

Reakcje wymiany

Reakcje wymiany

Człowiek od dawna prowadzi próby przetwarzania różnorodnych surowców w celu uzyskania bardziej użytecznych materiałów. Między innymi przekształca skały bogate w związki metali (rudy), otrzymując wolne pierwiastki, np. żelazo czy glin. Przeprowadzane reakcje mają pewne wspólne cechy, które zostaną omówione w tym module.

Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:

- sposób zapisu równań reakcji chemicznych;
- definicje substratów i produktów w równaniu reakcji chemicznej;
- reakcje syntezy i analizy;
- definicję współczynników stechiometrycznych i sposób uzgadniania równań reakcji chemicznych.

Nauczysz się

- opisywać, na czym polegają reakcje wymiany;
- rozpoznawać reakcje wymiany na podstawie równań reakcji chemicznych;
- opisywać eksperyment chemiczny dotyczący reakcji wymiany, uwzględniając: szkło i sprzęt laboratoryjny, odczynniki chemiczne, schemat aparatury, obserwacje oraz wnioski.

1. Co to są reakcje wymiany?

Przyjrzyj się poniższym równaniom reakcji.



Równanie reakcji 1

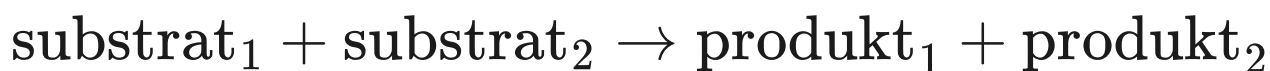
Źródło: Lipowicz A., dostępny w internecie: epodreczniki.pl, licencja: CC BY-SA 3.0.

W każdej z tych przemian z dwóch różnych substratów powstają dwa inne produkty.

Substraty i produkty przykładowych reakcji

Równanie reakcji	Substraty	Produkty
$2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$	CuO, C	Cu, CO ₂
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$	Fe ₂ O ₃ , Al	Fe, Al ₂ O ₃

Przedstawione reakcje przebiegają według schematu:



O tego typu reakcjach mówi się, że są to [reakcje wymiany](#).

Doświadczenie 1

Przeprowadź doświadczenie chemiczne polegające na sprawdzeniu, czy reakcja pomiędzy tlenkiem ołowiu(II) a węglem jest przykładem reakcji wymiany.

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

Polecenie 1

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

Doświadczenie 2

Przeprowadź doświadczenie chemiczne polegające na sprawdzeniu, czy reakcja pomiędzy żelazem a chlorkiem miedzi(II) jest przykładem reakcji wymiany.

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

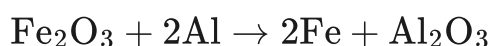
Polecenie 2

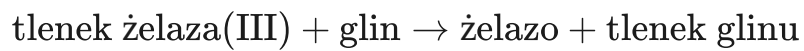
Źródło: Gromar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

2. Które przemiany chemiczne można nazwać reakcjami wymiany?

W tym zagadnieniu zostaną zaprezentowane przykłady reakcji wymiany, w wyniku których z dwóch różnych substratów powstają dwa inne produkty.

Na przykład w wyniku reakcji tlenku żelaza(III) z glinem powstaje żelazo oraz tlenek glinu, zgodnie z poniższym równaniem reakcji:

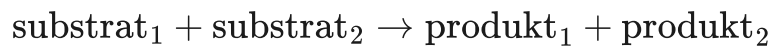




Opis reakcji wymiany (tlenku żelaza(III) z glinem)

Równanie reakcji	Substrat ₁	Substrat ₂	Produkt ₁	Produkt ₂
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$	Fe_2O_3	Al	Fe	Al_2O_3

Reakcja ta przebiega według schematu:



Ciekawostka

Do spawania szyn kolejowych i tramwajowych używa się mieszaniny glinu w postaci pyłu z tlenkiem żelaza(III). Mieszaniną tą wypełnia się szczelinę między szynami, a następnie podpala się wypełnienie. Zachodzi wówczas bardzo gwałtowna przemiana chemiczna ($\text{tlenek żelaza(III)} + \text{glin} \rightarrow \text{żelazo} + \text{tlenek glinu}$), podczas której tworzy się żelazo w stanie płynnym. Stygnąc, żelazo spaja ze sobą dwa fragmenty szyn. Stosowana przy spawaniu szyn metoda z wykorzystaniem glinu to aluminotermia.

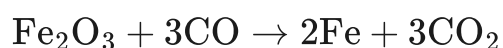


Spawanie szyn

Podczas spawania szyn zachodzi reakcja wymiany

Źródło: Steindy, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Kolejnym przykładem reakcji wymiany jest reakcja pomiędzy tlenkiem żelaza(III) a tlenkiem węgla(II). W jej wyniku otrzymuje się żelazo oraz tlenek węgla(IV), zgodnie z poniższym równaniem reakcji:

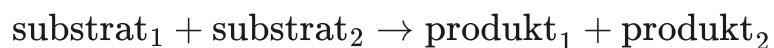


tlenek żelaza(III) + tlenek węgla(II) → żelazo + tlenek węgla(IV)

Opis reakcji wymiany (tlenku żelaza(III) z tlenkiem węgla(II))

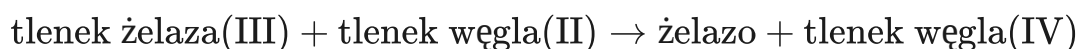
Równanie reakcji	Substrat ₁	Substrat ₂	Produkt ₁	Produkt ₂
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$	Fe_2O_3	CO	Fe	CO_2

Reakcja ta przebiega według schematu:



Ciekawostka

Powyższa reakcja znalazła zastosowanie w hutnictwie podczas otrzymywania żelaza z jego rud. W pewnym etapie procesu tlenek żelaza(III) reaguje z tlenkiem węgla(II) i otrzymujemy żelazo oraz tlenek węgla(IV).

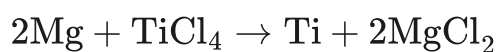


Wielki piec

W wielkim piecu, stosowanym do przerobu rud żelaza, zachodzą m.in. reakcje wymiany

Źródło: Kabacchi, edycja: Krzysztof Jaworski, dostępny w internecie: www.flickr.com, licencja: CC BY 3.0.

Innym przykładem reakcji wymiany jest reakcja pomiędzy magnezem a chlorkiem tytanu(IV). W jej wyniku otrzymuje się tytan oraz chlorek magnezu, zgodnie z poniższym równaniem reakcji:

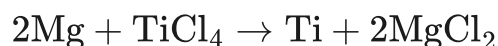


magnez + chlorek tytanu(IV) \rightarrow tytan + chlorek magnezu

Polecenie 3

Opisz reakcję magnezu z chlorkiem tytanu(IV), wprowadzając w odpowiednie miejsca wymienione symbole pierwiastków chemicznych oraz wzory związków chemicznych.

Równanie reakcji:



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

Ciekawostka

Tytan z uwagi na swoje właściwości (dużą wytrzymałość mechaniczną, odporność na korozję, niską masę) jest metalem wykorzystywanym do produkcji przedmiotów, od których wymaga się, aby były wytrzymałe i jednocześnie lekkie. Z tytanu i jego stopów produkuje się między innymi sprzęt sportowy oraz elementy pojazdów sportowych i samolotów. Jedną z metod otrzymywania tego metalu jest reakcja wymiany chlorku tytanu(IV) z magnezem, w czasie której magnez wypiera tytan z jego związku (magnez + chlorek tytanu(IV) → tytan + chlorek magnezu).



Silnik samolotu ma części tytanowe. Z tytanu i jego stopów wytwarza się np. elementy silników oraz pokrycia samolotów

Źródło: Herzog J., edycja: Krzysztof Jaworski, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 4.0.

Ciekawostka

Zastosowanie reakcji wymiany w metalurgii

Reakcje wymiany znalazły szerokie zastosowanie w metalurgii – do otrzymywania wolnych metali. Już ponad 3500 lat temu ludzie nauczyli się wytapiać metale z ich rud. W pierwszym etapie rudę poddawano działaniu wysokiej temperatury, co umożliwiało przeprowadzenie zawartego w niej związku chemicznego metalu w jego tlenek. Następnie tlenek metalu ogrzewano z węglem drzewnym. Podczas tego procesu węgiel łączył się z tlenem zawartym w tlenku metalu (odbierał od niego tlen) i w ten sposób pozyskiwano metal.

Podczas opisanej przemiany, z dwóch różnych substratów, tlenku metalu i węgla, powstają dwa inne produkty: metal i tlenek węgla(IV). Przemiana ta jest przykładem reakcji wymiany.



Rekonstrukcja dawnego pieca hutniczego

Dawny piec hutniczy, zwany dymarką, wykorzystywany do otrzymywania żelaza z rud przy użyciu węgla drzewnego

Źródło: Przykuta, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 4

Zapisz równanie reakcji otrzymywania żelaza opisaną metodą. Jako substrat zastosuj tlenek żelaza(III).

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

3. Reakcja redukcji tlenku jako przykład reakcji wymiany

Reakcja łączenia się substancji z tlenem nazywa się reakcją utleniania*. Przemiana, w której tlenek ulega „odtlenieniu”, określana jest mianem [reakcji redukcji](#)*. Wszystkie poznane w tym module reakcje, w wyniku których z tlenku metalu powstawał metal, są przykładami reakcji redukcji tego tlenku do metalu. O substancji odbierającej tlen od tlenku metalu mówi się, że redukuje ona tlenek.

* Podczas nauki chemii w zakresie rozszerzonym poznacie współczesną interpretację tego pojęcia.

Przykłady reakcji wymiany podczas których dochodzi do red

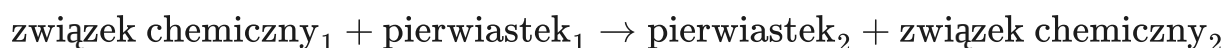
Zapis słowny przebiegu reakcji	Równani
tlenek ołowiu(II) + węgiel \rightarrow ołów + tlenek węgla(IV)	$2\text{PbO} -$
tlenek żelaza(III) + tlenek węgla(II) \rightarrow żelazo + tlenek węgla(IV)	$\text{Fe}_2\text{O}_3 +$
tlenek miedzi(II) + węgiel \rightarrow miedź + tlenek węgla(IV)	$2\text{CuO} -$
tlenek żelaza(III) + glin \rightarrow żelazo + tlenek glinu	$\text{Fe}_2\text{O}_3 +$

Zapis słowny przebiegu reakcji	Równani
tlenek miedzi(II) + wodór → miedź + woda	CuO +

W metalurgii bardzo często do redukcji tlenków metali wykorzystuje się węgiel. Jego źródła są stosunkowo tanie i łatwo dostępne. Jednak za jego pomocą można zredukować tylko niektóre tlenki metali. Należą do nich na przykład tlenki: cynku, żelaza, ołowiu, miedzi. Tlenki te, ogrzewane z węglem, redukują się do wolnych pierwiastków, podczas gdy węgiel utlenia się. Jednak wielu tlenków metali nie udaje się zredukować za pomocą węgla. Do otrzymywania czystych pierwiastków stosuje się wtedy inne metody.

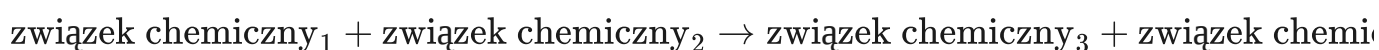
4. Reakcje wymiany pojedynczej i podwójnej

Wśród reakcji wymiany wyróżnia się [reakcje wymiany pojedynczej](#) i [reakcje wymiany podwójnej](#). Pierwszy rodzaj, reakcja wymiany pojedynczej, jest przemianą, podczas której dwa substraty (pierwiastek i związek chemiczny) przekształcają się w dwa produkty (nową substancję prostą i złożoną). Jej przebieg można opisać za pomocą następującego schematu:



Równanie reakcji chemicznej	Zapis słowny przebiegu reakcji
$\text{ZnO} + \text{C} \rightarrow \text{Zn} + \text{CO}$	tlenek cynku + węgiel \rightarrow cynk + tlenek w
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$	tlenek żelaza(III) + glin \rightarrow żelazo + tlen
$\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} \rightarrow \text{Si} + 2\text{MgO}$	tlenek krzemu(IV) + magnez \rightarrow krzem + tlen

Druga grupa to reakcje wymiany podwójnej. Zachodzą one wtedy, gdy dwie substancje złożone przekształcają się w dwa nowe związki chemiczne. Poniższy schemat obrazuje przebieg reakcji wymiany podwójnej:



Przykłady reakcji wymiany podwójnej	
Równanie reakcji chemicznej	Zapis słowny przebiegu reakcji
$\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{AgCl}$	chlerek sodu + azotan(V) srebra(I) –
$\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{NaCl}$	chlerek baru + siarczan(VI) sodu –

Podsumowanie

- Obok reakcji analizy i syntezy istnieje trzeci typ reakcji – reakcja wymiany.
- Reakcja wymiany jest przemianą podczas której następuje wymiana składników pomiędzy reagującymi substancjami. Przebiega ona według schematu:
 $\text{substrat}_1 + \text{substrat}_2 \rightarrow \text{produkt}_1 + \text{produkt}_2$.

- Reakcje wymiany można podzielić na dwie grupy: reakcje wymiany pojedynczej i reakcje wymiany podwójnej.
- Reakcja wymiany pojedynczej to przemiana podczas której dwa substraty (pierwiastek i związek chemiczny) przekształcają się w dwa produkty (nową substancję prostą i złożoną).
- Reakcja wymiany podwójnej jest przemianą podczas której dwie substancje złożone przekształcają się w dwie nowe substancje złożone (związki chemiczne).
- Reakcja redukcji (redukcja) jest przemianą chemiczną podczas której substancja złożona (tlenek) oddaje tlen. Reakcja ta jest przykładem reakcji wymiany.

Praca domowa

Polecenie 5.1

Korzystając z dowolnych materiałów (na przykład plasteliny, kasztanów, klocków, programów graficznych, itp.), wykonaj model przedstawiający przebieg reakcji wymiany pojedynczej i wymiany podwójnej.

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

Polecenie 5.2

Ołów występuje w przyrodzie głównie w postaci siarczku ołowiu(II) – PbS. Z tej substancji, w wyniku reakcji chemicznych, uzyskuje się ołów. W pierwszym etapie siarczek ołowiu(II) praży się na wolnym powietrzu. Podczas tego procesu związek ten reaguje z tlenem, a produktami reakcji są tlenek ołowiu(II) i tlenek siarki(IV). W dalszym etapie tlenek ołowiu(II) ogrzewa się w wysokiej temperaturze z węglem i otrzymuje się ołów oraz tlenek węgla(IV).

Na podstawie powyższych informacji zapisz dwa równania reakcji, prowadzące do uzyskania ołowiu z siarczku ołowiu(II). Wskaż równanie opisujące reakcję wymiany.

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

Słownik

reakcja redukcji (redukcja)

przemiana chemiczna podczas której substancja złożona (tlenek) oddaje tlen (współczesną interpretację tego pojęcia poznacie w trakcie nauki chemii w zakresie rozszerzonym)

reakcja wymiany

przemiana chemiczna podczas której z co najmniej dwóch substratów powstają co najmniej dwa produkty



reakcja wymiany podwójnej

przemiana podczas której dwie substancje złożone (związki chemiczne) przekształcają się w dwie nowe substancje złożone (związki chemiczne)

reakcja wymiany pojedynczej

przemiana podczas której dwa substraty (pierwiastek i związek chemiczny) przekształcają się w co najmniej dwa produkty (nową substancję prostą i złożoną)

Ćwiczenia

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Oceń, czy poniższe zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Każda reakcja chemiczna, w której powstają dwa produkty, jest reakcją wymiany.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reakcja wymiany jest przemianą, w której następuje wymiana składników pomiędzy reagującymi substancjami.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Substratami w reakcji wymiany nie mogą być dwa pierwiastki.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Źródło: Agnieszka Kamińska-Ostępa, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 2



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

Ćwiczenie 3

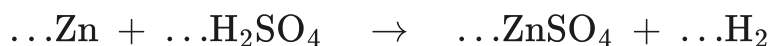


Źródło: Gromar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 4



Uzgodnij równanie reakcji wymiany. Wskaż ciąg liczb określających kolejne współczynniki stechiometryczne w równaniu reakcji:



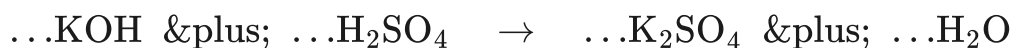
- 1, 1, 1, 1
- 2, 1, 2, 1
- 1, 2, 1, 2
- 2, 2, 2, 2
- 2, 3, 2, 3

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 5



Uzgodnij równanie reakcji wymiany. Wskaż ciąg liczb określających kolejne współczynniki stechiometryczne reakcji:



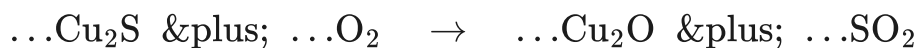
- 1, 1, 1, 1
- 2, 1, 2, 1
- 2, 1, 1, 2
- 1, 1, 1, 2
- 1, 2, 2, 1

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6



Uzgodnij równanie reakcji wymiany. Wskaż ciąg liczb określających kolejne współczynniki stechiometryczne reakcji:



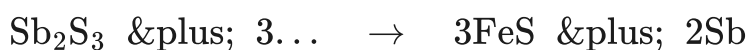
- 1, 2, 1, 2
- 1, 1, 1, 2
- 2, 3, 2, 2
- 1, 2, 1, 1
- 3, 2, 3, 3

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 7



Wskaż substrat, którego brak w uzgodnionym równaniu reakcji:



- SbO
- Sb
- Fe
- S
- FeS
- SO₃

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 8

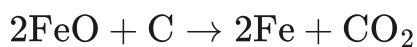


Źródło: epodreczniki.pl, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 9



The equation of a certain chemical reaction is shown below. Choose, what type of reaction does this belong to.

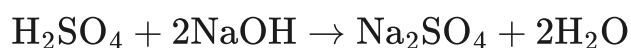


Źródło: Gromar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 10



The equation of a certain chemical reaction is shown below. Choose, what type of reaction does this belong to.



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

Bibliografia

Kulawik J., Kulawik T., Litwin M., *Podręcznik do chemii dla klasy siódmej szkoły podstawowej*, Warszawa 2020.

Łasiński D., Sporny Ł., Strutyńska D., Wróblewski P., *Podręcznik dla klasy siódmej szkoły podstawowej*, Kielce 2020.

Notatnik

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