

BATAREYALI SAQLASH TIZIMLARI • 2YBSS

1-mavzu

Batareyalarga kirish

Elektrokimyoviy energiya saqlashning tamoyillari, atamalari va asosiy tarkibiy qismlari

“Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.”

Sustainable Transportation within the Framework of Green Deal - SPHERE

Call: ERASMUS-EDU-2023-CBHE-STRAND-2

Project Number: 101128065

KURS HAQIDA

Ushbu kurs nima haqida

Kurs sizga muhandislik ilovalari uchun **batareya tizimlarini tushunish, loyihalash va tahlil qilish** bilimini beradi — asosiy elektrotexnika va fizikaga tayanadi.

- ▶ **Ishlash tamoyillari** — batareya turlari, xususiyatlari hamda energiyani saqlash va chiqarishning kimyoviy va fizik jarayonlari.
- ▶ **Asosiy qismlar** — batareyani boshqarish tizimlari (BMS), invertorlar, zaryad kontrollerlari, termal boshqaruv.
- ▶ **Batareya dinamikasi** — zaryad/razryad sikllari, sig'imning pasayishi, samaradorlik va batareya umriga ta'sir etuvchi omillar.

QISQACHA

Kod	2YBSS
Daraja	Bakalavr, 1-bosqich
Dastur	Barqaror transport
Qachon	3-kurs · 6-semestr
Kreditlar	6 ECTS (90 soat)
Til	Ingliz tili
Baholash	Yozma imtihon (≥18/30)

1-MAVZU

Siz nimalarni o'rganasiz

1

Ta'riflash

Asosiy batareya atamalarini to'g'ri ta'riflar bilan moslang.

2

Farqlash

Elementni batareyadan, birlamchini ikkilamchi elementdan ajrating.

3

Tushuntirish

Element energiyani elektrokimyoviy tarzda qanday saqlashi va chiqarishini tasvirlang.

4

Hisoblash

Element ulanishlaridan to'plam kuchlanishi, sig'imi va energiyasini toping.

5

Talqin qilish

Nominal kuchlanish, sig'im, C-tezligi va energiya ko'rsatkichlarini o'qing.

6

Taqqoslash

Nega litiy-ion zamonaviy ilovalarda ustun ekanini baholang.

ATAMALAR

Element, batareya va to'plam

1

Element

Eng kichik alohida elektrokimyoviy birlik.
Kuchlanishi o'z kimyosi bilan belgilanadi.

2

Batareya

Ketma-ket va/yoki parallel ulangan ikki
yoki undan ko'p element, ko'pincha bitta
korpusda.

3

To'plam

Elementlar/modullar va elektronikaning
to'liq yig'masi, ilovada ishlatiladi.

Tilga e'tibor bering: ko'pchilik (hatto mutaxassislar ham) har qanday manbani, hatto bitta elementni ham "batareya" deydi.
Avtomobilning 12 V qo'rg'oshin-kislotali batareyasi aslida ketma-ket ulangan oltita 2 V elementdir.

ATAMALAR

Birlamchi va ikkilamchi elementlar

Birlamchi elementlar

BIR MARTALIK

- ▶ Bir martalik — qayta zaryadlanmaydi
- ▶ Bir marta razryad qilinadi, so'ng utilizatsiya qilinadi
- ▶ Misollar: ishqorli AA, tanga elementlar
- ▶ Past o'z-o'zidan razryad, uzoq saqlanadi

Ikkilamchi elementlar

QAYTA ISHLATILADI

- ▶ Qayta zaryadlanadi — ko'p zaryad/razryad sikllari
- ▶ Reaksiyalar qaytar
- ▶ Misollar: qo'rg'oshin-kislotali, NiMH, litiy-ionli
- ▶ Ushbu kursning asosiy mavzusi

ELEMENT KO'RSATKICHLARI

Nominal kuchlanish va sig'im

NOMINAL KUCLANISH

Element **kimyosi** bilan belgilanadigan tipik / o'rtacha kuchlanish. U yuklama ostidagi kuchlanishdan farq qiladi.

NOMINAL SIG'IM

Element saqlashga mo'ljallangan zaryad miqdori, **amper-soatda (Ah)** yoki mAh.

TIPIK NOMINAL KUCLANISHLAR

Litiy-ionli $\approx 3.7 \text{ V}$

Nikel asosli (NiMH / NiCd) $\approx 1.2 \text{ V}$

Qo'rg'oshin-kislotali element $\approx 2.0 \text{ V}$

ELEMENT KO'RSATKICHLARI

C-tezligi

C-tezligi tokni element sig'imiga nisbatan normallashtiradi. **1C** — elementni bir soatda to'liq zaryadlaydigan yoki razryadlaydigan doimiy tok.

MISOL — 20 Ah element

1C = 20 A → ~1 soat

C/10 = 2 A → ~10 soat

10C = 200 A → ~6 daqiqa

Nega bu muhim

- ▶ Turli o'lchamdagi elementlarni adolatli taqqoslash imkonini beradi
- ▶ Yuqori C-tezligi yuqori quvvat, ammo ko'proq issiqlik va zo'riqish
- ▶ Datasheet va BMS chegaralarida hamma joyda ishlatiladi

(Tok–vaqt bog'liqligi qat'iy chiziqli emas.)

ELEMENT KO'RSATKICHLARI

Energiya va quvvat

Energiya

Saqlangan elektrokimyoviy energiya $\approx$ **nominal kuchlanish** $\times$ **nominal sig'im** (Wh, kWh).

YECHIM NAMUNASI

3.7 V, 1.9 Ah element saqlaydi

$$3.7 \text{ V} \times 1.9 \text{ Ah} = \mathbf{7.03 \text{ Wh}}$$

Quvvat

Energiya chiqariladigan **tezlik** — elementning oniy quvvati (mW, W, kW).

Energiya = element qancha ish bajara olishi.

Quvvat = u buni qanchalik tez bajarishi.

BATAREYA YIG'ISH

Ketma-ket ulangan elementlar

Ketma-ket ulashda **kuchlanishlar qo'shiladi**; sig'im bitta elementga teng qoladi (barcha elementlardan bir xil tok o'tadi).



Ketma-ket ulangan uchta 3 V, 20 Ah element

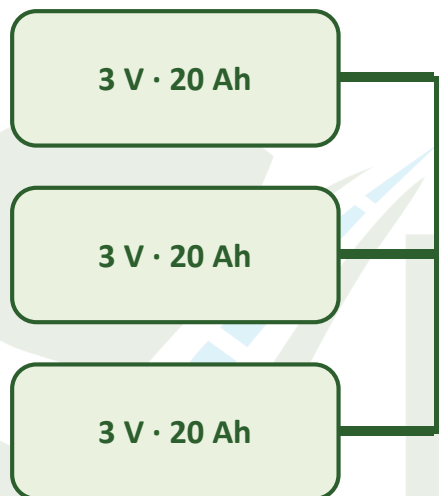
NATIJA

Kuchlanish	$3 \times 3 \text{ V}$	9 V
Sig'im	(o'zgarmaydi)	20 Ah
Energiya	$9 \text{ V} \times 20 \text{ Ah}$	180 Wh

BATAREYA YIG'ISH

Parallel ulangan elementlar

Parallel ulashda **sig'irlar qo'shiladi**; kuchlanish bitta elementga teng qoladi (element toklari batareya tokiga qo'shiladi).



(Misol uchta element bilan; qoida istalgan songa amal qiladi.)

NATIJA — beshta 3 V, 20 Ah element

Kuchlanish	(o'zgarmaydi)	3 V
Sig'im	$5 \times 20 \text{ Ah}$	100 Ah
Energiya	$3 \text{ V} \times 100 \text{ Ah}$	300 Wh

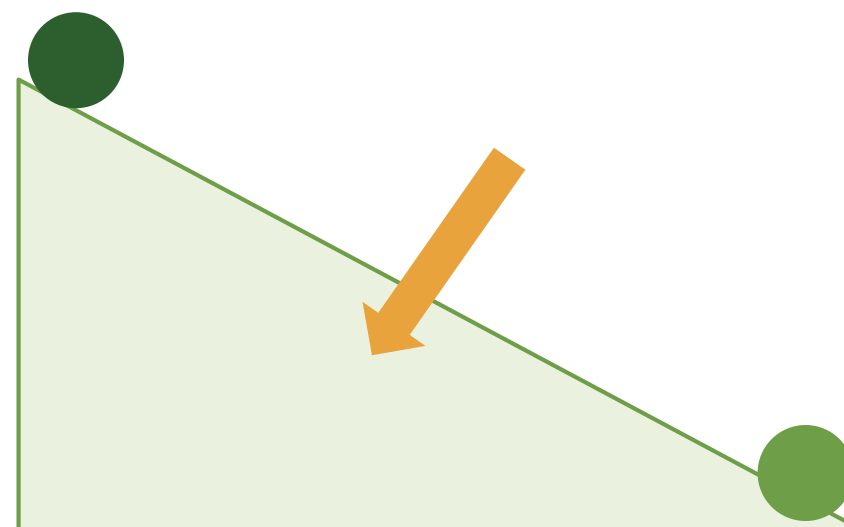
ELEMENT QANDAY ISHLAYDI

Energiyani potensial sifatida saqlash

Biz **gravitatsion** potensial energiyani bilamiz — skeytbordni rampa tepasiga ko'tarsangiz, u pastga dumalab ish bajaradi.

Element esa **elektrokimyoviy potensial energiyani** saqlaydi va keyin uni elektronlarni zanjir bo'ylab harakatlantirish uchun chiqaradi.

yuqori potensial

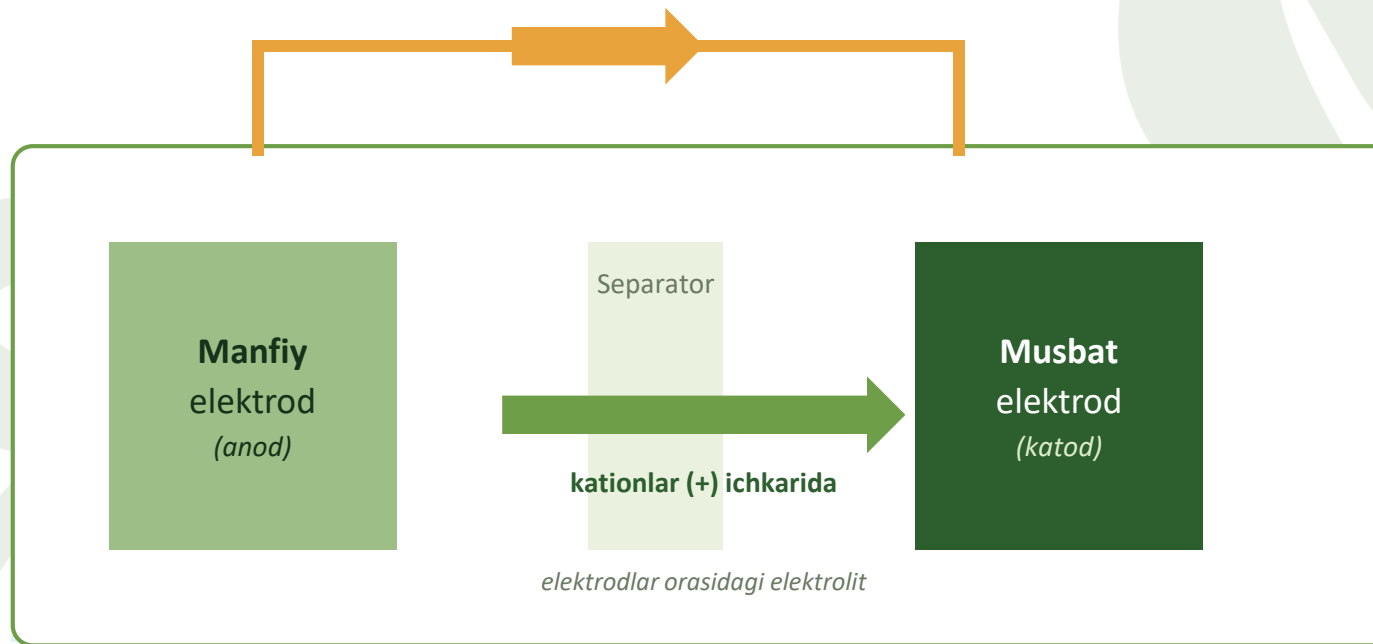


energiya chiqdi

ELEMENT QANDAY ISHLAYDI

Razryad jarayoni

elektronlar (e^-) tashqi zanjir orqali → ish bajaradi



- ▶ **Manfiy elektrodda:** reaksiya zanjirga elektronlarni, elektrolitga esa kationlarni chiqaradi.
- ▶ **Musbat elektrodda:** reaksiya ham elektronlarni, ham kationlarni qabul qiladi.
- ▶ **Terminallar orasidagi potensiallar farqi — element kuchlanishi.**
- ▶ **Zanjirni tutashtirish saqlangan kimyoviy energiyani elektr ishiga aylantiradi.**

UMUMIY KO'RINISH

Keng tarqalgan qayta zaryadlanadigan kimyolar

Kimyo	Nominal kuchlanish	Solishtirma energiya	O'z-o'zidan razryad	Izohlar
Qo'rg'oshin-kislotali	≈ 2.0 V	Past (~35 Wh/kg)	O'rtacha	Arzon, og'ir; 12 V = 6 element
NiMH	≈ 1.2 V	O'rtacha (~80 Wh/kg)	1–5 % / kun	Yumshoq gidrid saqlash, uzoq umr
Litiy-ionli	≈ 3.7 V	Yuqori (~200 Wh/kg)	Juda past	Eng yuqori energiya; BMS kerak

Qiymatlar taqqoslash uchun tipik darslik diapazonlari; aniq raqamlar element dizayni va ishlab chiqaruvchiga qarab o'zgaradi.

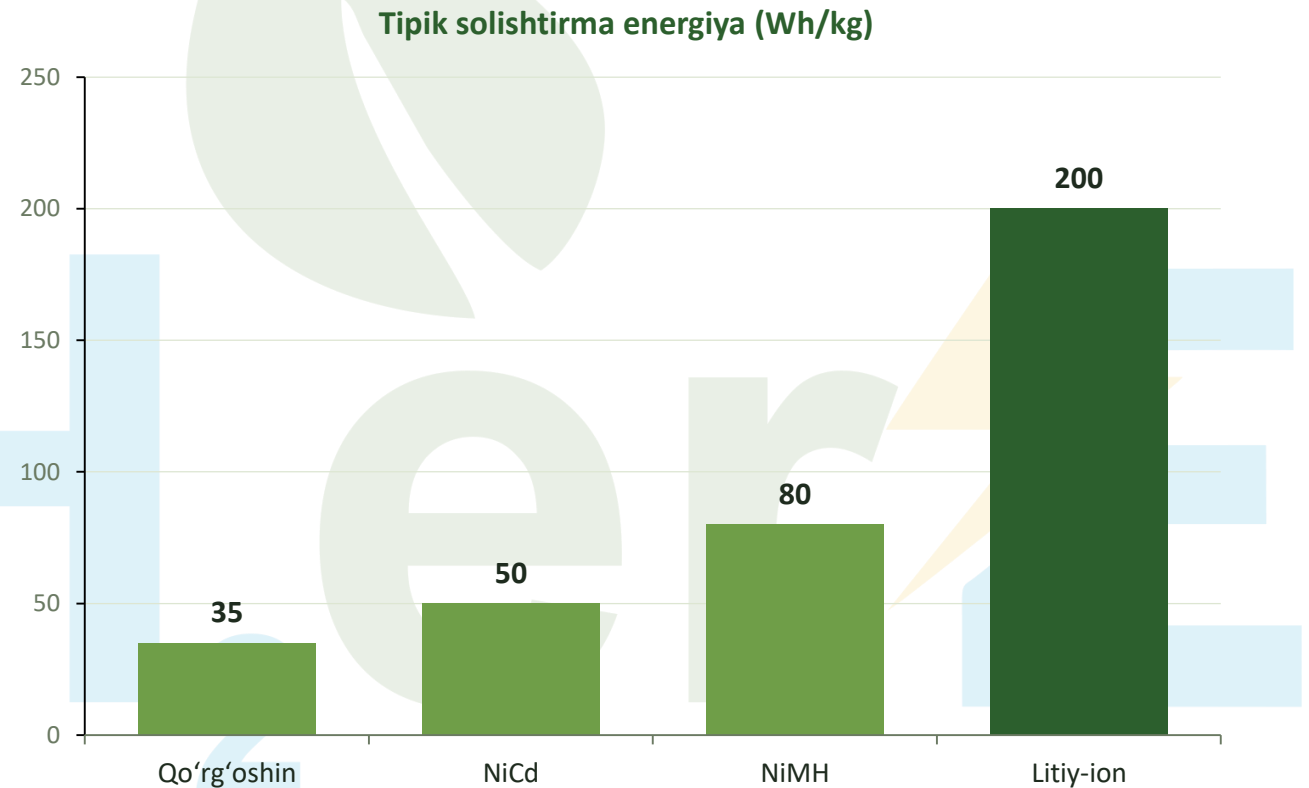
NEGA LITIY-IONLI

Kimyo bo'yicha solishtirma energiya

Solishtirma energiya = birlik **og'irlikka** to'g'ri keladigan saqlangan energiya (Wh/kg).

Energiya zichligi = birlik **hajmga** to'g'ri keladigan saqlangan energiya (Wh/L).

Yuqori qiymatlar bir xil energiya uchun **yengilroq va kichikroq** batareyalarni anglatadi — litiy-ion ustunligining asosiy sababi.



NEGA LITIY-IONLI

Litiy-ionli batareya afzalliklari



Yuqori energiya zichligi

Aksariyat qayta zaryadlanadiganlarga qaraganda har kg va litrda ko'proq energiya.



Yuqori kuchlanish

Har element ≈ 3.7 V, NiMH/NiCd uchun ≈ 1.2 V — ko'pincha bitta element yetarli.



Past o'z-o'zidan razryad

Zaryadini oylar davomida saqlaydi; NiMH/NiCd kuniga 1–5 % yo'qotadi.



Uzoq umr

Ikkala elektroddagi yumshoq interkalatsiya ko'p sikllarni ta'minlaydi.

NEGA LITIY-IONLI

...ammo o'z kamchiliklari bor



Narx

Hozircha shu sig'imdagi NiMH/NiCd'dan qimmatroq.



Ishlab chiqarish

Ishlab chiqarish murakkabroq; sifat va tozalik ishlashga kuchli ta'sir qiladi.



Xavfsizlik

Reaktiv kimyo kamroq barqaror — maxsus muomala va ehtiyot choralari kerak.



Himoya zarur

Ortiqcha va kam zaryaddan shikastlanishni oldini oluvchi sxema bo'lishi shart.

Xulosa: litiy-ionni ajoyib qiladigan narsa (energiya) aynan boshqaruvni zaruriy qiladi.

QO'LLANILISHI

Yirik batareya to'plamlari qayerda muhim

HEV

Gibrid avtomobil

Batareya + boshqa manba (masalan, dvigatel); deyarli nol elektr masofa.

PHEV

Quvvatlanadigan gibrid

Kattaroq batareya bir oz to'liq elektr masofa beradi.

E-REV

Kengaytirilgan masofa

Kattaroq batareya; to'liq yuklamada ham to'liq elektr.

BEV

To'liq elektromobil

Butun harakat quvvatini batareya beradi.

Tarmoq

Saqlash va zaxira

Yirik statsionar saqlash va zaxira quvvat.

Bularning barchasi **yirik, yuqori kuchlanishli, yuqori tokli** to'plamlar. Umumiyliklari farqlardan ustun — ularni birgalikda **xEV** deb ataymiz.

OLDINGA NAZAR

Nega har bir yirik to'plamga BMS kerak

Boshqarilmaydigan litiy-ionli elementlar yonishi yoki portlashi mumkin. **Batareyani boshqarish tizimi (BMS)** — to'plamni xavfsiz va foydali saqlovchi o'rnatilgan elektronika va algoritmlar.

1

Himoya

Xavfli holatlarni aniqlaydi; operator va elementlarni asraydi.

2

Uzaytirish

Elementlarni sog'lom saqlab, batareya umrini uzaytiradi.

3

Baholash

Zaryad holati (SOC) va salomatlik holatini (SOH) kuzatadi.

4

Muvozanat

Elementlarni tenglashtirib, to'plam yagona ishlaydi.

5

Xabardor qilish

Kontrollerga quvvat chegaralarini beradi; zaryadni boshqaradi.

O'ZINGIZNI SINANG

Darsdagi savollar

Q1

Batareya ketma-ket ulangan to'rtta 3.6 V, 10 Ah elementdan tuzilgan. Uning nominal kuchlanishi, sig'imi va energiyasi qancha?

Q2

40 Ah elementning C/5 razryadiga qaysi tok mos keladi va u qancha davom etadi?

Q3

Litiy-ion NiMH'dan afzal ko'rilishining ikki sababini va xavfsiz ishlatish qiyinligining bir sababini ayting.

Q4

Bir gapda element, batareya va to'plam orasidagi farqni tushuntiring.

Qo'shningiz bilan muhokama qiling, so'ng Q1'ni doskada birga yechamiz.

YECHIM NAMUNASI

Q1 — bosqichma-bosqich

Berilgan: to'rtta 3.6 V, 10 Ah element — **ketma-ket** ulangan.

1

Kuchlanish

Ketma-ket → kuchlanishlar qo'shiladi

$$4 \times 3.6 \text{ V} = 14.4 \text{ V}$$

2

Sig'im

Ketma-ket → sig'im o'zgarmaydi

10 Ah

3

Energiya

Kuchlanish × sig'im

$$14.4 \text{ V} \times 10 \text{ Ah} = 144 \text{ Wh}$$

YAKUN

Asosiy xulosalar

- ▶ Element — eng kichik elektrokimyoviy birlik; batareya va to'plamlar elementlardan tuziladi.
- ▶ Birlamchi elementlar bir martalik; ikkilamchi elementlar qayta zaryadlanadi.
- ▶ Elementlar nominal kuchlanish va sig'imga ega; C-tezligi tokni normallashtiradi.
- ▶ Energiya $\approx$ kuchlanish $\times$ sig'im; quvvat — energiya chiqarish tezligi.
- ▶ Ketma-ket ulash kuchlanishni, parallel ulash sig'imni qo'shadi.
- ▶ Element razryadda saqlangan elektrokimyoviy potensialni elektr ishiga aylantiradi.
- ▶ Litiy-ion yuqori energiya, uzoq umr va past o'z-o'zidan razryad beradi — lekin BMS talab qiladi.

Thank you for your attention!

A large, faded version of the SPHER logo, serving as a background for the text. It includes the letters 'S', 'p', 'H', 'e', 'r' in green and blue, with a yellow lightning bolt to the right of the 'r'. A large green leaf is also visible behind the text.