

# Reakcje metali z kwasami

Reakcje metali z kwasami mają złożony przebieg i w literaturze są różnie opisywane. W artykule zamieszczono wyciąg reakcji z kilku podręczników chemii nieorganicznej i analitycznej, ilustrujący ten ważny problem.

■ MARIUSZ ŁUKASZEWSKI

Reakcje metali z kwasami stanowią kanon kształcenia chemicznego. Już w gimnazjum uczniowie poznają sposoby otrzymywania soli, a wśród nich reakcje takich metali, jak np.: magnez, cynk czy sód, z najpopularniejszymi kwasami. W szkole ponadgimnazjalnej zwiększa się liczba metali, których właściwości uczniowie muszą poznać, a ponadto młodzież dowiaduje się, że nie zawsze w reakcjach tych utleniaczem jest proton. Tymczasem redukcja anionów kwasów tlenowych może przebiegać stopniowo, prowadząc do mieszaniny produktów, której skład zależy od warunków prowadzenia przemiany.

Reakcja	A. Bielański: <i>Podstawy chemii nieorganicznej</i> , Wyd. III, PWN, Warszawa 1997.	<i>Chemia nieorganiczna</i> , red. L. Kolditz, Wyd. I, PWN, Warszawa 1994.	J. D. Lee: <i>Zwięzła chemia nieorganiczna</i> , Wyd. IV, PWN, Warszawa 1997.	Z.S. Szmal, T. Lipiec: <i>Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej</i> , Wyd. VII, PZWL, Warszawa 1997.	W. Trzebiatowski: <i>Chemia nieorganiczna</i> , Wyd. V, PWN, Warszawa 1969.
Cu + HNO <sub>3</sub>	Ulega działaniu kwasu azotowego → NO [str. 657, 663, 943; podane równanie reakcji, ale nie różni się reakcji z kwasem rozcieńczonym i stężonym]	Przy dużym stężeniu kwasu → NO <sub>2</sub> , przy małym → NO. [str. 470; podane równania reakcji]	Z rozcieńczonym → NO, ze stężonym → NO <sub>2</sub> . [str. 221, 225, 376; podane równania reakcji]	Najlepiej roztwarza się w rozcieńczonym HNO <sub>3</sub> → NO. [str. 140, 222; podane równanie reakcji, brak informacji o reakcji z kwasem stężonym]	Reaguje → NO. [str. 250, 460, 465; podane równanie reakcji, brak informacji o stężeniu kwasu]
Ag + HNO <sub>3</sub>	Ulega działaniu kwasu azotowego (analogicznie do miedzi) [str. 663, 943; brak równań reakcji, nie różni się reakcji z kwasem rozcieńczonym i stężonym]	Rozpuszcza się w średnio stężonym kwasie azotowym → NO. [str. 646; podane równanie reakcji]	Roztworza się w stężonym HNO <sub>3</sub> . [str. 376; nie podano równania reakcji ani gazowego produktu]	Roztworza się. [str. 192; nie podano równania reakcji, gazowego produktu ani informacji o stężeniu kwasu]	Reaguje → NO. [str. 460, 466; podane równanie reakcji, brak informacji o stężeniu kwasu]
Cu + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ulega działaniu stężonego gorącego kwasu siarkowego → SO <sub>2</sub> [str. 944; podane równanie reakcji]	Gorący stężony kwas siarkowy szybko utlenia miedź. [str. 528, 634; podane równanie reakcji]	Reaguje z H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . [str. 376; brak równań reakcji, nie podano gazowych produktów, brak informacji o wpływie stężenia kwasu]	Nie roztwarza się w rozcieńczonym H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , roztwarza się po podgrzaniu z wydzieleniem SO <sub>2</sub> . [str. 222; podane równanie reakcji]	Rozpuszcza się w stężonym H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> tylko na gorąco → SO <sub>2</sub> . [str. 209, 460, 465; podane równanie reakcji]

Ag + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ulega działaniu stężonego gorącego kwasu siarkowego (analogicznie do miedzi) <i>[str. 944; brak równania reakcji]</i>	Rozpuszcza się w gorącym stężonym kwasie siarkowym. <i>[str. 646; nie podano równania reakcji ani gazowego produktu]</i>	Roztwarza się w gorącym stężonym H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . <i>[str. 376; brak równań reakcji, nie podano gazowych produktów]</i>	Roztwarza się w stężonym H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> na gorąco, nie reaguje z kwasem rozcieńczonym. <i>[str. 192; nie podano równania reakcji ani gazowego produktu]</i>	Rozpuszcza się w stężonym H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> tylko na gorąco → SO <sub>2</sub> . <i>[str. 460, brak równania reakcji]</i>
Hg + HNO <sub>3</sub>	Reaguje z kwasem azotowym. Pod działaniem rozcieńczonego HNO <sub>3</sub> na nadmiar rtęci powstaje Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> i NO. <i>[str. 961, 967; podane równanie reakcji]</i>	Roztwarza się w kwasie azotowym → Hg(II); nadmiar Hg w średnio stężonym HNO <sub>3</sub> → Hg(I). <i>[str. 668, 671, 674; brak równań reakcji, nie podano gazowych produktów reakcji]</i>	Rtęć roztwarza się w kwasach utleniających. <i>[str. 385, brak równań reakcji, nie podano gazowych produktów]</i>	W zależności od ilości rtęci powstaje NO i Hg(I) lub Hg(II). <i>[str. 196; podane równania reakcji]</i>	Rozpuszcza się – wobec nadmiaru Hg w kwasie rozcieńczonym → Hg(II); w nadmiarze HNO <sub>3</sub> → Hg(II). <i>[str. 479, 486; brak równań reakcji i informacji o gazowych produktach]</i>
Fe + HNO <sub>3</sub>	Zimny rozcieńczony kwas azotowy roztwarza żelazo do Fe(II), w kwasie stężonym lub gorącym tworzy się Fe(III). Pasywacja w silnie stężonym kwasie. <i>[str. 664, 908; brak równań reakcji, nie podano gazowych produktów reakcji]</i>	Roztwarza się w zimnym rozcieńczonym HNO <sub>3</sub> → Fe(II), w gorącym i bardziej stężonym → Fe(III), pasywacja w stężonym HNO <sub>3</sub> . <i>[str. 470, 792; brak równań reakcji, nie podano gazowych produktów reakcji]</i>	W rozcieńczonym HNO <sub>3</sub> → Fe(III) + H <sub>2</sub> , w stężonym - pasywacja. <i>[str. 350]</i>	ogólna informacja: roztwarza się w rozcieńczonych kwasach z wydzielaniem wodoru. <i>[str. 252; brak równań reakcji]</i>	Stężony HNO <sub>3</sub> nie rozpuszcza Fe – pasywacja; Fe rozpuszcza się w kwasie rozcieńczonym → Fe(II). <i>[str. 257, 583; brak równania reakcji i informacji o gazowych produktach]</i>
Fe + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Powstaje Fe(II) z wydzielaniem wodoru. <i>[str. 908; brak równania reakcji i informacji o wpływie stężenia kwasu]</i>	Pasywacja w stężonym kwasie siarkowym. <i>[str. 792]</i>	ogólna informacja: w kwasach utleniających powstają jony Fe <sup>3+</sup>	ogólna informacja: roztwarza się w rozcieńczonych kwasach z wydzielaniem wodoru. <i>[str. 252; brak równań reakcji]</i>	W rozcieńczonym H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> → Fe(II). <i>[str. 583; brak równania reakcji i informacji o zachowaniu wobec kwasu stężonego]</i>
Al + HNO <sub>3</sub>	Ulega łatwo działaniu rozcieńczonego kwasu azotowego, pasywacja w stężonym. <i>[str. 664; nie podano równania reakcji ani gazowego produktu]</i>	Rozpuszczalny w rozcieńczonym HNO <sub>3</sub> , pasywacja w stężonym. <i>[str. 470; brak równań reakcji, nie podano gazowych produktów reakcji]</i>	brak informacji	Nie roztwarza glinu wskutek pasywacji. <i>[str. 246]</i>	Stężony HNO <sub>3</sub> nie rozpuszcza Al – pasywacja; Al rozpuszcza się w kwasie rozcieńczonym. <i>[str. 257, 416; brak równania reakcji i informacji o gazowych produktach]</i>
Zn + HNO <sub>3</sub>	ogólna informacja: Dobrze roztwarza się w kwasach mineralnych. <i>[str. 960]</i>	brak informacji	ogólna informacja: reaguje z rozcieńczonymi kwasami z wydzielaniem H <sub>2</sub> . <i>[str. 385]</i>	ogólna informacja: roztwarza się łatwo w kwasach z wydzielaniem H <sub>2</sub> . <i>[str. 265]</i>	Zależnie od stężenia kwasu wydziela się NO lub NO <sub>2</sub> . <i>[str. 479; podane równania reakcji oraz że podobnie reagują Cu, Hg i Ag]</i>
Cr + kwas	Roztwarza się w kwasie siarkowym i solnym na zimno. Ulega łatwo pasywacji pod wpływem kwasu azotowego, nie roztwarza się w HNO <sub>3</sub> na zimno. <i>[str. 873-874; brak równań reakcji i infor-</i>	Rozpuszczalny w rozcieńczonym HNO <sub>3</sub> , pasywacja w stężonym. <i>[str. 470; brak równań reakcji, nie podano gazowych produktów reakcji]</i> ale na str.729: nie rozpuszcza się, wskutek pasywacji, w rozcieńczonym i stężonym HNO <sub>3</sub> .	Roztwarza się w HCl i H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , w HNO <sub>3</sub> – pasywacja. <i>[str. 329; brak równań reakcji, nie podano gazowych produktów reakcji]</i>	W kwasach utleniających (stęż. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> i HNO <sub>3</sub> ) chrom nie roztwarza się – ulega pasywacji. <i>[str. 249]</i>	Pasywacja w stężonym HNO <sub>3</sub> . <i>[str. 257, 523]</i>

	macji o gazowych produktach]	Łatwo rozpuszcza się w kwasie solnym i rozcieńczonym kwasie siarkowym. [str. 729; brak równań reakcji i informacji o gazowych produktach]			
Reakcja	J. Minczewski, Z. Marczenko: <i>Chemia analityczna 1</i> , Wyd. VI, PWN Warszawa 1997.	M. Smolik, T. Korolewicz A. Dębska-Horecka: <i>Nieorganiczna analiza jakościowa</i> , Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1999.	T. Miłobędzki: <i>Szkola analizy jakościowej</i> , Wyd. II, PWN, Warszawa 1954.	K.M. Pazdro: <i>Chemia dla licealistów. Chemia nieorganiczna</i> , Wyd II, Oficyna Edukacyjna, Warszawa 1996.	A. Czerwiński, A. Czerwińska, M. Jelińska-Kazmierczuk, K. Kuśmierczyk: <i>Chemia 1</i> , WSiP, Warszawa 2002.
Cu + HNO <sub>3</sub>	Rozpuszcza się łatwo w kwasie azotowym (1+1) → NO. [str. 276; podane równanie reakcji]	Rozcieńczony → NO; stężony → NO <sub>2</sub> . [str. 63; podane równania reakcji]	Rozpuszcza się z wydzieleniem NO (także w stężonym). [str. 98-99; podane równanie reakcji]	W średnio stężonym HNO <sub>3</sub> → NO; w stężonym → NO <sub>2</sub> . [str. 57, 149; podane równania reakcji]	Rozcieńczony → NO; stężony → NO <sub>2</sub> . [str. 293, 296; podane równania reakcji]
Ag + HNO <sub>3</sub>	Rozpuszcza się w stężonym HNO <sub>3</sub> → NO. [str. 266; podane równanie reakcji]	W rozcieńczonym HNO <sub>3</sub> → NO. [str. 45; podane równanie reakcji, brak informacji o zachowaniu wobec stężonego kwasu]	Rozpuszcza się szybko w stężonym HNO <sub>3</sub> → NO. [str. 59; podane równanie reakcji, brak informacji o zachowaniu wobec kwasu rozcieńzonego]	Srebro reaguje dopiero ze stężonym HNO <sub>3</sub> → NO <sub>2</sub> . [str. 58, 149; podane równanie reakcji]	Reaguje ze stężonym HNO <sub>3</sub> → NO <sub>2</sub> . [str. 295; podane równanie reakcji, brak informacji o zachowaniu wobec kwasu rozcieńzonego]
Cu + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Rozpuszcza się łatwo w kwasie siarkowym → SO <sub>2</sub> . [str. 276; podane równanie reakcji]	Rozcieńczony – nie rozpuszcza miedzi; stężony → SO <sub>2</sub> . [str. 63; podane równanie reakcji]	Rozpuszcza się w gorącym stężonym H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> z wydzieleniem SO <sub>2</sub> . [str. 98-99; podane równanie reakcji]	Stężony H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> rozтворя miedź → SO <sub>2</sub> . [str. 56, 149; podane równanie reakcji]	Miedź jest odporna na działanie rozcieńzonego kwasu siarkowego [str. 291, 361] Ze stężonym H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> reaguje po ogrzaniu → SO <sub>2</sub> . [str. 325, 360, 361; podane równanie reakcji]
Ag + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Rozpuszcza się w gorącym stężonym H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> → SO <sub>2</sub> . [str. 266; podane równanie reakcji]	Rozcieńczony nie rozpuszcza srebra, stężony rozpuszcza → SO <sub>2</sub> . [str. 45; podane równanie reakcji]	Rozpuszcza się w stężonym ogrzanym H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> → SO <sub>2</sub> . [str. 59; podane równanie reakcji]	Stężony H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> rozтворя srebro → SO <sub>2</sub> . [str. 56, 149; podane równanie reakcji]	Nie reaguje z rozcieńczonym H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . [str. 292, 361; brak informacji o zachowaniu wobec kwasu stężonego]
Hg + HNO <sub>3</sub>	W kwasie azotowym (1+1) (wobec nadmiaru rtęci) → Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> + NO; w gorącym i stężonym → Hg <sup>2+</sup> + NO. [str. 268; podane równania reakcji]	Zimny, rozcieńczony wobec nadmiaru rtęci → Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> + NO; gorący, rozcieńczony, nadmiar kwasu → Hg <sup>2+</sup> + NO; gorący, stężony, nadmiar kwasu → Hg <sup>2+</sup> + NO <sub>2</sub> . [str. 49; podane równanie reakcji]	Rozpuszczalna w HNO <sub>3</sub> → Hg <sup>2+</sup> + NO. [str. 78, podane równanie reakcji, niesprecyzowane warunki reakcji] Na zimno z 20-30% HNO <sub>3</sub> → Hg <sup>2+</sup> + NO [str. 84, podane równanie reakcji]	Reaguje z wydzieleniem NO; w zależności od stężenia powstaje Hg(I) lub Hg(II). [str. 153; podane równanie reakcji]	brak informacji
Fe + HNO <sub>3</sub>	W kwasie azotowym (1+1) → Fe <sup>3+</sup> + NO; w stężonym – pasywacja. [str. 93, 305; podane równanie reakcji]	Zimny, rozcieńczony → Fe <sup>2+</sup> + NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ; gorący, rozcieńczony → Fe <sup>3+</sup> + NO; zimny, stężony – pasywacja. [str. 99; podane równania reakcji]	ogólna informacja: w kwasach rozpuszcza się z wydzieleniem wodoru tworząc jon Fe(II). [str. 151; brak równania reakcji]	Rozcieńczony → Fe <sup>2+</sup> + H <sub>2</sub> ; stężony HNO <sub>3</sub> na zimno pasywuje żelazo, na gorąco – roztwarzanie → Fe <sup>3+</sup> + NO. [str. 142; podane równanie reakcji]	W temperaturze pokojowej nie reaguje z HNO <sub>3</sub> – pasywacja. [str. 310, 373; równanie dla reakcji pasywacji, niesprecyzowane stężenie kwasu]

Fe + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	W rozcieńczonym H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> → Fe(II) + H <sub>2</sub> ; w stężonym na gorąco → Fe(III). [str. 305]	Rozcieńczony → Fe <sup>2+</sup> + H <sub>2</sub> ; zimny, stężony – pasywacja; gorący, stężony → Fe <sup>3+</sup> + SO <sub>2</sub> . [str. 99; podane równania reakcji]	Powstaje Fe(II) i wydzielają się wodór. [str. 151; podane równanie reakcji bez sprecyzowania stężenia kwasu]	Rozcieńczony H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> → Fe <sup>2+</sup> + H <sub>2</sub> ; stężony na zimno pasywuje żelazo, na gorąco – rozwarzanie → Fe <sup>3+</sup> + SO <sub>2</sub> . [str.56-57, 142; podane równania reakcji]	W rozcieńczonym H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> → Fe <sup>2+</sup> + H <sub>2</sub> ; w stężonym w temperaturze pokojowej – pasywacja. [str. 310, 326; podane równanie reakcji]
Al + HNO <sub>3</sub>	Ani rozcieńczony, ani stężony kwas azotowy na zimno nie rozpuszcza glinu – pasywacja. [str. 93, 314]	Pasywacja [str. 101; niesprecyzowane stężenie kwasu]	Pasywacja. [str. 176; bez podania stężenia kwasu]	Stężony HNO <sub>3</sub> nie reaguje z glinem nawet na gorąco. Glin jest również odporny na działanie rozcieńczonego HNO <sub>3</sub> w temperaturze pokojowej (pasywacja). [str. 127]	Pasywacja w stężonym HNO <sub>3</sub> . [str. 267-268, 374; równanie dla reakcji pasywacji, zachowanie wobec kwasu rozcieńczonego – niesprecyzowane]
Zn + HNO <sub>3</sub>	Powstają różne produkty (np. NH <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> O, NO), zależnie od stężenia HNO <sub>3</sub> . [str. 301-302; brak równań reakcji]	Bardzo rozcieńczony → NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ; *) rozcieńczony → NO; stężony → NO <sub>2</sub> . [str. 97; podane równania reakcji]	ogólna informacja: Rozpuszcza się w roztworach kwasów. [str. 184]	ogólna informacja: Zn rozwarza się dobrze w roztworach kwasów, wypierając z nich wodór. [str. 153]	Reaguje z HNO <sub>3</sub> → NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> . *) [str. 325, 373; podane równanie reakcji bez sprecyzowania stężenia kwasu]
Cr + kwas	Chrom rozpuszcza się w rozcieńczonym HCl lub H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> z wydzielaniem wodoru. W kwasach utleniających (stęż. HNO <sub>3</sub> , gorący stęż. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) – pasywacja. [str. 93, 316]	HCl – rozpuszcza chrom z wydzielaniem wodoru. Rozcieńczony H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – rozpuszcza → Cr <sup>3+</sup> (na powietrzu) lub Cr <sup>2+</sup> , stężony – pasywuje. Kwas azotowy nie rozpuszcza Cr – pasywacja. [str. 103; podane równania reakcji]	Rozpuszcza się w 2n HCl i H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , nie ulega działaniu stężonych H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> i HNO <sub>3</sub> – pasywacja. [str. 168; brak równań reakcji]	Odporny na działanie stężonych kwasów o właściwościach utleniających: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub> (pasywuje się). Reaguje z rozcieńczonym HCl lub H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> z wydzielaniem wodoru. [str. 135; podane równania reakcji]	Reaguje z rozcieńczonym H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . [str. 302]

\*) Podawana przez niektóre podręczniki informacja o tworzeniu NH<sub>4</sub><sup>+</sup> w reakcji Zn z HNO<sub>3</sub> jest najprawdopodobniej błędna; NH<sub>3</sub> powstaje w reakcji Zn z jonami NO<sub>3</sub><sup>-</sup> tylko w zasadowym środowisku (przypr. red.)

Wobec takiej różnorodności, czasem nawet sprzecznych informacji pojawiają się pytania: Jak wprowadzać na lekcjach chemii zagadnienia dotyczące reakcji metali z kwasami?

Jakie uproszczenia w tym zakresie są dopuszczalne, a które należy uznać za niedozwolone? Co można zilustrować odpowiednim eksperymentem, a które treści wprowadzać tylko teoretycznie? Czy szereg aktywności metali można utożsamiać z szeregiem elektrochemicznym?

Zapraszam Państwa do podzielenia się swoimi doświadczeniami i dyskusji na powyższy temat. □

**Mgr MARIUSZ ŁUKASZEWSKI**

jest doktorantem na Wydziale Chemii  
Uniwersytetu Warszawskiego.