



## Akumulatory Ni-Fe

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Animacja 3D
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



## Akumulatory Ni-Fe

Elektrody ujemne (żelazowe) akumulatorów Ni-Fe, w przeciwieństwie do akumulatorów Ni-Cd, nie mają tzw. „efektu pamięci”, a więc można je dowolnie rozładowywać i ładować.

Źródło: analogicus, dostępny w internecie: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), domena publiczna.

Akumulatory niklowo-żelazowe to akumulatory, w których katoda wykonana jest z niklu lub wodorotlenku niklu i grafitu, a anoda wykonana z żelaza lub tlenku żelaza(II) diżelaza(III). Prace na tym akumulatorze prowadził szwedzki naukowiec i twórca opatentowanego w 1899 roku akumulatora niklowo-kadmowego, **Waldemar Jungner**. Z kolei w 1901 roku został on unowocześniony i zastosowany przez **Thomasa Alwę Edisona** (1847 – 1931), genialnego samouka, wynalazcę i właściciela ponad stu patentów. Powiadał on: „*Jeśli czegoś nie można sprzedać, to nie warto o tym myśleć*”. Akumulator ten prawie od razu zamontowano w samochodzie elektrycznym, który na tych bateriach przejechał przeszło 1000 mil (1600 km). W porównaniu z bateriami niklowo-kadmowymi, akumulatory Ni-Fe mają wiele zalet. Żelazo jest uznawane za tani materiał elektrodowy, mający wyższą **pojemność teoretyczną** od kadmu i, w odróżnieniu od tego metalu, nie jest tak bardzo toksyczne.

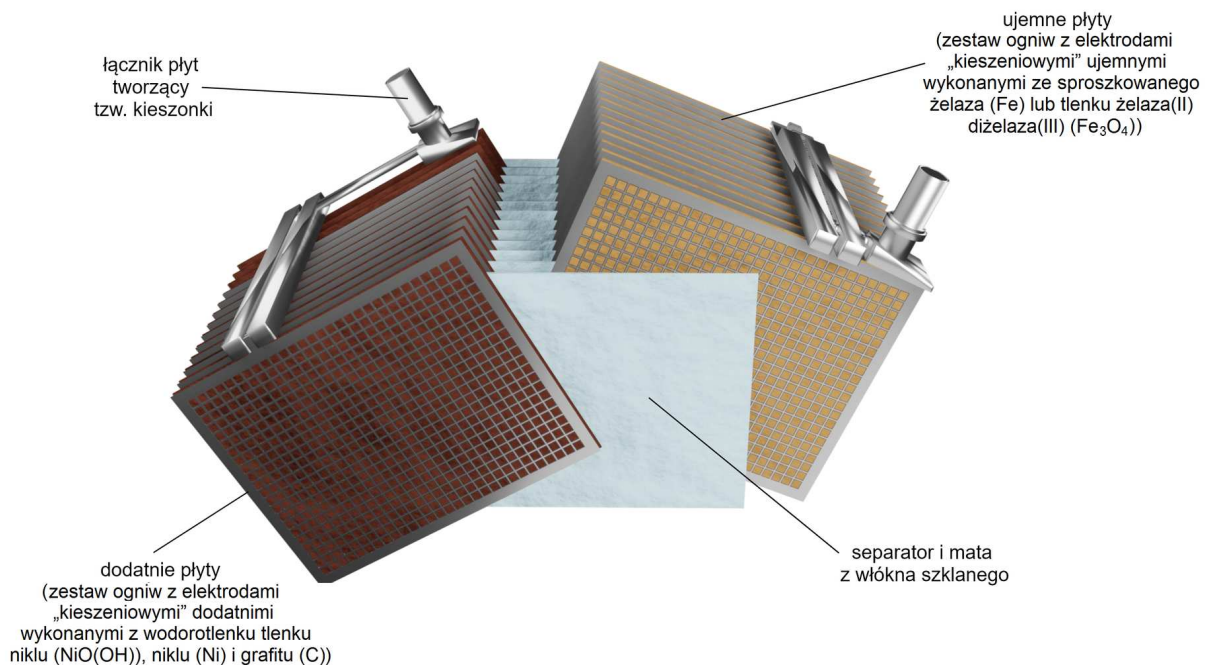
### Twoje cele

- Przeanalizujesz budowę akumulatora Ni-Fe.
- Wyjaśnisz procesy ładowania i rozładowywania.
- Przedstawisz wady i zalety akumulatora Ni-Fe.

# Przeczytaj

## Budowa akumulatora Ni – Fe

Akumulatory Ni – Fe są konstruowane w podobny sposób jak ogniwa Ni – Cd, z wykorzystaniem elektrolitu o podobnym składzie oraz tych samych elementów konstrukcyjnych. **Napięcie** pojedynczego ogniwa w temperaturze 25°C wynosi 1,4 V.



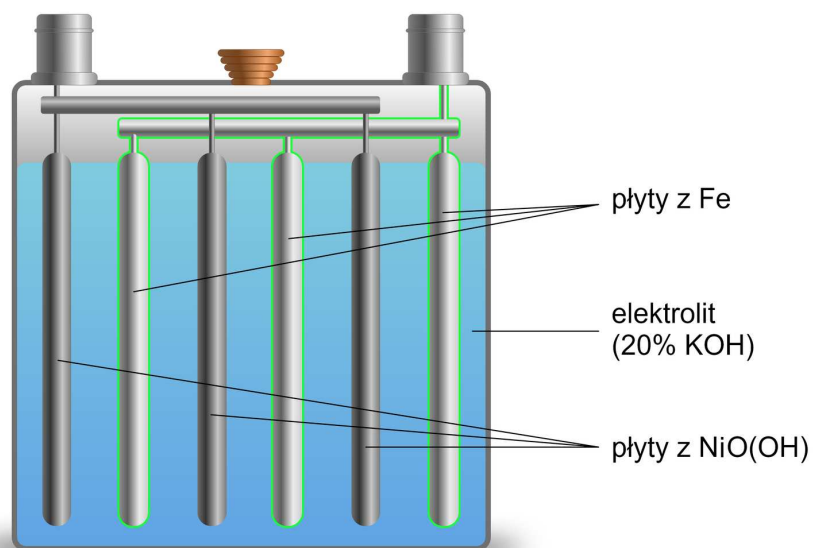
Schemat budowy akumulatora Ni-Fe

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

Budowa akumulatora:

- zbudowany jest z ogniw z elektrodami „kieszeniowymi”, najczęściej w postaci stalowych płyt kieszonkowych,
- elektroda dodatnia: wodorotlenek tlenek niklu ( $\text{NiO(OH)}$ ), nikiel (Ni) i grafit (C),
- elektroda ujemna: sproszkowane żelazo (Fe) lub tlenek żelaza(II) diżelaza(III) ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ),
- płyty dodatnie połączone są ze stalową obudową akumulatora,
- jako elektrolit stosowany jest ok. 20-procentowy roztwór wodorotlenku potasu (KOH) lub wodorotlenek litu (LiOH),
- substancje, takie jak kadm (Cd), tlenek kadmu (CdO), siarczek żelaza(II) ( $\text{FeS}$ ), są dodawane w celu zwiększenia możliwości odzyskiwania **pojemności** i przewodności

elektrycznej.

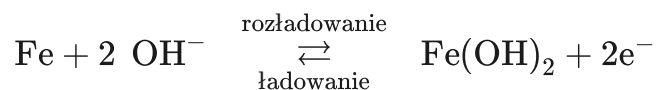


Schemat budowy ogniwa akumulatora Ni-Fe

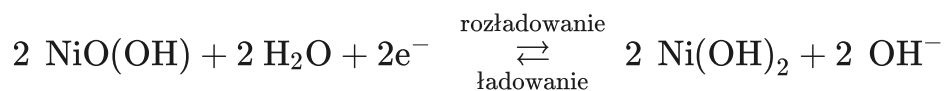
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Reakcje zachodzące w ogniwie:

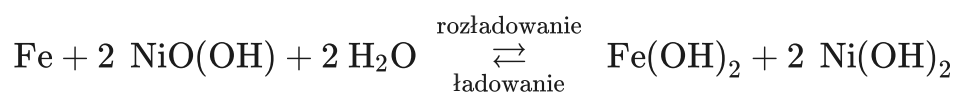
Anoda:



Katoda:



Reakcja sumaryczna ładowania i rozładowania zachodzi zgodnie z równaniem:



W czasie głębokiego rozładowania tworzą się związki Fe trójwartościowego typu  $\text{Fe(OH)}_4^-$ ,  $\text{Fe(OH)}_3$  lub  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

Zalety i wady akumulatora Ni – Fe

## Ćwiczenie 1

Spróbuj pogrupować, odpowiednio, zalety i wady akumulatora Ni – Fe.

### Zalety

prawie stałe napięcie w czasie rozładowywania

elektrody ujemne (żelazowe), w przeciwieństwie do akumulatorów Ni – Cd, nie mają tzw. „**efektu pamięci**”, a więc można je dowolnie rozładowywać i ładować

### Wady

dużo niższa cena magazynowania energii elektrycznej w porównaniu z akumulatorami niklowo-kadmowymi, nieco wyższa w porównaniu z akumulatorem ołowiowym

długi czas życia

mała wydajność ładowania ze względu na wydzielanie wodoru (zamiast redukcji żelaza)

słaba regeneracja ogniw

zawodność pracy w niskich temperaturach

wytrzymałość na przeładowania

niższe prądy rozładowania w porównaniu z ogniwami Cd – Ni

odporność na duże gęstości prądu w czasie ładowania i rozładowania

odporność na dużą liczbę cykli ładowania-rozładowania

ładowanie i rozładowanie

niezawodność przy prawidłowej obsłudze

niższa sprawność ładowania w porównaniu z akumulatorami Ni – Cd

znacznie mniejsze zagrożenie dla środowiska w porównaniu z ogniwami Ni – Cd

## Zastosowania akumulatora Ni – Fe



Akumulatory Ni-Fe znajdują zastosowanie jako zasilanie przenośnych urządzeń elektronicznych, zegarów, itp.

Źródło: dostępny w internecie: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), domena publiczna.

## Słownik

ogniwo galwaniczne

układ dwóch elektrod/półogniw umieszczonych w elektrolicie, między którymi zachodzą reakcje chemiczne i powstaje różnica potencjałów; połączenie ze sobą elektrod przewodem elektrycznym umożliwia przepływ prądu

### **napięcie elektryczne**

symbol napięcia „ $U$ ”; jest to różnica potencjałów elektrycznych między dwoma elektrodami

### **anoda**

w ogniwach galwanicznych, czyli źródłach prądu, jest to elektroda ujemna, przez którą prąd elektryczny wpływa do ogniwa w wyniku wypłynięcia ładunku ujemnego; w odbiornikach prądu elektrycznego anoda jest elektrodą dodatnią

### **katoda**

w ogniwach galwanicznych, czyli źródłach prądu, jest to elektroda dodatnia, przez którą prąd elektryczny wypływa z ogniwa w wyniku wpływania ładunku ujemnego

### **pojemność akumulatora**

ilość ładunku elektrycznego wyrażona w amperogodzinach (Ah), jaką może oddać w pełni sprawny i naładowany akumulator do osiągnięcia stanu normalnego wyładowania w temperaturze 25°C

### **pojemność teoretyczna**

pojemność akumulatora zmierzona w warunkach podanych przez producenta

### **efekt pamięci**

zjawisko typowe dla niektórych akumulatorów, powodujące utratę pojemności akumulatora, na skutek niewłaściwego i niepełnego ładowania i rozładowania akumulatora

## **Bibliografia**

Czerwiński A., *Akumulatory, baterie, ogniwa*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2005.

Linden D., Reddy T. B., *Handbook of batteries*, McGraw-Hill, New York 1993.

Gomółka J., Kowalczyk F., Franke A., *Współczesne chemiczne źródła prądu*, MON, Warszawa 1977.

Czerwiński A., *Akumulatory, baterie, ogniwa*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności,  
Warszawa 2005.



# Animacja 3D

---

## Polecenie 1

Czy wiesz, jak zbudowany jest akumulator niklowo-żelazowy? Czy znasz zasadę jego działania? Zapoznaj się z animacją, a następnie sprawdź swoją wiedzę i rozwiąż poniższe zadania.

### AKUMULATORY NIKLOWO-ŻELAZOWE



Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/Df1spYK>

Animacja pt. „Akumulatory Ni-Fe”

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

Film nawiązujący do treści materiału - przybliży wiedzę na temat akumulatorów niklowo-żelazowych.

---

## Ćwiczenie 1

Zaznacz, co jest materiałem katodowym akumulatora Ni – Fe.

sproszkowane żelazo

kadm

żelazo

wodorotlenek tlenku niklu

## Ćwiczenie 2

Zaznacz, co jest elektrolitem akumulatora Ni – Fe.

siarczan(VI) amonu

kwas solny (chlorowodorowy)

wodorotlenek potasu

sole litowe

## Ćwiczenie 3

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

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Wybierz, co nie jest elementem składowym akumulatora Ni-Fe.

KOH

NiO(OH)

Fe

Cd

## Ćwiczenie 2



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

## Ćwiczenie 3



Zaznacz, co następuje w czasie głębokiego rozładowania akumulatora Ni-Fe (więcej niż jedna odpowiedź może być prawdziwa).

powstawanie nierozpuszczalnych siarczanów(VI)

wydzielanie azotu

powstawanie nierozpuszczalnych wodorotlenków

zmiana gęstości elektrolitu

spadek pojemności akumulatora

## Ćwiczenie 4



Oceń prawdziwość wiadomości o akumulatorach Ni-Fe.

Informacja	Prawda	Fałsz
są odporne na mrozy	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
trudno ocenić ich stan naładowania	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ich katodę stanowi żelazo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
nie ma efektu „pamięci”	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
są alkalicznymi źródłami energii	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
są niebezpieczne dla środowiska	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Ćwiczenie 5



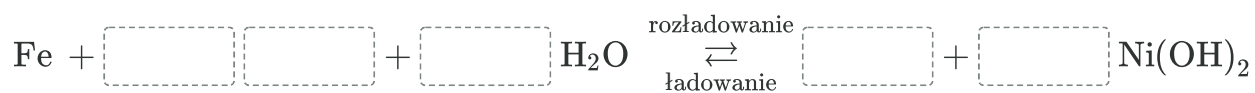
Wymień co najmniej 2 dodatkowe składniki elektrod, dodawane w celu polepszenia parametrów akumulatorów Ni – Fe.

Odpowiedź:

## Ćwiczenie 6



Uzupełnij równanie reakcji.



## Ćwiczenie 7



Napisz równanie reakcji chemicznej, zachodzącej na katodzie podczas ładowania akumulatora Ni – Fe.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 8



Zapisz, jak będzie wyglądać sumaryczne równanie reakcji ładowania i rozładowania podczas głębokiego rozładowania akumulatora Ni – Fe, jeżeli dominującym składnikiem rozładowania anody będzie  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

Odpowiedź 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:** Krzysztof Błaszczak, Marcin Maćkiewicz

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** Akumulator Ni-Fe

**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

IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Uczeń:

5) opisuje budowę, działanie i zastosowanie współczesnych źródeł prądu stałego (np. akumulator, bateria, ogniwo paliwowe).

Zakres rozszerzony

IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Uczeń:

10) opisuje budowę, działanie i zastosowanie współczesnych źródeł prądu stałego (np. akumulator, bateria, ogniwo paliwowe).

### Kształtowane kompetencje kluczowe:

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

### Cele operacyjne:

**Uczeń:**

- opisuje budowę akumulatora Ni-Fe;
- opisuje procesy ładowania i rozładowywania;
- wymienia wady i zalety akumulatora Ni-Fe.

### Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

### **Metody i techniki nauczania:**

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

### **Formy pracy:**

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

### **Środki dydaktyczne:**

- komputery z głośnikami, słuchawkami i z dostępem do internetu/smartfony, tablety;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica;
- rzutnik multimedialny;
- aplikacja Mentimeter;
- aplikacje Kahoot lub Quizizz.

### **Przebieg zajęć**

#### **Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom przykładowe pytania: Co wiecie o akumulatorze Ni-Cd? Gdzie się z nim można spotkać?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pojęcia anoda i katoda: Czym jest i jaką rolę pełni anoda i katoda w ogniwach galwanicznych? Nauczyciel może wykorzystać aplikację Mentimeter z użyciem smartfonów/tabletów.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

#### **Faza realizacyjna:**

1. Uczniowie samodzielnie analizują treści w e-materiale – budowę akumulatora Ni-Fe, procesy zachodzące podczas jego pracy.
2. Nauczyciel odsyła uczniów do animacji – budowa i zasada działania akumulatora na poziomie mikroświata – praca w parach. Nauczyciel zadaje przykładowe pytania,, na które uczniowie w materiale źródłowym poszukują odpowiedzi: Z jakich elementów

zbudowany jest akumulator? Co stanowi elektrodę dodatnią i elektrodę ujemną? Jakiej substancji używa się jako elektrolitu? Jakie substancje dodaje się w celu zwiększenia możliwości odzyskiwania pojemności i przewodności elektrycznej. Jak działa akumulator na poziomie mikroświata? Po minionym czasie nauczyciel inicjuje dyskusję w nawiązaniu do budowy akumulatora i procesów w nim zachodzących.

3. Uczniowie losowo dzieleni są na trzy grupy, rozdaje arkusze A4, mazaki. Zadaniem każdej grupy będzie popisanie elementu akumulatora (na schemacie) w oparciu o dostępne źródła informacji, w tym e-materiał. Po zakończonej pracy liderzy grup omawiają na forum klasy wskazany element. Nauczyciel weryfikuje poprawność merytoryczną. Zadaniem każdej grupy będzie:

- grupa 1 – podpisanie anody i napisanie reakcji ładowania i rozładowania;
- grupa 2 – podpisanie katody i napisanie reakcji ładowania i rozładowania;
- grupa 3 – wypisanie dodatków stosowanych do elektrod celem polepszenia ich parametrów.

5. Uczniowie analizują treści zawarte w dostępnych źródłach informacji, w tym e-materiale – zalety i wady akumulatorów Ni-Fe, po czym nauczyciel inicjuje dyskusję: Co można uznać za mocną stronę, a co jest słabą stroną akumulatorów Ni-Fe?

6. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – sprawdź się.

### **Faza podsumowująca:**

1. Na zakończenie zajęć nauczyciel zadaje uczniom pytania: Z jakich materiałów zbudowana jest anoda i katoda w akumulatorze Ni-Fe? Jak zbudowany jest akumulator Ni-Fe? Jakie są stosowane elektrolity w akumulatorach Ni-Fe? Jakie ma zalety akumulator Ni-Fe? Jakie ma wady akumulator Ni-Fe? Nauczyciel może też przygotować quiz i wykorzystać do tego aplikację Kahoot lub Quizizz z zastosowaniem smartfonów lub tabletów.

2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:

- Przypomniałem/łam sobie, że...
- Co było dla mnie łatwe...
- Czego dziś się nauczyłem/łam...
- Co sprawiało mi trudność...

### **Praca domowa:**

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w e-materiale – sprawdź się.

### **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:**



Animacja może być wykorzystana przez uczniów w fazie przygotowania do lekcji oraz przez uczniów nieobecnych na lekcji celem uzupełnienia luk kompetencyjnych.

**Materiały pomocnicze:**

1. Nauczyciel przygotowuje schemat akumulatora bez podpisanych elementów i rozdaje każdej grupie.
2. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
  - Z jakich materiałów zbudowana jest anoda i katoda w akumulatorze Ni-Fe?
  - Jak zbudowany jest akumulator Ni-Fe?
  - Jakie są stosowane elektrolity w akumulatorach Ni-Fe?
  - Jakie ma zalety akumulator Ni-Fe?
  - Jakie ma wady akumulator Ni-Fe?
3. Arkusze papieru A4, mazaki.