

Prawo działania mas i stała równowagi reakcji

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Prawo działania mas i stała równowagi reakcji

Przykładem reakcji odwracalnych w organizmach żywych są hydroliza i jonizacja kwasowa, związana we krwi z transportem tlenku węgla(IV) przez erytrocyty.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

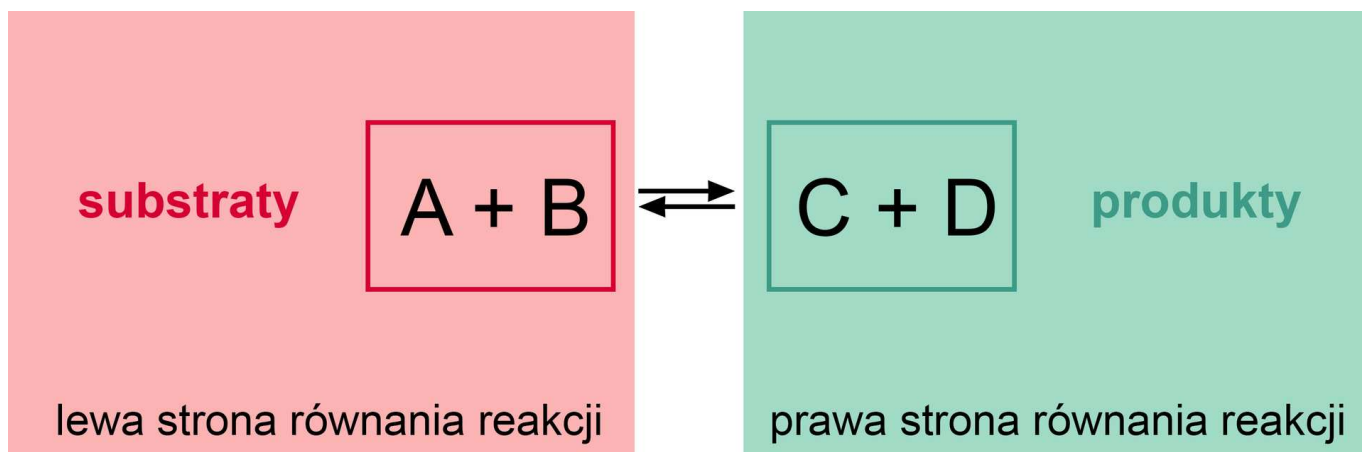
Z pojęciem równowagi mamy do czynienia na co dzień. Towarzyszy nam ono w podejmowaniu decyzji, określa porządek świata roślin i zwierząt. Procesy równowagowe, oparte o odwracalne reakcje chemiczne, spotykane są nawet w naszych organizmach i jest to chociażby transport CO_2 w reakcjach hydrolizy i jonizacji kwasowej. Osiągnięcie stanu równowagi dynamicznej jest związane z pewnym prawem. Czy wiesz, jak się nazywa? A może wiesz, czego dotyczy?

Twoje cele

- Zdefiniujesz prawo działania mas.
- Przeanalizujesz wykres zmian stężeń reagentów od czasu oraz zmian szybkości reakcji tworzenia i rozpadu produktów od czasu dla reakcji równowagowych.
- Zapiszesz wyrażenia na stałe równowagi reakcji i obliczysz ich wartości.
- Obliczysz równowagowe stężenia reagentów oraz stężenia początkowe.

Przeczytaj

Reakcje odwracalne i nieodwracalne

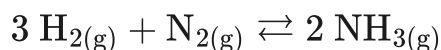


Równowaga reakcji chemicznej może być przesunięta w stronę substratów lub produktów.

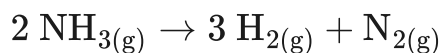
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Reakcje chemiczne mogą być [nieodwracalne](#) lub [odwracalne](#). Najczęściej spotykanymi reakcjami są te drugie. To takie, które nie biegną do samego końca, lecz w trakcie ich przebiegu równolegle tworzone są produkty, a następnie, w wyniku reakcji odwrotnej, odtwarzane są substraty z powstałych produktów. Wówczas w równaniu reakcji stosuje się dwie przeciwnie skierowane strzałki.

W wyniku zmieszania wodoru i azotu w stosunku molowym 3 : 1 zaczyna zachodzić reakcja przekształcania cząsteczek H_2 i N_2 w cząsteczki NH_3 .

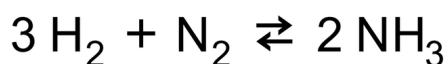
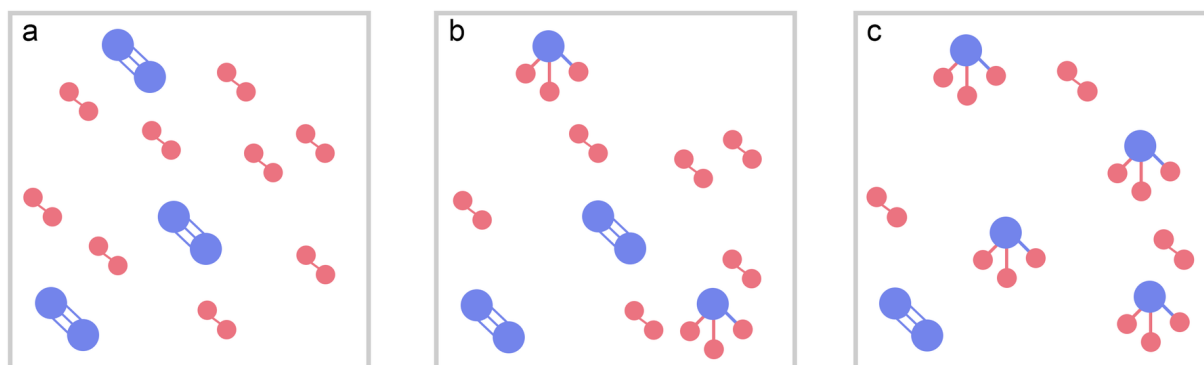


Reakcja ta początkowo przebiega bardzo szybko, ponieważ w układzie znajduje się bardzo duża liczba cząsteczek H_2 i N_2 . W miarę jak tych cząsteczek ubywa (zmieniają się w cząsteczki NH_3), szybkość reakcji tworzenia amoniaku spada. Równocześnie w układzie zaczyna zachodzić reakcja rozpadu amoniaku do wodoru i azotu:



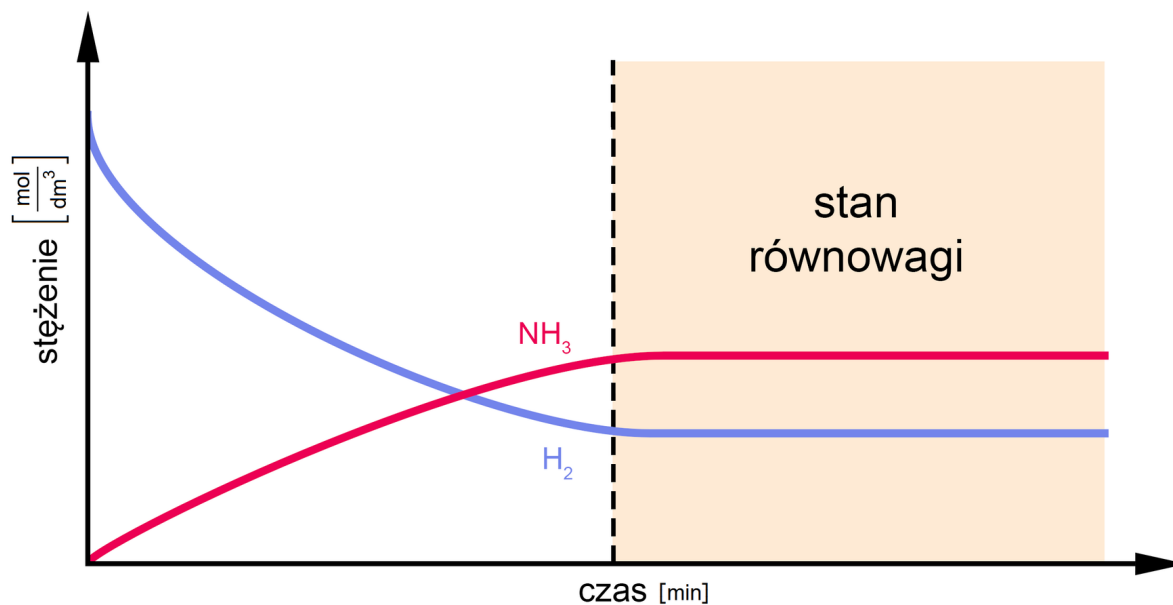
Reakcja ta początkowo przebiega bardzo wolno, ponieważ w układzie znajduje się mało cząsteczek amoniaku. Kiedy liczba cząsteczek amoniaku rośnie (reakcja ich tworzenia z cząsteczek wodoru i azotu początkowo jest znacznie szybsza niż reakcja ich rozpadu), zwiększa się szybkość ich rozpadu. To wszystko trwa do czasu zrównania szybkości obu procesów. Gdy szybkość reakcji tworzenia amoniaku i jego rozpadu zyskają takie same wartości, układ osiąga stan równowagi dynamicznej. Wówczas przestają być widoczne zmiany stężeń poszczególnych reagentów w układzie. Mimo że reakcje nadal przebiegają w obie strony, szybkość tworzenia i rozpadu każdego z reagentów jest taka sama – makroskopowo nie zauważamy zmiany liczby cząsteczek H_2 i N_2 , NH_3 w układzie.

Czynnikami, które mogą wywoływać zmianę położenia stanu równowagi reakcji chemicznej, są temperatura, ciśnienie, objętość układu reakcyjnego oraz stężenie reagentów.



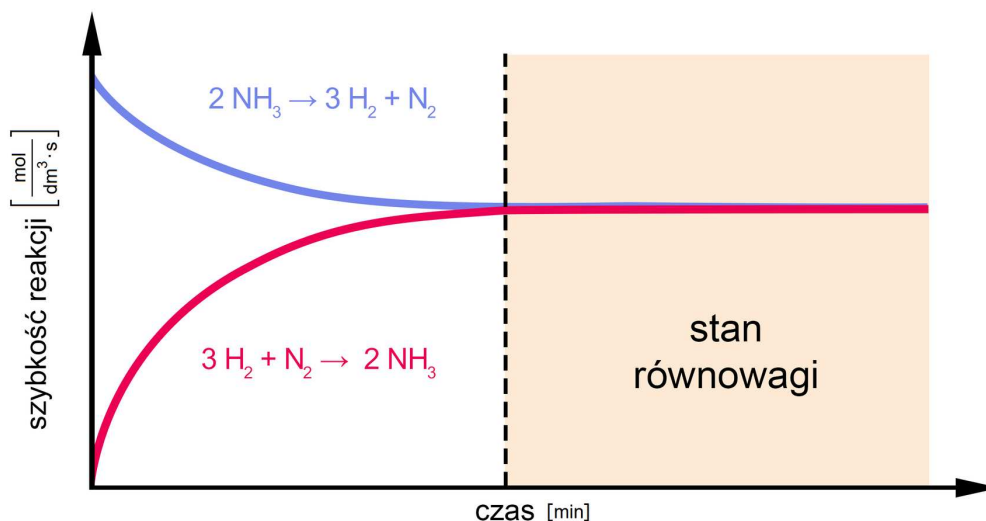
Zmiany ilości reagentów w czasie przebiegu reakcji $3 \text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3$. Niebieskie elementy oznaczają atomy azotu, czerwone elementy odpowiadają atomom wodoru. Zatem:

- stan początkowy reakcji;
- stan przed osiągnięciem stanu równowagi;
- stan równowagi.



Wykres przedstawia zmiany stężeń produktów i substratów od czasu w trakcie przebiegu odwracalnej reakcji $3 \text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3$. Czas zaznaczony na wykresie linią przerywaną to czas osiągnięcia stanu równowagi. Po osiągnięciu stanu równowagi, szybkość reakcji przeciwstawnych jest stała, dlatego stężenia substratów i produktów się nie zmieniają.

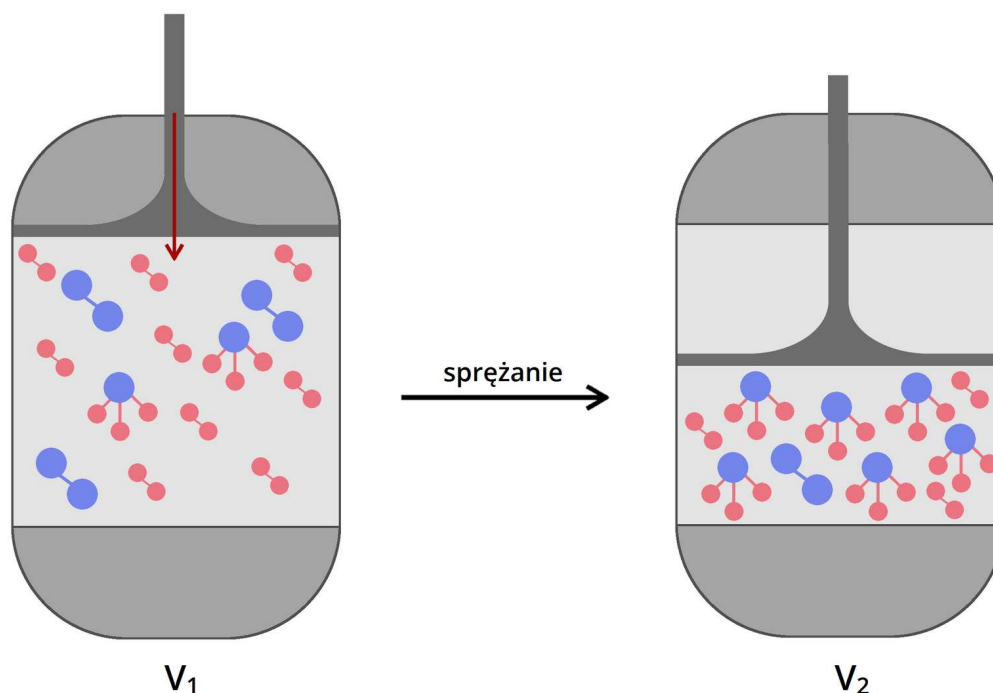
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.



W stanie równowagi szybkości reakcji syntezy i analizy są równe, co obrazuje powyższy wykres. Czas zaznaczony linią przerywaną to czas osiągnięcia stanu równowagi – po jego

osiągnięciu, szybkości tworzenia amoniaku oraz odtwarzania wodoru i azotu z amoniaku są takie same.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.



Zmiana objętości układu reakcyjnego wpływa na zmianę stanu równowagi. Zmniejszenie objętości układu przy użyciu np. tłoka powoduje, że ta sama liczba cząsteczek gazów musi zmieścić się w mniejszej objętości, co z kolei powoduje wzrost ciśnienia. W takiej sytuacji układ dąży do powrotu do stanu równowagi, a więc do obniżenia ciśnienia. Jest to możliwe np. dzięki przesunięciu stanu równowagi w tę stronę, która gwarantuje spadek liczby cząsteczek w układzie.

W przypadku reakcji syntezy amoniaku, zmniejszenie objętości układu przesuwa stan równowagi w stronę syntezy amoniaku, bowiem w tej reakcji z trzech moli cząsteczek wodoru i jednego mola cząsteczek azotu (w sumie czterech moli cząsteczek gazów) powstają dwa mole cząsteczek amoniaku.

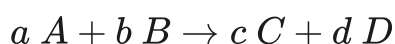
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Prawo działania mas

Ze stanem równowagi dynamicznej związane jest ważne prawo chemiczne. Jest to **prawo działania mas**, a treść jego brzmi następująco:

Prawo: prawo działania mas

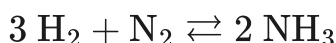
Iloczyn stężeń molowych **produktów** danej reakcji chemicznej podniesionych do odpowiednich potęg (równych współczynnikom stechiometrycznym w równaniu reakcji chemicznej), podzielony przez iloczyn stężeń molowych **substratów** podniesionych do odpowiednich potęg (równych współczynnikom stechiometrycznym w równaniu reakcji chemicznej), zmierzonych w stanie równowagi, jest wielkością stałą, niezależną od początkowych stężeń reagentów, lecz zależną od temperatury.



$$K = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

Gdzie $[A]$, $[B]$, $[C]$, $[D]$ – stężenia równowagowe reagentów.

Aby lepiej zrozumieć to prawo, prześledźmy raz jeszcze reakcję syntezy amoniaku.



Jeśli zgodnie z równaniem reakcji chemicznej użyjemy do reakcji trzech moli cząsteczek wodoru oraz jednego mola cząsteczek azotu (25°C), to będzie ona przebiegać do momentu ustalenia równowagi.

Stała równowagi tej reakcji (K) opisana jest wzorem:

$$K = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{H}_2]^3 \cdot [\text{N}_2]}$$

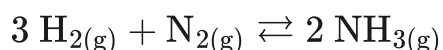
Dla powyższego przykładu w podanej temperaturze (25°C), przyjmie ona wartość 0,182. Jeśli natomiast do reakcji użyjemy sześć moli wodoru i dwa mole azotu, to reakcja będzie przebiegać do tego momentu, aż powyższy iloraz osiągnie tę samą wartość. Podobna sytuacja będzie mieć miejsce, gdy w naczyniu umieścimy x moli

amoniaku – wówczas będzie tak długo ulegał rozpadowi, aż wartość wyrażenia osiągnie tożsamą wartość $-0,182$. Dowodzi to prawdziwości powyższego prawa.

Dla przykładu, stała równowagi tej samej reakcji, ale przebiegającej w temperaturze 25°C , przyjmuje wartość $1,60 \cdot 10^{-4}$.

Reakcjami chemicznymi są procesy, które przebiegają pomiędzy reagentami w różnych stanach skupienia, może to być stan ciekły (c), stan gazowy (g) oraz stan stały (s).

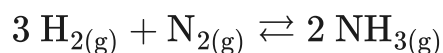
W wyrażeniu na stałą równowagi reakcji, przebiegającej między gazami lub cieczami, nie uwzględnia się reagentów w stanie stałym i przyjmuję się, że wartość ich stężenia wynosi $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$. Dlatego ważne jest, aby przed napisaniem wyrażenia na stałą równowagi reakcji uwzględnić stany skupienia reagentów, które biorą udział w reakcji w równaniu stechiometrycznym reakcji.



Stała równowagi reakcji pozwala przewidzieć, czy w reakcji równowagowej mamy do czynienia z przewagą substratów, czy produktów. Mała wartość stałej równowagi świadczy o przewadze substratów, natomiast duża wartość stałej równowagi świadczy o przewadze produktów.

Polecenie 1

Do zbiornika wprowadzono azot i wodór w fazie gazowej. Zapoczątkowano reakcję syntezy amoniaku:



którą prowadzono do ustalenia stanu równowagi (w danej temperaturze). Wówczas reagenty osiągnęły następujące stężenia:

- $[\text{N}_2] = 0,92 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$;
- $[\text{H}_2] = 1,60 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$;
- $[\text{NH}_3] = 0,80 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

A. Oblicz, ile wynosi wartość stałej równowagi dla podanej reakcji chemicznej w tej temperaturze.

B. Oblicz, jakie były stężenia początkowe substratów reakcji.

Słownik

równowaga chemiczna

stan, do którego dąży układ reakcyjny w trakcie przebiegu reakcji odwracalnej

reakcja nieodwracalna

reakcja przebiegająca tylko w jednym kierunku

reakcja odwracalna

reakcja, która przebiega w obu kierunkach celem osiągnięcia stanu równowagi

stała równowagi chemicznej

współczynnik opisujący stan równowagi reakcji odwracalnych; równa ilorazowi iloczynu stężeń produktów i iloczynu stężeń substratów (podniesionych do potęg

zgodnych ze współczynnikami stechiometrycznymi), które zostały zmierzone w stanie równowagi

Bibliografia

Encyklopedia PWN

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 1994.

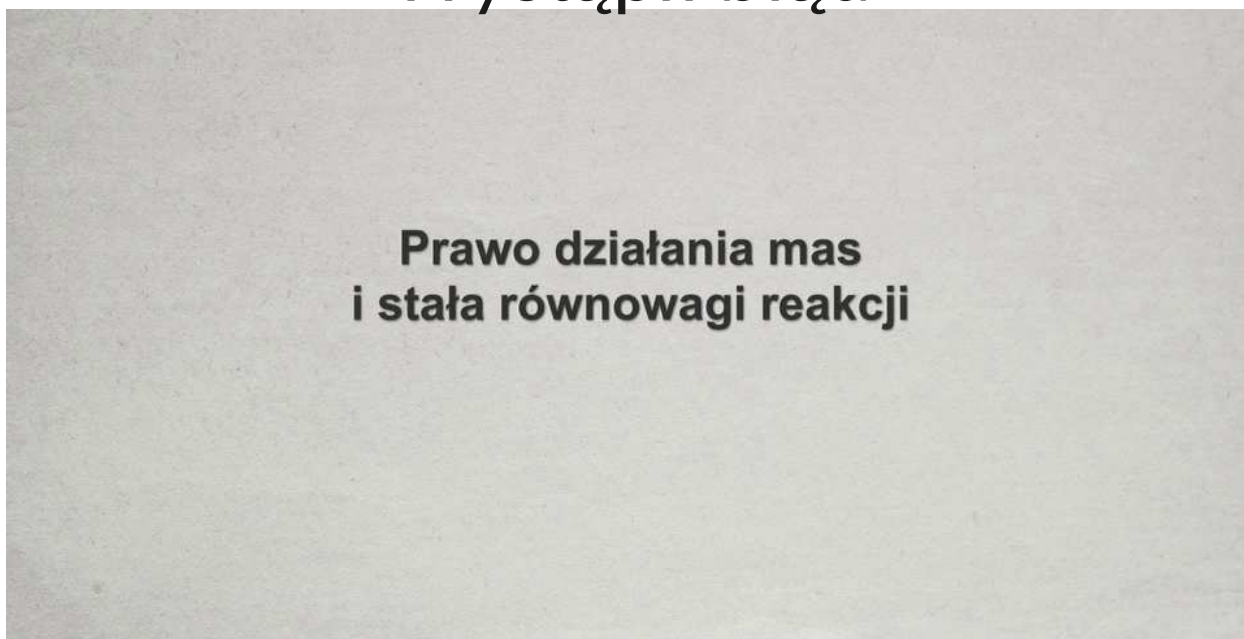
Hejwowska S., Marcinkowski R., *Równowagi i procesy jonowe*, Gdynia 2005.

Film samouczek

Polecenie 1

Jak myślisz, czy możliwe jest obliczenie stężenia początkowego reagentów, znając jedynie stężenia równowagowe? Zapoznaj się z samouczkiem i rozwiąż zadania pod filmem.

Wystąpił błąd



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1Xo5XlUkoHmi>

Film samouczek pt. *Prawo działania mas i stała równowagi reakcji*

Źródło: GroMar Sp. z o.o., Małgorzata Ambroziak, licencja: CC BY-SA 3.0.

Film opisujący prawo działania mas i obrazujący stałą równowagi reakcji.

Ćwiczenie 1

Ćwiczenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz prawidłowe stwierdzenia.

Reakcja odwracalna, do której w procesie ciągłym dostarczane są substraty, charakteryzuje się przesunięciem położenia stanu równowagi dynamicznej w prawo.

Na położenie stanu równowagi dynamicznej wpływa tylko temperatura i stężenie reagentów.

W trakcie przebiegu reakcji odwracalnej, równolegle są tworzone produkty i odtwarzane substraty.

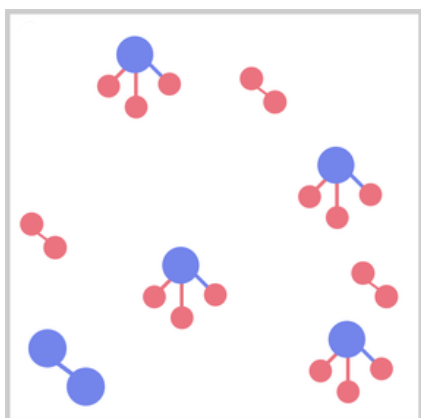
Synteza amoniaku jest reakcją nieodwracalną.

Najczęściej spotykanymi reakcjami są reakcje odwracalne.

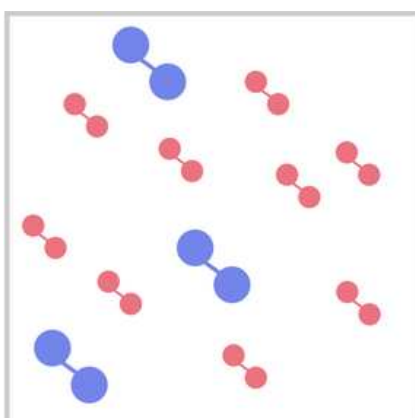
Ćwiczenie 2



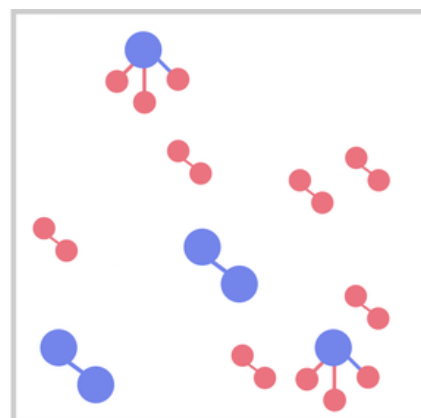
Połącz w pary grafiki ilustrujące przebieg reakcji syntezy amoniaku ze stanami, które im odpowiadają. Fioletowe elementy oznaczają atomy azotu, czerwone elementy odpowiadają atomom wodoru.



stan początkowy reakcji



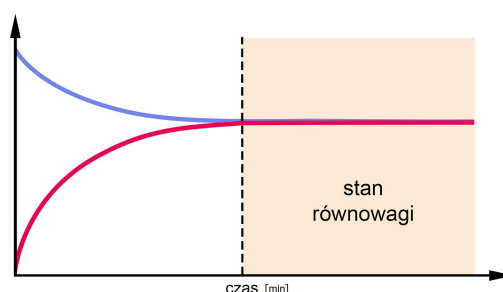
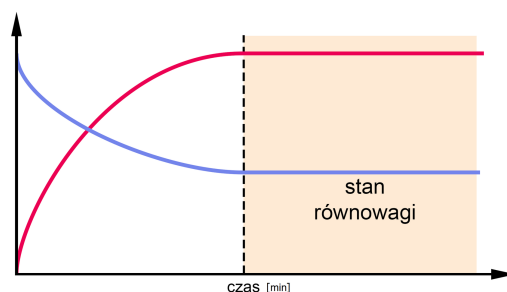
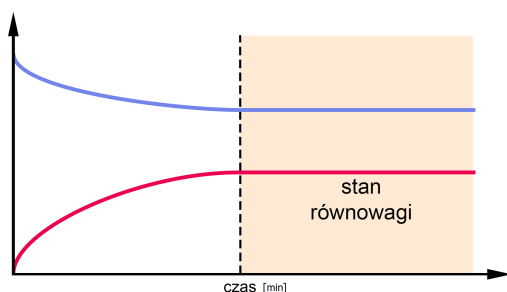
stan przed osiągnięciem stanu równowagi



stan równowagi

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Zaznacz, który z wykresów ukazuje zależność szybkości reakcji syntezy oraz rozpadu amoniaku od czasu.



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 3



Na podstawie poniższego równania reakcji chemicznej wyjaśnij, na czym polega prawo działania mas. Substraty zmieszano w ilości równomolowej.



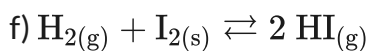
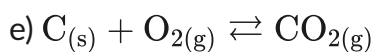
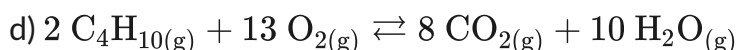
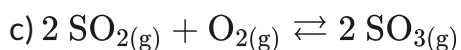
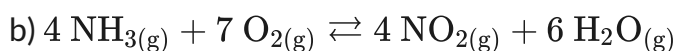
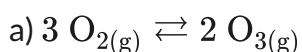
Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 4



Zapisz wyrażenia na stałe równowagi dla poniższych reakcji chemicznych.



Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



Oblicz wartość stałej równowagi reakcji estryfikacji, która zachodzi pomiędzy metanolem a kwasem octowym, jeśli w stanie równowagi reagenty miały następujące stężenia:

- $[\text{CH}_3\text{COOH}] = 4 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$;
- $[\text{CH}_3\text{OH}] = 2,5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$
- $[\text{H}_2\text{O}] = 5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$;
- $\text{CH}_3\text{COOCH}_3 = 4,5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

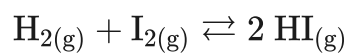
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Reakcję syntezy amoniaku:



prowadzono do ustalenia stanu równowagi (w danej temperaturze). Oblicz, ile wynoszą stężenia substratów w stanie równowagi, wiedząc, że stała równowagi wynosi 664,5, a stężenie jodowodoru w stanie równowagi wynosiło $3,712 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

- $[\text{HI}] = 3,712 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$
- $K = 664,5$

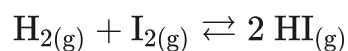
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Reakcję syntezy jodowodoru:



prowadzono do ustalenia stanu równowagi reagentów (w danej temperaturze). Wówczas stężenia reagentów osiągnęły następujące wartości:

- $[\text{I}_2] = 0,072 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$;
- $[\text{H}_2] = 0,072 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$;
- $[\text{HI}] = 1,856 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

a) Oblicz, ile wynosi stała równowagi dla podanej reakcji chemicznej.

b) Oblicz, jakie były stężenia początkowe substratów reakcji chemicznej. Stężenie początkowe jodowodoru wynosi 0.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Oblicz stężenia wszystkich reagentów w stanie równowagi dla poniższej reakcji chemicznej:



Stała równowagi dla tej reakcji chemicznej wynosi 0,045, a reakcję zapoczątkowano poprzez wprowadzenie do reaktora PCl_5 w takiej ilości, że jego stężenie było równe $0,6 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Krzysztof Błaszczak, Aleksandra Marszałek-Harych

Przedmiot: chemia

Temat: Prawo działania mas i stała równowagi reakcji

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Uczeń:

7) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stan równowagi dynamicznej i stała równowagi; pisze wyrażenie na stałą równowagi danej reakcji.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne

Uczeń:

- definiuje prawo działania mas;
- analizuje wykres zależności zmian stężenia substratów i produktów oraz szybkości od czasu przed i po osiągnięciu stanu równowagi;
- pisze wyrażenia na stałe równowagi reakcji i oblicza ich wartości;
- ustala stężenia reagentów przed osiągnięciem stanu równowagi.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- dyskusja dydaktyczna;
- eksperyment;
- film samouczek;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- technika zdań podsumowujących.

Forma pracy:

- praca zbiorowa;
- praca w parach;
- praca indywidualna.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami/smartfony/tablety z dostępem do Internetu;
- podręczniki tradycyjne;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- rzutnik multimedialny;
- tablica interaktywna/tablica i kreda.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel pyta uczniów: Do zapisu równania reakcji chemicznej używamy jednej strzałki od substratów do produktów – co to oznacza? Czy założenie, że substraty całkowicie przereagują, tworząc nowe produkty, jest prawdziwe? Podajcie przykłady reakcji, które przebiegają od substratów do produktów aż do całkowitego wyczerpania substratów.
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pytania nauczyciela. Nauczyciel pyta uczniów: Czy istnieją reakcje, w których używamy strzałek w dwie strony? Jak się nazywają?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji.
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, jakie zostaną użyte w czasie lekcji.

Faza realizacyjna:

1. Na podstawie burzy mózgów z fazy wstępnej, nauczyciel proponuje przeanalizowanie reakcji zobojętnienia słabego kwasu octowego mocną zasadą- wodorotlenkiem sodu.

Uczniowie proszeni są o zapisanie równania tej reakcji chemicznej w zeszytach. Nauczyciel pyta wybranego ucznia „W jakim stosunku molowym reagują ze sobą reagenty?”.

2. Na podstawie tych informacji, zostaje przeprowadzone doświadczenie 1. Nauczyciel wyznacza ucznia do roli asystenta przeprowadzającego doświadczenie wg instrukcji (materiał pomocniczy).
3. Po przeprowadzonym doświadczeniu, nauczyciel zadaje uczniom pytania: O czym świadczy malinowe zabarwienie roztworu? Czy użyte ilości zasady i kwasu są stechiometryczne? Uczniowie formułują na forum klasy wnioski, zapisują w zeszytach.
4. Nauczyciel wyznacza kolejnego ucznia do roli asystenta przeprowadzającego doświadczenie 2 wg instrukcji (materiał pomocniczy).
5. Po przeprowadzonym doświadczeniu, nauczyciel zadaje uczniom pytanie: O czym świadczy malinowe zabarwienie roztworu? Uczniowie formułują na forum klasy wnioski, zapisują w zeszytach.
6. Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: Jaki przykład reakcji chemicznych był zaprezentowany podczas pokazów?
7. Uczniowie samodzielnie analizują treści w e-materiale dotyczące prawa działania mas. Po analizie treści, uczniowie mają za zadanie dla obydwu przedstawionych reakcji z doświadczeń zapisać w zeszytach odpowiednie wyrażenia na stałe równowagi reakcji oraz odszukać w tablicach wartości stałych równowagi dla tych reakcji.
8. Uczniowie mają za zadanie napisać wyrażenia na stałe równowagi reakcji dla kilku przykładowych reakcji np.:
 - $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$;
 - $\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$;
 - $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g})$.
9. Uczniowie analizują w parach film samouczek.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów, zadając przykładowe pytania: Jak symbolicznie wyraża się prawo zachowania mas? O czym świadczą w stanie równowagi duże wartości stałej równowagi chemicznej? Za pomocą czego wyraża się stałe równowagi chemicznej?
2. Jako podsumowanie lekcji, nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Dziś nauczyłem/łam się...
 - Zrozumiałem/łam, że...
 - Zaskoczyło mnie...
 - Dowiedziałem/łam się...

- Łatwe było dla mnie...
- Trudne było dla mnie...

Praca domowa:

Nauczyciel prosi uczniów o wykonanie wszystkich pozostałych ćwiczeń zawartych w e-materiale, których nie zdążyli rozwiązać na lekcji. Dodatkowo dla chętnych proponuje wykonanie przykładu dowolnej reakcji i na jej podstawie opracowanie doświadczenia, które pozwoli przedstawić reakcję nieodwracalną i odwracalną – podobnie jak to miało miejsce na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film samouczek może być wykorzystany jako medium do przygotowania do zajęć i do sprawdzianu, a także jako uzupełnienie wiedzy w przypadku nieobecności ucznia w szkole.

Materiały pomocnicze:

1. Doświadczenie 1:

Sprzęt i szkło laboratoryjne: statyw do probówek, pipety, probówki, bagietka.

Odczynniki chemiczne: roztwór CuCl_2 o stężeniu 1 mol/dm^3 i roztwór HCl o stężeniu 1 mol/dm^3 , roztwór fenoloftaleiny.

Instrukcja do doświadczenia:

- Do probówki wprowadź stechiometryczne ilości (uczniowie przeliczają i podają dane) mianowanego roztworu CuCl_2 (1 mol/dm^3) oraz 1 mol/dm^3 roztwór HCl , całość wymieszaj.
- Dodaj do otrzymanego roztworu 3 krople roztworu fenoloftaleiny.
- Obserwuj zmiany.

2. Doświadczenie 2:

Sprzęt i szkło laboratoryjne: statyw do probówek, pipety, probówki, bagietka.

Odczynniki chemiczne: woda destylowana, etanian sodu, fenoloftaleina.

Instrukcja do doświadczenia:

- Do probówki wprowadź ok. 15 cm^3 wody destylowanej.
- Dodaj do tej probówki z wodą szczyptę stałego etanianu sodu i całość wymieszaj do całkowitego rozpuszczenia tej substancji.
- Następnie do tak przygotowanej próbki dodaj trzy krople roztworu fenoloftaleiny.
- Obserwuj zmiany.

3. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Jak symbolicznie wyraża się prawo zachowania mas?
- O czym świadczą w stanie równowagi duże wartości stałej równowagi chemicznej?
- Za pomocą czego wyraża się stałe równowagi chemicznej?