wynosiła 10 dm^3 .

Obliczenia

Odpowiedź

- 8 Po zmieszaniu 3 g propan-1-olu z 2,4 g kwasu octowego/ i ustaleniu się stanu równowagi powstało 2,04 g octanu propylu ($\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_3\text{H}_7\text{OH} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_3\text{H}_7 + \text{H}_2\text{O}$). Ile gramów octanu propylu powstanie po ustaleniu się równowagi w tych samych warunkach jeżeli wymiesza się 180 g propanolu i 120 g kwasu octowego. Dodatkowa informacja: ilości gramów reagentów należy przeliczyć na liczbę moli, na podstawie pierwotnych ilości użytych substratów i otrzymanych produktów należy obliczyć K_c , w kolejnym etapie wykonać kolejne obliczenia.

Obliczenia

Odpowiedź