

# Systemy wbudowane

## Rzecz o akumulatorach

Przemek Błaśkiewicz

6 czerwca 2019

# Podstawowe parametry akumulatora

- napięcie znamionowe (V)
- pojemność (Ah)
- gęstość mocy (W/kg, W/l) – gęstość energii (J/kg)
- żywotność (cykle)
- warunki składowania
- chemia przewodnika, katalizatora, elektrody...

# Podstawowe parametry akumulatora

- napięcie znamionowe (V)
- pojemność (Ah)
- gęstość mocy (W/kg, W/l) – gęstość energii (J/kg)
- żywotność (cykle)
- samorozładowanie
- chemia (zasadowe, kwasowe, jakie elektrody...)
- ...

# Podstawowe parametry akumulatora

- napięcie znamionowe (V)
- pojemność (Ah)
- gęstość mocy (W/kg, W/l) – gęstość energii (J/kg)
- żywotność (cykle)
- samorozładowanie
- chemia (zasadowe, kwasowe, jakie elektrody...)
- ...

# Podstawowe parametry akumulatora

- napięcie znamionowe (V)
- pojemność (Ah)
- gęstość mocy (W/kg, W/l) – gęstość energii (J/kg)
- żywotność (cykle)
- samorozładowanie
- chemia (zasadowe, kwasowe, jakie elektrody...)
- ...

# Podstawowe parametry akumulatora

- napięcie znamionowe (V)
- pojemność (Ah)
- gęstość mocy (W/kg, W/l) – gęstość energii (J/kg)
- żywotność (cykle)
- samorozładowanie
- chemia (zasadowe, kwasowe, jakie elektrody...)
- ...

# Podstawowe parametry akumulatora

- napięcie znamionowe (V)
- pojemność (Ah)
- gęstość mocy (W/kg, W/l) – gęstość energii (J/kg)
- żywotność (cykle)
- samorozładowanie
- chemia (zasadowe, kwasowe, jakie elektrody...)
- ...

# Podstawowe parametry akumulatora

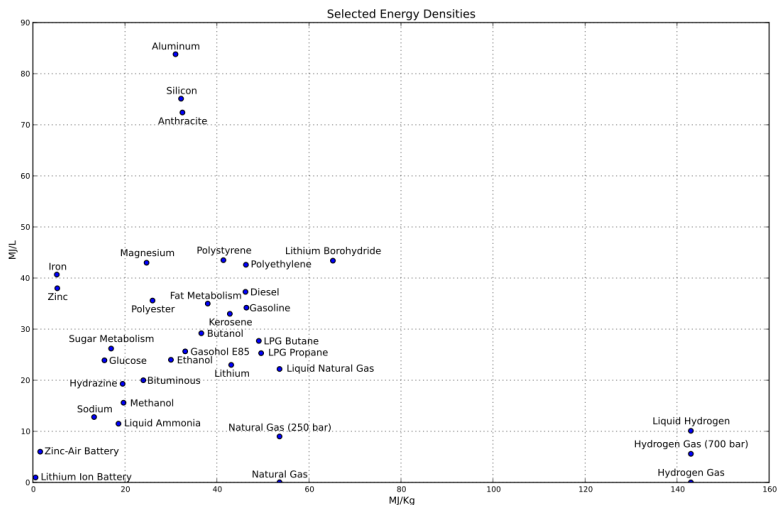
- napięcie znamionowe (V)
- pojemność (Ah)
- gęstość mocy (W/kg, W/l) – gęstość energii (J/kg)
- żywotność (cykle)
- samorozładowanie
- chemia (zasadowe, kwasowe, jakie elektrody...)
- ...



# Podstawowe parametry akumulatora

- napięcie znamionowe (V)
- pojemność (Ah)
- gęstość mocy (W/kg, W/l) – gęstość energii (J/kg)
- żywotność (cykle)
- samorozładowanie
- chemia (zasadowe, kwasowe, jakie elektrody...)
- ...

# Gęstość energii



[https://en.wikipedia.org/wiki/Energy\\_density](https://en.wikipedia.org/wiki/Energy_density)



# Akumulatory ołowiane i żelowe (SLA) – *sealed lead acid*

- o główne źródło energii w pojazdach
- o elektrody ołowiane zanurzone w  $H_2SO_4$  (kwas siarkowy)
- o potrafią oddać duży prąd (mzruszniki)
- o składają się z płyt (okładzin) – dodatnia – ołowianokwasowa
- o dodatnia – ołowianokwasowa → ołów + kwas
- o ujemna – ołowianokwasowa → ołów + kwas
- o nominalny napięcie 2,1V – nominalny napięcie 2,1V
- o nominalny prąd 20Ah – nominalny prąd 20Ah
- o prądowy charakter – bezczynność – brak energii
- o pojemność 10-100 Ah przez 10h – 100 Ah przez 10h
- o 2,20-2,34V/cel (pełni)

# Akumulatory ołowiane i żelowe (SLA) – *sealed lead acid*

- główne źródło energii w pojazdach
- elektrody ołowiane zanurzone w  $H_2SO_4$  (kwas siarkowy)
- potrafią oddać duży prąd (rozrusznik!)
- nieporównanie cięższe (ołów!) - gęstość  $\approx 40 \text{ W/kg}$
- przeładowanie powoduje elektrolizę  $\rightarrow$  wodór + tlen
- napięcie na celę:  $\approx 2,1\text{V}$  - "śmierć" przy ok  $1,8\text{V}$
- samorozładowywanie: ok 3% na miesiąc (temperatural)
- przechowywanie: bezczynność zabija (*top charging*)
- ładowanie: np.  $0,1\text{C}$  przez 10h lub limit prądu przy napięciu  $2,20\text{-}2,44\text{V/celę}$  (temp!)

# Akumulatory ołowiane i żelowe (SLA) – *sealed lead acid*

- główne źródło energii w pojazdach
- elektrody ołowiane zanurzone w  $H_2SO_4$  (kwas siarkowy)
- potrafią oddać duży prąd (rozrusznik!)
- nieporównanie cięższe (ołów!) - gęstość  $\approx 40 \text{ W/kg}$
- przeładowanie powoduje elektrolizę  $\rightarrow$  wodór + tlen
- napięcie na celę:  $\approx 2,1V$  - "śmierć" przy ok  $1,8V$
- samorozładowywanie: ok 3% na miesiąc (temperatural)
- przechowywanie: bezczynność zabija (*top charging*)
- ładowanie: np.  $0,1C$  przez 10h lub limit prądu przy napięciu  $2,20-2,44V$ /celę (temp!)

# Akumulatory ołowiane i żelowe (SLA) – *sealed lead acid*

- główne źródło energii w pojazdach
- elektrody ołowiane zanurzone w  $H_2SO_4$  (kwas siarkowy)
- potrafią oddać duży prąd (rozzrusznik!)
- nieporównanie cięższe (ołów!) - gęstość  $\approx 40 \text{ W/kg}$
- przeładowanie powoduje elektrolizę  $\rightarrow$  wodór + tlen
- napięcie na celę:  $\approx 2,1\text{V}$  - "śmierć" przy ok  $1,8\text{V}$
- samorozładowywanie: ok 3% na miesiąc (temperatural)
- przechowywanie: bezczynność zabija (*top charging*)
- ładowanie: np.  $0,1\text{C}$  przez 10h lub limit prądu przy napięciu  $2,20\text{-}2,44\text{V/celę}$  (temp!)

# Akumulatory ołowiane i żelowe (SLA) – *sealed lead acid*

- główne źródło energii w pojazdach
- elektrody ołowiane zanurzone w  $H_2SO_4$  (kwas siarkowy)
- potrafią oddać duży prąd (rozrusznik!)
- nieporównanie cięższe (ołów!) - gęstość  $\approx 40$  W/kg
- przeładowanie powoduje elektrolizę  $\rightarrow$  wodór + tlen
- napięcie na celę:  $\approx 2,1V$  - "śmierć" przy ok  $1,8V$
- samorozładowywanie: ok 3% na miesiąc (temperatura!)
- przechowywanie: bezczynność zabija (*top charging*)
- ładowanie: np.  $0,1C$  przez 10h lub limit prądu przy napięciu  $2,20-2,44V$ /celę (temp!)

# Akumulatory ołowiane i żelowe (SLA) – *sealed lead acid*

- główne źródło energii w pojazdach
- elektrody ołowiane zanurzone w  $H_2SO_4$  (kwas siarkowy)
- potrafią oddać duży prąd (rozrusznik!)
- nieporównanie cięższe (ołów!) - gęstość  $\approx 40 \text{ W/kg}$
- przeładowanie powoduje elektrolizę  $\rightarrow$  wodór + tlen
- napięcie na celę:  $\approx 2,1\text{V}$  - "śmierć" przy ok  $1,8\text{V}$
- samorozładowywanie: ok 3% na miesiąc (temperatura!)
- przechowywanie: bezczynność zabija (*top charging*)
- ładowanie: np.  $0,1\text{C}$  przez 10h lub limit prądu przy napięciu  $2,20\text{-}2,44\text{V/celę}$  (temp!)



# Akumulatory ołowiane i żelowe (SLA) – *sealed lead acid*

- główne źródło energii w pojazdach
- elektrody ołowiane zanurzone w  $H_2SO_4$  (kwas siarkowy)
- potrafią oddać duży prąd (rozrusznik!)
- nieporównanie cięższe (ołów!) - gęstość  $\approx 40 \text{ W/kg}$
- przeładowanie powoduje elektrolizę  $\rightarrow$  wodór + tlen
- napięcie na celę:  $\approx 2,1\text{V}$  - "śmierć" przy ok  $1,8\text{V}$
- samorozładowywanie: ok 3% na miesiąc (temperatura!)
- przechowywanie: bezczynność zabija (*top charging*)
- ładowanie: np.  $0,1\text{C}$  przez 10h lub limit prądu przy napięciu  $2,20\text{-}2,44\text{V/celę}$  (temp!)

# Akumulatory ołowiane i żelowe (SLA) – *sealed lead acid*

- główne źródło energii w pojazdach
- elektrody ołowiane zanurzone w  $H_2SO_4$  (kwas siarkowy)
- potrafią oddać duży prąd (rozrusznik!)
- nieporównanie cięższe (ołów!) - gęstość  $\approx 40 \text{ W/kg}$
- przeładowanie powoduje elektrolizę  $\rightarrow$  wodór + tlen
- napięcie na celę:  $\approx 2,1\text{V}$  - "śmierć" przy ok  $1,8\text{V}$
- samorozładowywanie: ok 3% na miesiąc (temperatura!)
- przechowywanie: bezczynność zabija (*top charging*)
- ładowanie: np.  $0,1\text{C}$  przez 10h lub limit prądu przy napięciu  $2,20\text{-}2,44\text{V/celę}$  (temp!)

# Akumulatory ołowiane i żelowe (SLA) – *sealed lead acid*

- główne źródło energii w pojazdach
- elektrody ołowiane zanurzone w  $H_2SO_4$  (kwas siarkowy)
- potrafią oddać duży prąd (rozrusznik!)
- nieporównanie cięższe (ołów!) - gęstość  $\approx 40 \text{ W/kg}$
- przeładowanie powoduje elektrolizę  $\rightarrow$  wodór + tlen
- napięcie na celę:  $\approx 2,1\text{V}$  - "śmierć" przy ok  $1,8\text{V}$
- samorozładowywanie: ok 3% na miesiąc (temperatura!)
- przechowywanie: bezczynność zabija (*top charging*)
- ładowanie: np.  $0,1\text{C}$  przez 10h lub limit prądu przy napięciu  $2,20\text{-}2,44\text{V/celę}$  (temp!)

# Akumulatory ołowiane i żelowe (SLA) – *sealed lead acid*

- główne źródło energii w pojazdach
- elektrody ołowiane zanurzone w  $H_2SO_4$  (kwas siarkowy)
- potrafią oddać duży prąd (rozrusznik!)
- nieporównanie cięższe (ołów!) - gęstość  $\approx 40$  W/kg
- przeładowanie powoduje elektrolizę  $\rightarrow$  wodór + tlen
- napięcie na celę:  $\approx 2,1V$  - "śmierć" przy ok  $1,8V$
- samorozładowywanie: ok 3% na miesiąc (temperatura!)
- przechowywanie: bezczynność zabija (*top charging*)
- ładowanie: np.  $0,1C$  przez 10h lub limit prądu przy napięciu  $2,20-2,44V$ /celę (temp!)

# Niklowo-kadmowe - NiCd

- katoda (+): NiO(OH), anoda (-): kadm (Cd) (II)

- gęstość mocy: 40-80 W/kg

- samorozładowywanie: nawet 20%/mies.

- napięcie na 1Ah 1,2V, typowe pojemności 2000mAh

1,4V to problem, się nie tak wiele

innych (nie była standardem) AL...

możę mieć pomysł

ładowność 18000, 1G lub więcej (-)

obciążenie podtrzymujące i wiele więcej; problem 0,1Ah, 30%

przebieg żywotności (nie cykl, ale odciążenie)

# Niklowo-kadmowe - NiCd

- katoda (+): NiO(OH), anoda (-): kadm (Cd) (!!)
- gęstość mocy: 40-80 W/kg
- samorozładowywanie: nawet 20%/mies.
- napięcie na celę: 1,2V, typowa pojemność: 800 mAh
- 0,9V to problem, ale nie tak wielki
- trwale (nie tracą właściwości) ALE...
- mają efekt pamięci
- ładowanie: np. 16h@0,1C lub szukać ( $-\frac{\Delta V}{\Delta T}$ )
- ładowanie podtrzymujące (*trickle charge*): prądem 0,05-0,06C
- przechowywać naładowane (kilka cykli do odświeżenia)!

# Niklowo-kadmowe - NiCd

- katoda (+): NiO(OH), anoda (-): kadm (Cd) (!!)
- gęstość mocy: **40-80 W/kg**
- samorozładowywanie: nawet 20%/mies.
- napięcie na celę: 1,2V, typowa pojemność: 800 mAh
- 0,9V to problem, ale nie tak wielki
- trwale (nie tracą właściwości) ALE...
- mają efekt pamięci
- ładowanie: np. 16h@0,1C lub szukać ( $-\frac{\Delta V}{\Delta T}$ )
- ładowanie podtrzymujące (*trickle charge*): prądem 0,05-0,06C
- przechowywać naładowane (kilka cykli do odświeżenia)!

# Niklowo-kadmowe - NiCd

- katoda (+): NiO(OH), anoda (-): kadm (Cd) (!!)
- gęstość mocy: **40-80 W/kg**
- samorozładowywanie: nawet 20%/mies.
- napięcie na celę: 1,2V, typowa pojemność: 800 mAh
- 0,9V to problem, ale nie tak wielki
- trwale (nie tracą właściwości) ALE...
- mają efekt pamięci
- ładowanie: np. 16h@0,1C lub szukać ( $-\frac{\Delta V}{\Delta T}$ )
- ładowanie podtrzymujące (*trickle charge*): prądem 0,05-0,06C
- przechowywać naładowane (kilka cykli do odświeżenia)!



# Niklowo-kadmowe - NiCd

- katoda (+): NiO(OH), anoda (-): kadm (Cd) (!!)
- gęstość mocy: **40-80 W/kg**
- samorozładowywanie: nawet 20%/mies.
- napięcie na celę: 1,2V, typowa pojemność: 800 mAh
- 0,9V to problem, ale nie tak wielki
- trwałe (nie tracą właściwości) ALE...
- mają efekt pamięci
- ładowanie: np. 16h@0,1C lub szukać ( $-\frac{\Delta V}{\Delta T}$ )
- ładowanie podtrzymujące (*trickle charge*): prądem 0,05-0,06C
- przechowywać naładowane (kilka cykli do odświeżenia)!

# Niklowo-kadmowe - NiCd

- katoda (+): NiO(OH), anoda (-): kadm (Cd) (!!)
- gęstość mocy: 40-80 W/kg
- samorozładowywanie: nawet 20%/mies.
- napięcie na celę: 1,2V, typowa pojemność: 800 mAh
- 0,9V to problem, ale nie tak wielki
- trwałe (nie tracą właściwości) ALE...
- mają efekt pamięci
- ładowanie: np. 16h@0,1C lub szukać ( $-\frac{\Delta V}{\Delta t}$ )
- ładowanie podtrzymujące (*trickle charge*): prądem 0,05-0,06C
- przechowywać naładowane (kilka cykli do odświeżenia)!

# Niklowo-kadmowe - NiCd

- katoda (+): NiO(OH), anoda (-): kadm (Cd) (!!)
- gęstość mocy: 40-80 W/kg
- samorozładowywanie: nawet 20%/mies.
- napięcie na celę: 1,2V, typowa pojemność: 800 mAh
- 0,9V to problem, ale nie tak wielki
- trwałe (nie tracą właściwości) ALE...
- mają efekt pamięci
- ładowanie: np. 16h@0,1C lub szukać ( $-\frac{\Delta V}{\Delta t}$ )
- ładowanie podtrzymujące (*trickle charge*): prądem 0,05-0,06C
- przechowywać naładowane (kilka cykli do odświeżenia)!

# Niklowo-kadmowe - NiCd

- katoda (+): NiO(OH), anododa (-): kadm (Cd) (!!)
- gęstość mocy: 40-80 W/kg
- samorozładowywanie: nawet 20%/mies.
- napięcie na celę: 1,2V, typowa pojemność: 800 mAh
- 0,9V to problem, ale nie tak wielki
- trwałe (nie tracą właściwości) ALE...
- mają efekt pamięci
- ładowanie: np. 16h@0,1C lub szukać ( $-\frac{\Delta V}{\Delta t}$ )
- ładowanie podtrzymujące (*trickle charge*): prądem 0,05-0,06C
- przechowywać naładowane (kilka cykli do odświeżenia)!

# Niklowo-kadmowe - NiCd

- katoda (+): NiO(OH), anododa (-): kadm (Cd) (!!)
- gęstość mocy: 40-80 W/kg
- samorozładowywanie: nawet 20%/mies.
- napięcie na celę: 1,2V, typowa pojemność: 800 mAh
- 0,9V to problem, ale nie tak wielki
- trwałe (nie tracą właściwości) ALE...
- mają efekt pamięci
- ładowanie: np. 16h@0,1C lub szukać ( $-\frac{\Delta V}{\Delta t}$ )
- ładowanie podtrzymujące (*trickle charge*): prądem 0,05-0,06C
- przechowywać naładowane (kilka cykli do odświeżenia)!

# Niklowo-kadmowe - NiCd

- katoda (+): NiO(OH), anododa (-): kadm (Cd) (!!)
- gęstość mocy: 40-80 W/kg
- samorozładowywanie: nawet 20%/mies.
- napięcie na celę: 1,2V, typowa pojemność: 800 mAh
- 0,9V to problem, ale nie tak wielki
- trwałe (nie tracą właściwości) ALE...
- mają efekt pamięci
- ładowanie: np. 16h@0,1C lub szukać ( $-\frac{\Delta V}{\Delta t}$ )
- ładowanie podtrzymujące (*trickle charge*): prądem 0,05-0,06C
- przechowywać naładowane (kilka cykli do odświeżenia)!

# Niklowo-kadmowe - NiCd

- katoda (+): NiO(OH), anoda (-): kadm (Cd) (!!)
- gęstość mocy: 40-80 W/kg
- samorozładowywanie: nawet 20%/mies.
- napięcie na celę: 1,2V, typowa pojemność: 800 mAh
- 0,9V to problem, ale nie tak wielki
- trwałe (nie tracą właściwości) ALE...
- mają efekt pamięci
- ładowanie: np. 16h@0,1C lub szukać ( $-\frac{\Delta V}{\Delta t}$ )
- ładowanie podtrzymujące (*trickle charge*): prądem 0,05-0,06C
- przechowywać naładowane (kilka cykli do odświeżenia)!

# Niklowo-wodorkowe – NiMH

- katoda: NiO(OH), anoda: metale (V, Ti, Zr, Cr, Fe), elektrolit: KOH
- duża gęstość energii 120 W/h, większa gęstość mocy
- napięcie na celę: 1,2 V, pojemność 2+ razy większa niż NiCd
- wolniejszy czas samorozładowania
- wysłanie do magazynu na 1,1 V
- brak efektu pamięci (nie jest konieczna ładowanie)
- Energopack powstanie – możliwość samorozładowania (CEA)
- ładowanie: podwyższenie do NiCd



- katoda: NiO(OH), anoda: metale (V, Ti, Zr, Cr, Fe), elektrolit: KOH
- duża gęstość energii 120 W/h, większa gęstość mocy
- napięcie na celę: 1,2 V, pojemność 2+ razy większa niż NiCd
- szybszy czas samorozładowania
- wystrzegać rozładowania poniżej 1,1 V
- brak efektu pamięci (ale jest leniwa bateria)
- Eneloop i podobne – mniejsze samorozładowanie (IKEA)
- ładowanie: podobnie jak NiCd

# Niklowo-wodorkowe – NiMH

- katoda: NiO(OH), anoda: metale (V, Ti, Zr, Cr, Fe), elektrolit: KOH
- duża gęstość energii **120 W/h**, większa gęstość mocy
- napięcie na celę: 1,2 V, pojemność 2+ razy większa niż NiCd
- szybszy czas samorozładowania
- wystrzegać rozładowania poniżej 1,1 V
- brak efektu pamięci (ale jest leniwa bateria)
- Eneloop i podobne – mniejsze samorozładowanie (IKEA)
- ładowanie: podobnie jak NiCd

# Niklowo-wodorkowe – NiMH

- katoda: NiO(OH), anoda: metale (V, Ti, Zr, Cr, Fe), elektrolit: KOH
- duża gęstość energii **120 W/h**, większa gęstość mocy
- napięcie na celę: 1,2 V, pojemność 2+ razy większa niż NiCd
- szybszy czas samorozładowania
- wystrzegać rozładowania poniżej 1,1 V
- brak efektu pamięci (ale jest leniwa bateria)
- Eneloop i podobne – mniejsze samorozładowanie (IKEA)
- ładowanie: podobnie jak NiCd

# Niklowo-wodorkowe – NiMH

- katoda: NiO(OH), anoda: metale (V, Ti, Zr, Cr, Fe), elektrolit: KOH
- duża gęstość energii **120 W/h**, większa gęstość mocy
- napięcie na celę: 1,2 V, pojemność 2+ razy większa niż NiCd
- szybszy czas samorozładowania
- wystrzegać rozładowania poniżej 1,1 V
- brak efektu pamięci (ale jest leniwa bateria)
- Eneloop i podobne – mniejsze samorozładowanie (IKEA)
- ładowanie: podobnie jak NiCd

# Niklowo-wodorkowe – NiMH

- katoda: NiO(OH), anoda: metale (V, Ti, Zr, Cr, Fe), elektrolit: KOH
- duża gęstość energii **120 W/h**, większa gęstość mocy
- napięcie na celę: 1,2 V, pojemność 2+ razy większa niż NiCd
- szybszy czas samorozładowania
- wystrzegać rozładowania poniżej 1,1 V
- brak efektu pamięci (ale jest leniwa bateria)
- Eneloop i podobne – mniejsze samorozładowanie (IKEA)
- ładowanie: podobnie jak NiCd

# Niklowo-wodorkowe – NiMH

- katoda: NiO(OH), anoda: metale (V, Ti, Zr, Cr, Fe), elektrolit: KOH
- duża gęstość energii **120 W/h**, większa gęstość mocy
- napięcie na celę: 1,2 V, pojemność 2+ razy większa niż NiCd
- szybszy czas samorozładowania
- wystrzegać rozładowania poniżej 1,1 V
- brak efektu pamięci (ale jest leniwa bateria)
- Eneloop i podobne – mniejsze samorozładowanie (IKEA)
- ładowanie: podobnie jak NiCd

# Niklowo-wodorkowe – NiMH

- katoda: NiO(OH), anoda: metale (V, Ti, Zr, Cr, Fe), elektrolit: KOH
- duża gęstość energii **120 W/h**, większa gęstość mocy
- napięcie na celę: 1,2 V, pojemność 2+ razy większa niż NiCd
- szybszy czas samorozładowania
- wystrzegać rozładowania poniżej 1,1 V
- brak efektu pamięci (ale jest leniwa bateria)
- Eneloop i podobne – mniejsze samorozładowanie (IKEA)
- ładowanie: podobnie jak NiCd

# Niklowo-wodorkowe – NiMH

- katoda: NiO(OH), anoda: metale (V, Ti, Zr, Cr, Fe), elektrolit: KOH
- duża gęstość energii **120 W/h**, większa gęstość mocy
- napięcie na celę: 1,2 V, pojemność 2+ razy większa niż NiCd
- szybszy czas samorozładowania
- wystrzegać rozładowania poniżej 1,1 V
- brak efektu pamięci (ale jest leniwa bateria)
- Eneloop i podobne – mniejsze samorozładowanie (IKEA)
- ładowanie: podobnie jak NiCd



# Litowo-jonowe – Lilon

- katoda: związek litu (z Co, Mn, FePo<sub>4</sub>), anoda: węgiel (C)
- gęstość energii 200 Wh/kg, duża gęstość mocy
- napięcie na celę: ≈ 3,6V (3,2 dla LiFePo<sub>4</sub>)
- duża żywotność (ok. 1000 cykli)
- dobra samorozładowalność
- niskie ciepło powstające podczas pracy
- brak efektu pamięci
- odporność na iskrowanie do czasu, nie nadaje się do PDZ
- katoda LiCoO<sub>2</sub> lub podobny związek, anoda grafitowa
- Długość życia 0,2-0,7 lat (ok. 1000 cykli), do temperatury 45°C
- odporność na szok w prądzie i temperaturze do ok. 1000°C
- stosowane w motocyklach, samochodach, rowerach, rowerach elektrycznych

- katoda: związek litu (z Co, Mn, FePo<sub>4</sub>), anoda: węgiel (C)
- gęstość energii 200 Wh/kg, duża gęstość mocy
- napięcie na celę:  $\approx 3,6\text{V}$  (3,2 dla LiFePo<sub>4</sub>)
- duża żywotność (ok 1000 cykli)
- niskie samorozładowanie
- zabójcze napięcie poniżej 2,4 V
- brak efektu pamięci ALE
- najlepiej nie ładować do pełna, nie rozładowywać < 70%
- ładowanie CC-CV, (im mniejszy prąd, tym lepiej, optimum to 0,18C, można 0,2–0,7 lub wg. producenta), do osiągnięcia 4,2 V a potem do spadki prądu ładowania do ok. 0,05C.
- przechowywanie: częściowo rozładowane (40%), poniżej 15°C

- katoda: związek litu (z Co, Mn,  $\text{FePo}_4$ ), anoda: węgiel (C)
- gęstość energii **200 Wh/kg, duża gęstość mocy**
- napięcie na celę:  $\approx 3,6\text{V}$  (3,2 dla  $\text{LiFePo}_4$ )
- duża żywotność (ok 1000 cykli)
- niskie samorozładowanie
- zabójcze napięcie poniżej 2,4 V
- brak efektu pamięci ALE
- najlepiej nie ładować do pełna, nie rozładowywać  $< 70\%$
- ładowanie CC-CV, (im mniejszy prąd, tym lepiej, optimum to 0,18C, można 0,2–0,7 lub wg. producenta), do osiągnięcia 4,2 V a potem do spadki prądu ładowania do ok. 0,05C.
- przechowywanie: częściowo rozładowane (40%), poniżej  $15^\circ\text{C}$

- katoda: związek litu (z Co, Mn,  $\text{FePo}_4$ ), anoda: węgiel (C)
- gęstość energii **200 Wh/kg, duża gęstość mocy**
- napięcie na celę:  $\approx 3,6\text{V}$  (3,2 dla  $\text{LiFePo}_4$ )
- duża żywotność (ok 1000 cykli)
- niskie samorozładowanie
- zabójcze napięcie poniżej 2,4 V
- brak efektu pamięci ALE
- najlepiej nie ładować do pełna, nie rozładowywać  $< 70\%$
- ładowanie CC-CV, (im mniejszy prąd, tym lepiej, optimum to 0,18C, można 0,2–0,7 lub wg. producenta), do osiągnięcia 4,2 V a potem do spadki prądu ładowania do ok. 0,05C.
- przechowywanie: częściowo rozładowane (40%), poniżej  $15^\circ\text{C}$

# Litowo-jonowe – Lilon

- katoda: związek litu (z Co, Mn,  $\text{FePo}_4$ ), anoda: węgiel (C)
- gęstość energii **200 Wh/kg, duża gęstość mocy**
- napięcie na celę:  $\approx 3,6\text{V}$  (3,2 dla  $\text{LiFePo}_4$ )
- duża żywotność (ok 1000 cykli)
- niskie samorozładowanie
- zabójcze napięcie poniżej 2,4 V
- brak efektu pamięci ALE
- najlepiej nie ładować do pełna, nie rozładowywać  $< 70\%$
- ładowanie CC-CV, (im mniejszy prąd, tym lepiej, optimum to 0,18C, można 0,2–0,7 lub wg. producenta), do osiągnięcia 4,2 V a potem do spadki prądu ładowania do ok. 0,05C.
- przechowywanie: częściowo rozładowane (40%), poniżej 15°C

# Litowo-jonowe – Lilon

- katoda: związek litu (z Co, Mn,  $\text{FePo}_4$ ), anoda: węgiel (C)
- gęstość energii **200 Wh/kg, duża gęstość mocy**
- napięcie na celę:  $\approx 3,6\text{V}$  (3,2 dla  $\text{LiFePo}_4$ )
- duża żywotność (ok 1000 cykli)
- niskie samorozładowanie
- zabójcze napięcie poniżej 2,4 V
- brak efektu pamięci ALE
- najlepiej nie ładować do pełna, nie rozładowywać  $< 70\%$
- ładowanie CC-CV, (im mniejszy prąd, tym lepiej, optimum to 0,18C, można 0,2–0,7 lub wg. producenta), do osiągnięcia 4,2 V a potem do spadki prądu ładowania do ok. 0,05C.
- przechowywanie: częściowo rozładowane (40%), poniżej 15°C

# Litowo-jonowe – Lilon

- katoda: związek litu (z Co, Mn,  $\text{FePo}_4$ ), anoda: węgiel (C)
- gęstość energii **200 Wh/kg, duża gęstość mocy**
- napięcie na celę:  $\approx 3,6\text{V}$  (3,2 dla  $\text{LiFePo}_4$ )
- duża żywotność (ok 1000 cykli)
- niskie samorozładowanie
- zabójcze napięcie poniżej 2,4 V
- brak efektu pamięci ALE
- najlepiej nie ładować do pełna, nie rozładowywać  $< 70\%$
- ładowanie CC-CV, (im mniejszy prąd, tym lepiej, optimum to 0,18C, można 0,2–0,7 lub wg. producenta), do osiągnięcia 4,2 V a potem do spadki prądu ładowania do ok. 0,05C.
- przechowywanie: częściowo rozładowane (40%), poniżej  $15^\circ\text{C}$

# Litowo-jonowe – Lilon

- katoda: związek litu (z Co, Mn, FePo<sub>4</sub>), anoda: węgiel (C)
- gęstość energii **200 Wh/kg, duża gęstość mocy**
- napięcie na celę:  $\approx 3,6V$  (3,2 dla LiFePo<sub>4</sub>)
- duża żywotność (ok 1000 cykli)
- niskie samorozładowanie
- zabójcze napięcie poniżej 2,4 V
- brak efektu pamięci ALE
- najlepiej nie ładować do pełna, nie rozładowywać < 70%
- ładowanie CC-CV, (im mniejszy prąd, tym lepiej, optimum to 0,18C, można 0,2–0,7 lub wg. producenta), do osiągnięcia 4,2 V a potem do spadki prądu ładowania do ok. 0,05C.
- przechowywanie: częściowo rozładowane (40%), poniżej 15°C



# Litowo-jonowe – Lilon

- katoda: związek litu (z Co, Mn,  $\text{FePo}_4$ ), anoda: węgiel (C)
- gęstość energii **200 Wh/kg, duża gęstość mocy**
- napięcie na celę:  $\approx 3,6\text{V}$  (3,2 dla  $\text{LiFePo}_4$ )
- duża żywotność (ok 1000 cykli)
- niskie samorozładowanie
- zabójcze napięcie poniżej 2,4 V
- brak efektu pamięci ALE
- najlepiej nie ładować do pełna, nie rozładowywać  $< 70\%$
- ładowanie CC-CV, (im mniejszy prąd, tym lepiej, optimum to 0,18C, można 0,2–0,7 lub wg. producenta), do osiągnięcia 4,2 V a potem do spadki prądu ładowania do ok. 0,05C.
- przechowywanie: częściowo rozładowane (40%), poniżej 15°C

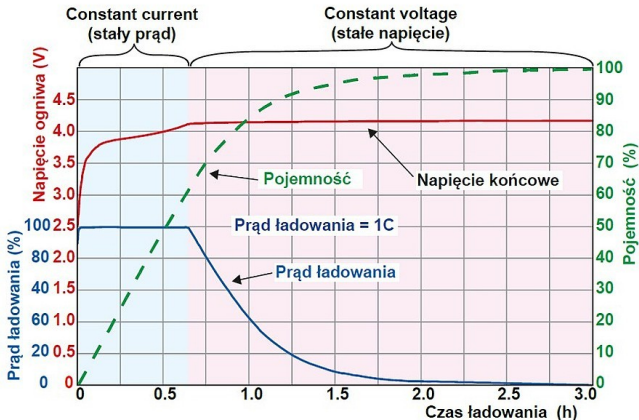
# Litowo-jonowe – Lilon

- katoda: związek litu (z Co, Mn,  $\text{FePo}_4$ ), anoda: węgiel (C)
- gęstość energii **200 Wh/kg, duża gęstość mocy**
- napięcie na celę:  $\approx 3,6\text{V}$  (3,2 dla  $\text{LiFePo}_4$ )
- duża żywotność (ok 1000 cykli)
- niskie samorozładowanie
- zabójcze napięcie poniżej 2,4 V
- brak efektu pamięci ALE
- najlepiej nie ładować do pełna, nie rozładowywać  $< 70\%$
- ładowanie CC-CV, (im mniejszy prąd, tym lepiej, optimum to 0,18C, można 0,2–0,7 lub wg. producenta), do osiągnięcia 4,2 V a potem do spadki prądu ładowania do ok. 0,05C.
- przechowywanie: częściowo rozładowane (40%), poniżej 15°C

# Litowo-jonowe – Lilon

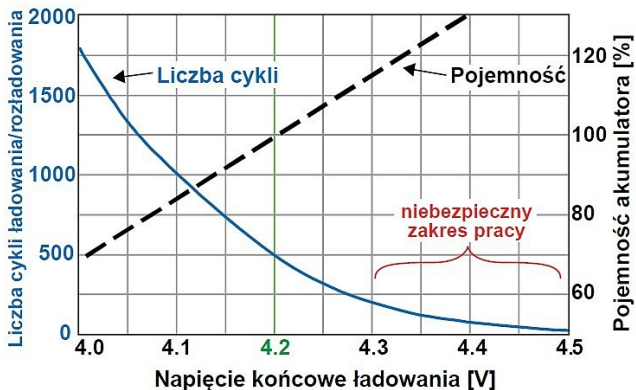
- katoda: związek litu (z Co, Mn,  $\text{FePo}_4$ ), anoda: węgiel (C)
- gęstość energii **200 Wh/kg, duża gęstość mocy**
- napięcie na celę:  $\approx 3,6\text{V}$  (3,2 dla  $\text{LiFePo}_4$ )
- duża żywotność (ok 1000 cykli)
- niskie samorozładowanie
- zabójcze napięcie poniżej 2,4 V
- brak efektu pamięci ALE
- najlepiej nie ładować do pełna, nie rozładowywać  $< 70\%$
- ładowanie CC-CV, (im mniejszy prąd, tym lepiej, optimum to 0,18C, można 0,2–0,7 lub wg. producenta), do osiągnięcia 4,2 V a potem do spadki prądu ładowania do ok. 0,05C.
- przechowywanie: częściowo rozładowane (40%), poniżej 15°C

# Lilon – przebieg ładowania



[https://ep.com.pl/artykuly/10299-Akumulatory\\_litowe.html](https://ep.com.pl/artykuly/10299-Akumulatory_litowe.html)

# Lilon – końcowe napięcie ładowania



[https://ep.com.pl/artykuly/10299-Akumulatory\\_litowe.html](https://ep.com.pl/artykuly/10299-Akumulatory_litowe.html)

# Litowo-polimerowe – LiPo

- o płynny elektrolit z Lilon zastąpiony polimerem (solami litu)
- o napięcie na celę typowo 3,7 V
- o inne właściwości podobne
  - o mniej nadgrzewane (wyższy rozprężnienie, rozpalen)

# Litowo-polimerowe – LiPo

- płynny elektrolit z Lilon zastąpiony polimerem (solami litu)
- napięcie na celę typowo 3,7 V
- inne właściwości podobne
- mniej niebezpieczne (wyciek, rozpęczniecie, zapłon)

# Litowo-polimerowe – LiPo

- płynny elektrolit z Lilon zastąpiony polimerem (solami litu)
- napięcie na celę typowo 3,7 V
- inne właściwości podobne
- mniej niebezpieczne (wyciek, rozpęczniecie, zapłon)



# Litowo-polimerowe – LiPo

- płynny elektrolit z Lilon zastąpiony polimerem (solami litu)
- napięcie na celę typowo 3,7 V
- inne właściwości podobne
- mniej niebezpieczne (wyciek, rozpęczniecie, zapłon)

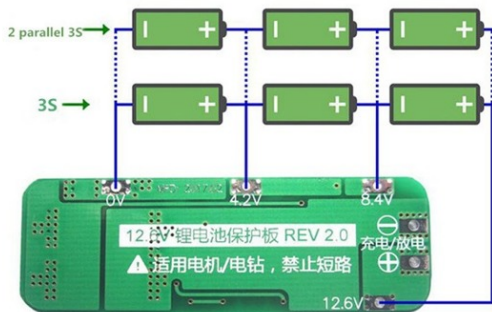
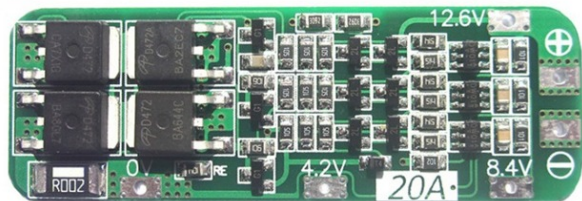
# Litowo-polimerowe – LiPo

- płynny elektrolit z Lilon zastąpiony polimerem (solami litu)
- napięcie na celę typowo 3,7 V
- inne właściwości podobne
- mniej niebezpieczne (wyciek, rozpęczniecie, zapłon)

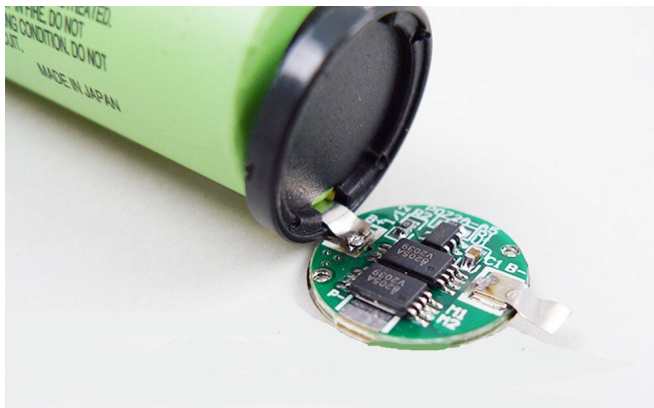
# LiPo – przykład



# BMS – battery management system



# Bateria typu 18650 – zabezpieczona



# Proste ładowarki

