



Co to jest aluminotermia?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Symulacja interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Co to jest aluminotermia?

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

Reakcje chemiczne posiadają szereg przeróżnych zastosowań. Dość ciekawym i efektownym przykładem są reakcje termitowe wykorzystywane m.in. w środkach bojowych w celu nagłego zniszczenia wyposażenia oraz w celach spawalniczych, tj. granaty, masy pirotechniczne. Czy wiesz, na czym polega taka reakcja? A może wiesz, czym jest aluminotermia?

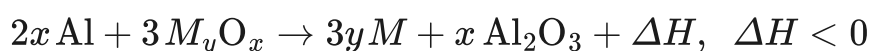
Twoje cele

- Zdefiniujesz pojęcia aluminotermii, termitu, reakcji termitowej.
- Zaproponujesz reakcje pozwalające na otrzymanie metalu w wyniku aluminotermii.
- Wymienisz zastosowanie aluminotermii.
- Ustalisz, czy dana reakcja przebiega na podstawie wykresu Ellinghama.

Przeczytaj

Czym jest aluminotermia?

Aluminotermia jest to proces egzotermiczny oparty na reakcji redukcji tlenków metali sproszkowanym glinem. W reakcjach tego typu dochodzi do utworzenia bardziej stabilnego tlenku glinu i odpowiedniego metalu reagującego tlenku. To typowy przykład reakcji termitowej utleniania-redukcji o ogólnym zapisie:



gdzie:

M – metal, który powstaje w wyniku redukcji jego tlenku glinem;

$M_y \text{O}_x$ – tlenek metalu;

ΔH – ciepło wydzielone w trakcie przebiegu reakcji.

Z racji wydzielania się dużych ilości ciepła w reakcji termitowej, stosowana jest ona do otrzymywania metali metodą otrzymywania produktu pośredniego z trwałego, mniej reaktywnego substratu, otrzymywania stopów, spawania, do produkcji materiałów ogniotrwałych i kompozytowych oraz przygotowania powłok ceramicznych rur metalicznych.

Spośród szeregu różnych przykładów reakcji, zaliczanych do aluminotermii, najbardziej popularna jest reakcja termitowa między tlenkiem żelaza(II, III) i glinem. Jest stosowana w spawaniu, produkcji kompozytów i produkcji powłok tlenku glinu w metalowych rurach, pod wpływem siły odśrodkowej.



Innymi przykładami tlenków wykorzystywanych w aluminotermii są np.: SiO_2 , CuO , ZnO , Mn_3O_4 . W reakcji tej możliwe jest zastosowanie wszystkich tlenków metali o większej niż Al_2O_3 entalpii swobodnej (energii swobodnej Gibbsa). Przykładowe wartości zostały zamieszczone w tabeli poniżej:

Entalpia swobodna dla reakcji utleniania miedzi, krzemu i glinu w różnych temperaturach

$T[\text{K}]$	$\Delta G_{\text{Cu}} \left[\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right]$	$\Delta G_{\text{Si}} \left[\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right]$	$\Delta G_{\text{Al}} \left[\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right]$
1073	-60,7	-719,2	-1336,6
1173	-52,1	-711,7	-1303,8
1273	-43,6	-684,2	-1271,2

Huang Z. J., Yang B., Cui H., Duan X. J., Zhang J. S., *Microstructure of designed Al matrix composites reinforced by combining in situ alloying elements and $\text{Al}_2\text{O}_3(p)$* , „Journal of Materials Science Letters” 2001, 20, s. 1749-1751.

Schematy Ellinghama

Reakcje samorzutne charakteryzują się ujemną wartością energii swobodnej Gibbsa ΔG . [Entalpia swobodna](#) jest równa różnicy zmiany entalpii ΔH z iloczynem temperatury bezwzględnej i zmiany entropii.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

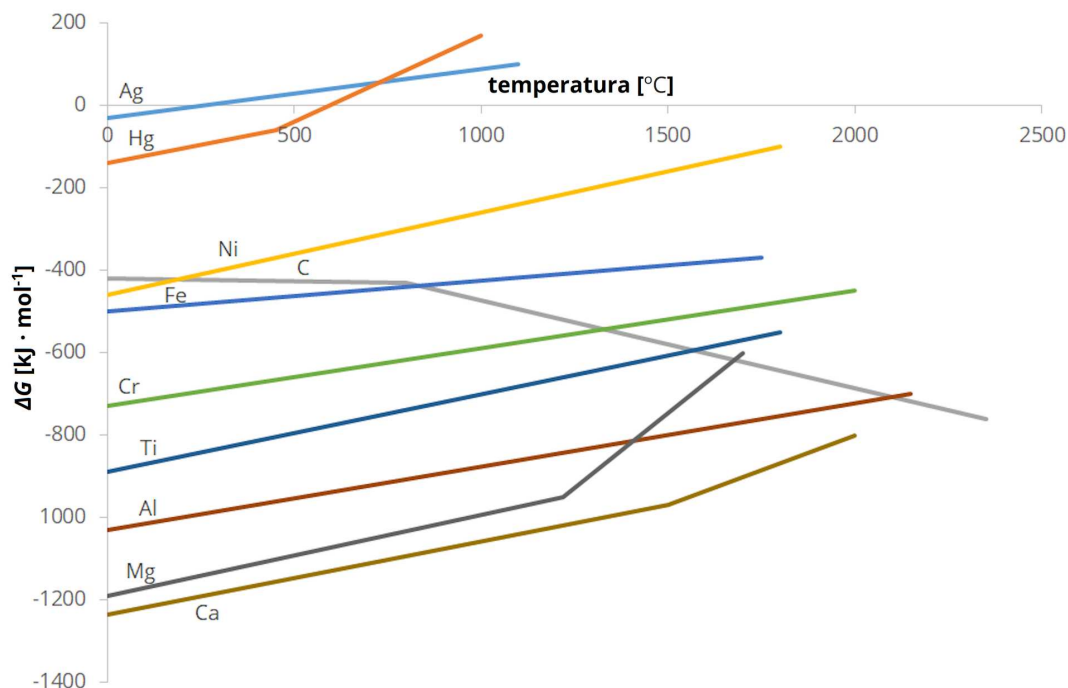


Diagram Ellinghama przedstawiający zmianę energii swobodnej Gibbsa ΔG z temperaturą dla tlenków (odniesioną w każdym przypadku do 1 mola tlenu).

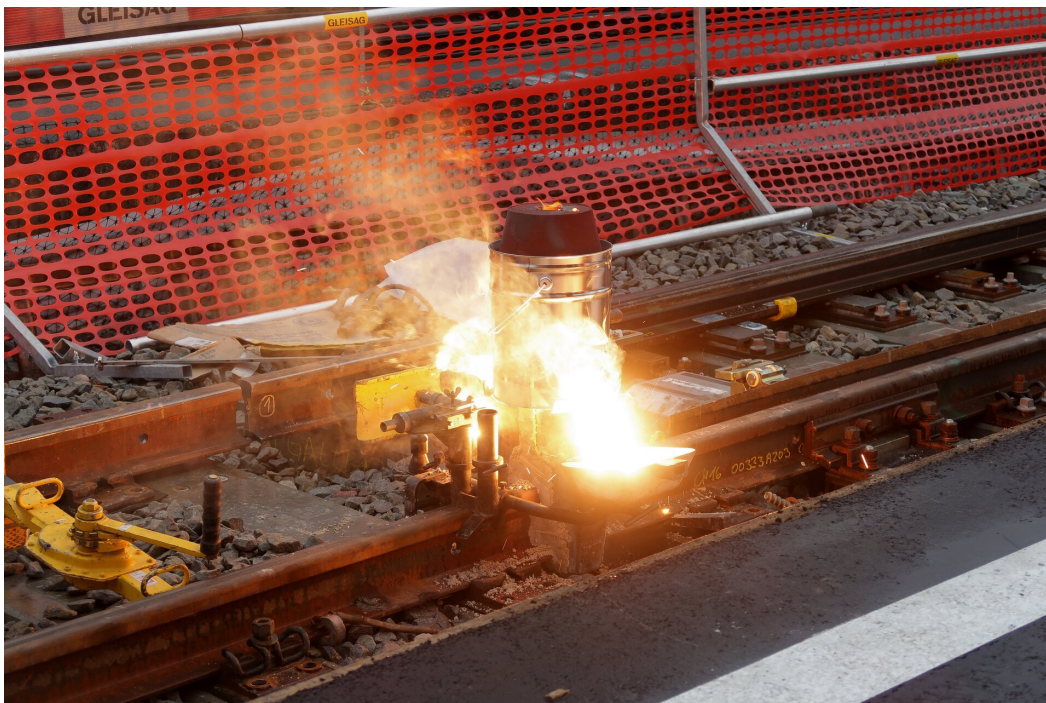
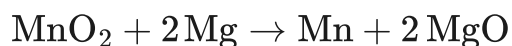
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

W przypadku rozpatrywania reakcji redukcji tlenków metali glinem, przydanym narzędziem są [schematy Ellinghama](#). Są to wykresy zależności zmiany energii swobodnej Gibbsa (przypadającej na mol tlenu) od temperatury, dla różnych przykładów reakcji utleniania metali do tlenków. Na tym wykresie zmiany przebiegają prostoliniowo, przegięcia wykresu oznaczają przemiany fazowe, tj. topnienie, parowanie. Przykładowo dla rtęci można zaobserwować wartość 356°C – wówczas rtęć wrze. Jeśli prosta na wykresie przecina linię 0 (zmiana entalpii swobodnej Gibbsa staje się dodatnią), a powstały tlenek jest nietrwały dla tej temperatury (i powyżej). Na tym wykresie dany metal redukuje wszystkie tlenki metali, które znajdują się nad nim (ΔG maleje). Zatem Al redukuje FeO, CrO oraz NiO.

Ciekawostka

W wyniku reakcji termitowej otrzymywane jest żelazo i tlenek glinu. Jest to reakcja wysoce [egzotermiczna](#), która osiąga nawet 3000°C, dzięki czemu możliwe jest stopienie żelaza i otrzymanie go w czystej postaci. Termit wykorzystywany jest do spawania np. torów kolejowych, czy jako dodatek w środkach bojowych. Zainicjowanie reakcji termitowej następuje przy użyciu wysokiej temperatury (ok.

1000°C), co może nastąpić poprzez inną reakcję, np. reakcję wymiany między tlenkiem manganu(IV) a magnezem:



Spawanie aluminotermiczne torów

Źródło: Kecko, dostępny w internecie: www.flickr.com, licencja: CC BY 2.0.

Ciepło wydzielane w powyższej reakcji pozwala na zainicjowanie pożądanej reakcji termitowej.

Słownik

aluminotermia

(łac. *aluminium* „glin”, gr. *θέρμη* (*thérme*) „ciepło”) proces metalurgiczny polegający na otrzymywaniu metali/niemetali na skutek redukcji ich tlenków glinem; jest to reakcja termitowa, w wyniku której wydzielają się duże ilości ciepła

entalpia swobodna

(gr. *ἐν θάλπειν* (*en thalpein*) „grzać wewnątrz”) funkcja Gibbsa; wielkość pozwalająca na określenie samorzutności procesu fizycznego lub reakcji

chemicznej

termit

mieszanina sproszkowanego glinu z tlenkiem żelaza

reakcja termitowa

reakcja egzotermiczna, której towarzyszy świecenie; w wyniku tej reakcji otrzymywany jest tlenek glinu i płynne żelazo

reakcja redukcji

proces, w wyniku którego atom lub grupa atomów zmienia stopień utlenienia z wyższego na niższy

reakcja egzotermiczna

reakcja, w wyniku której wydzielą się ciepło

schemat Ellinghama

diagram pokazujący zależność temperaturową dla stabilności związków (tlenków, siarczków), pozwalający na ocenę możliwości redukcji tych związków

Bibliografia

Encyklopedia PWN

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

Symulacja interaktywna

Polecenie 1

Zapoznaj się z symulacją, która pozwoli Ci zainicjować reakcje otrzymywania metali na drodze aluminotermii, a następnie odpowiedz na pytania w **ćwiczeniach nr 1-3**.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/Dqwkk035T>

Symulacja interaktywna pt. „*Co to jest aluminotermia*”

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

Ćwiczenie 1

Wyjaśnij, na czym polega aluminotermia.

Ćwiczenie 2

Reakcja termitowa do zainicjowania wymaga wysokiej temperatury rzędu 1000°C. Odpowiedz, w jaki sposób można ją otrzymać.

Ćwiczenie 3

Odpowiedz, jakim typem reakcji (egzo czy endo) są reakcje w aluminotermii.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij luki w tekście.

Proces metalurgiczny oparty na reakcji tlenków metali sproszkowanym to . W reakcjach tego typu dochodzi do utworzenia bardziej stabilnego i odpowiedniego stopionego . Reakcja ta jest reakcją silnie . W wyniku jej przebiegu wydzielają się znaczne ilości oraz . Znajduje zastosowanie w spawaniu, produkcji oraz .

utleniania

tlenku glinu

redukcji

wymiany

światła

ciepła

stopów

materiałów ogniotrwałych

metalurgia

glinem

metalu

aluminotermia

żelazem

endotermiczna

egzotermiczną

Ćwiczenie 2



Określ poprawność poniższych zdań.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Aluminotermia służy do otrzymywania sproszkowanego glinu.	☐	☐
Reakcja termitowa to egzotermiczna reakcja utleniania-redukcji.	☐	☐
Aluminotermia pozwala na otrzymanie magnezu z tlenku MgO.	☐	☐
Termit to mieszanka sproszkowanego glinu i tlenku żelaza(III).	☐	☐

Ćwiczenie 3



Wskaż prawidłową odpowiedź.

Schemat Ellinghama pozwala:

- ☐ ocenić łatwość utleniania tlenków.
- ☐ ocenić łatwość redukcji tlenków i siarczków.
- ☐ ocenić łatwość utleniania tlenków i siarczków.
- ☐ ocenić łatwość redukcji tlenków.

Ćwiczenie 4



Wskaż prawidłową odpowiedź.

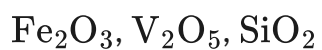
Wybierz tlenki, które ulegają reakcji redukcji sproszkowanym glinem:

- ☐ SiO_2 , CuO , ZnO , MgO
- ☐ SiO_2 , CaO , ZnO , Mn_3O_4
- ☐ SiO_2 , CuO , NO , Mn_3O_4
- ☐ SiO_2 , CuO , ZnO , Mn_3O_4

Ćwiczenie 5



Zapisz równanie reakcji przebiegającej w aluminotermii dla poniższych tlenków:



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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Aleksandra Marszałek-Harych, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Co to jest aluminotermia?

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

3) opisuje właściwości fizyczne i chemiczne glinu; wyjaśnia, na czym polega pasywacja glinu; tłumaczy znaczenie tego zjawiska w zastosowaniu glinu w technice.

Zakres rozszerzony

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

4) opisuje właściwości fizyczne i chemiczne glinu; wyjaśnia, na czym polega pasywacja glinu; tłumaczy znaczenie tego zjawiska w zastosowaniu glinu w technice.

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 pojęcia aluminotermii, termitu, reakcji termitowej;
- proponuje reakcje pozwalające na otrzymanie metalu w wyniku aluminotermii;
- wymienia zastosowanie aluminotermii;
- ustala, czy dana reakcja przebiega na podstawie wykresu Ellinghama.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- ćwiczenia uczniowskie;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- technika skala punktowa;
- technika zdań podsumowujących;
- symulacja interaktywna.

Formy pracy:

- praca indywidualna;

- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zainteresowanie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla zdjęcia (patrz materiały pomocnicze), na których pokazana jest aluminotermia np. spawanie torów kolejowych oraz termit. Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: „Co przedstawiają wyświetlone zdjęcia”?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie: Czym jest aluminotermia?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Powrót do fazy wstępnej. Jeśli uczniowie mieli problem z udzieleniem odpowiedzi na postawione pytania, nauczyciel prosi ich o zapoznanie się z treścią e-materiału i wyszukanie odpowiedzi, po czym chętni uczniowie podają na forum poprawne odpowiedzi.
2. Nauczyciel dzieli losowo uczniów na cztery grupy. Każda z grup ma za zadanie w oparciu o diagram Ellinghama, zawarty w e-materiale, ustalić czy wylosowany

tlenek metalu (losy to kolorowe karteczki, które pobierają od nauczyciela) może być zredukowany przy użyciu glinu? Jeśli tak zapisują odpowiednie równania reakcji oraz odszukują i wypisują zastosowania, w których można by było wykorzystać wskazane reakcje. Równania reakcji uczniowie z poszczególnych grup zapisują na tablicy. Uczniowie mogą korzystać z dostępnych źródeł informacji.

3. Uczniowie analizują w parach symulację interaktywną zawartą w e-materiale i na jej podstawie wykonują zawarte w medium ćwiczenia.
4. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują zadania. Nauczyciel może wyświetlić treść poleceń na tablicy multimedialnej. Po każdym przeczytanym poleceniu nauczyciel daje uczniom określony czas na zastanowienie się, a następnie chętny uczeń z danej pary udziela odpowiedzi/prezentuje rozwiązanie na tablicy. Pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej, proponując ewentualnie swoje pomysły. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej. Ćwiczenia, których uczniowie nie zdążą wykonać podczas lekcji mogą być zlecone do wykonania w ramach pracy domowej.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel prosi, aby uczniowie na kartkach wypisali wszystkie poruszone w dzisiejszej lekcji wątki. Następnie, do każdego podtematu mają narysować skalę od zera do dziesięciu i zaznaczyć, na ile oswoił dany wątek. Skala zerowa oznacza, że uczeń nadal pewnych kwestii nie rozumie, skala 10 – rozumie wszystko i potrafi daną wiedzę wykorzystać, natomiast skala 5 będzie oznaczać, że uczeń czuje się jeszcze niepewnie. Po narysowaniu skal kilku wybranych uczniów dzieli się na forum klasy swoimi wynikami. W przypadku skal mniejszych niż 10 prowadzący pyta, co można zrobić, żeby oceny były jeszcze wyższe.
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Dziś nauczyłam/łem się...

- Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – sprawdź się, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Symulacja pozwoli uczniom na utrwalenie wiedzy dotyczącej tematu oraz będzie użytecznym medium pokazującym krok po kroku w jaki sposób można przeprowadzić reakcję termitową.

Materiały pomocnicze:

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

- Czym jest aluminotermia?
- Co jest produktem każdej reakcji w aluminotermii?
- Czy termit to mieszanina łatwo ulegająca zapaleniu?
- W jaki sposób można zapalić mieszaninę termitową?
- Do czego wykorzystywana jest aluminotermia?

2. Nauczyciel przygotowuje kolorowe karteczki z napisami tlenków do rozlosowania (pkt. 2 w fazie realizacyjnej).

3. Zdjęcia: aluminotermia – spawanie szyn oraz termit:

Plik o rozmiarze 404.37 KB w języku polskim