

O'ZGARMAS TOK ZANJIRLARI (KIRXGOF QONUNLARI BILAN)

1-BO'LIM. ELEKTR TOKI VA TOK ZICHLIGI

Olimpiadaga tayyorgarlik uchun METODIK TAVSIYA

1. BO'LIMNING METODIK MAQSADI

Bu bo'limning vazifasi — o'quvchiga elektr toki nima ekanligi va uni son jihatdan qanday ifodalashni chuqur, texnik va olimpiadaviy darajada tushuntirish.

O'quvchi quyidagilarni aniq bilishi kerak:

elektr zaryad qayerdan va qanday harakat qiladi

tok kuchi faqat "o'lchamli" son emas, balki zaryad oqim tezligi

tok zichligi — faqat formulaga yoziladigan narsa emas, balki jismning ichida zaryad qanday taqsimlanishini ko'rsatuvchi fizik kattalik

2. MAVZU BAYONI

2.1. Elektr toki nima?

Elektr toki — bu zaryadlangan zarralarning yo'nalgan harakati.

Metodik urg'u:

"Elektr harakat qilmayapti — zaryadlar harakat qilayapti."

Odatda o'tkazgichlarda tokni elektronlar hosil qiladi.

2.2. Tok kuchi I

Tok kuchi — bir sekundda o'tkazgichning kesimidan oqib o'tgan zaryad miqdori:

$$I = q/t$$

yoki zaryad oqimi sifatida:

$$I = \Delta q / \Delta t$$

SI birlik: amper (A)

Agar tok “teskari tomonga” harakat qilsa ham, kattalik sifatida I musbat bo‘ladi — bu metodik jihatdan muhim.

2.3. Tok yo‘nalishi

Darsliklarda tok yo‘nalishi musbat zaryadlar oqimi sifatida belgilanadi.

Elektronlar teskari tomonga harakat qilsa ham, tok yo‘nalishi musbatdan manfiyga qaratiladi.

2.4. Tok zichligi j

Tok zichligi — kesim sathidan bir sekundda oqib o‘tgan tok kuchining maydonga nisbati:

$$j = I/S$$

Bu vektor kattalik bo‘lib, yo‘nalishi tok yo‘nalishiga o‘xshash.

Agar zaryad tekis tarqalmagan bo‘lsa:

$$j = nqv$$

bu yerda

n — bir m^3 dagi erkin zaryadlar soni

q — bitta zaryad

v — sirpanish tezligi

Metodik urg‘u:

Sirpanish tezligi elektronlarning haqiqiy harakat tezligi bo‘lib, juda kichik (mm/s).

3. KONDUKSIYA TOKINING MIKROSKOPIK MODELI

Elektr maydoni E o‘tkazgich ichida elektronlarni sekinlashtirilgan harakatga majbur qiladi.

Ularning tartibsiz issiqlik harakatiga kichik bir yo‘nalgan qo‘shimcha paydo bo‘ladi — mana shu sirpanish tezligi v_d .

Mikroskopik model:

$$I = nq v_d S$$

$$j = nq v_d$$

Elektr maydonidagi zaryadlarga kuch ta'sir etadi:

$$F = qE$$

Bu kuch elektronlarning o'rtacha tezligini hosil qiladi.

4. O'QITISH METODIKASI

4.1. Kuchli boshlanish savoli

“Tok o'tayotgan simdagi elektronlar nega yorug'lik tezligida yugurmaydi?”

Bu savol orqali:

- 📖 sirpanish tezligi
 - 📖 tok kuchi
 - 📖 zaryad zichligi
- tushunchalari ochiladi.

4.2. Metodik ketma-ketlik

Zaryad va uning xossalari

Tok kuchini “zaryad oqimi” sifatida tushuntirish

Sirpanish tezligi — tokning haqiqiy mikro modeli

Tok zichligi j

$j = nqv$ bog'lanishi

5. TIPIK METODIK XATOLAR

Tokni zaryadning to'liq tezligi deb o'ylash

$j = I/S$ formulani faqat “rayon kesimi” deb tushunish

n va q ning fizik ma'nosiga e'tiborsiz yondashish

Tok yo'nalishida elektronlar ham shunday harakat qiladi deb o'ylash

Metodik yechim:

Har bir formula uchun alohida “bu nimani anglatadi?” savolini yozdirish.

6. NAMUNA MASALA (QIYINROQ, METODIK)

Masala

Kesim yuzasi $S = 0,5 \text{ mm}^2$ bo'lgan mis simdan $I = 3 \text{ A}$ tok o'tmoqda. Elektron zichligi $n = 8,5 \cdot 10^{28} \text{ 1/m}^3$, elektron zaryadi $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Topilsin: elektronlarning sirpanish tezligi v_d .

7. YECHIM (TO'LIQ, METODIK)

Formula:

$$I = nq v_d S$$

Demak:

$$v_d = I/(n q S)$$

Ma'lumotlarni joylaymiz:

$$S = 0,5 \text{ mm}^2 = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$v_d = 3/(8,5 \cdot 10^{28} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,5 \cdot 10^{-6})$$

Pastki qism:

$$8,5 \cdot 1,6 = 13,6$$

$$13,6 \cdot 0,5 = 6,8$$

$$\text{Darajalar: } 10^{28} \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-6} = 10^3$$

Demak:

$$v_d \approx 3/(6,8 \cdot 10^3) \approx 4,4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

Javob:

$$v_d \approx 4,4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s (taxminan } 0,4 \text{ mm/s)}$$

2-BO'LIM. O'ZGARMAS TOK UCHUN OM QONUNI (TO'LIQ ZANJIR)

Olimpiadaga tayyorgarlik uchun METODIK TAVSIYA

1. BO'LIMNING METODIK MAQSADI

Bu bo‘limning asosiy vazifasi — o‘quvchini:

- “ $I = U/R$ ” darajasidan olib chiqish
- real elektr manbasi tushunchasini shakllantirish
- ichki qarshilik nima ekanini va nega u tokni cheklashini tushuntirish

Bu bo‘limni bilmagan o‘quvchi:

- murakkab sxemada adashadi
- Kirxgof qonunlarini mexanik qo‘llaydi
- olimpiadada muhim ballni qoldirib ketadi

2. MAVZU BAYONI

2.1. Om qonuni (bo‘lak zanjir uchun)

Oddiy holatda, agar o‘tkazgich uchlaridagi kuchlanish U bo‘lsa:

$$I = U/R$$

Bu bo‘lak zanjir uchun Om qonunidir.

Metodik eslatma:

Bu formula FAFAQAT tashqi o‘tkazgich uchun, ya’ni manba ichida ishlamaydi.

2.2. Elektr yurituvchi kuch (EYuK, ε)

Elektr yurituvchi kuch (ε) — bu:

elektr manbada birlik zaryadni ko‘chirish uchun begona kuchlar bajargan ish

$$\varepsilon = A/q$$

Bu kuchlanish emas, energiya manbai xossasi

Tipik xato: ε ni U bilan bir xil deb o‘ylash.

2.3. Ichki qarshilik r

Real har qanday manbaning:

- 📖 elektroliti
- 📖 spiral
- 📖 materiallari

tokka qarshilik ko'rsatadi.

Bu qarshilik ichki qarshilik r deb ataladi.

Metodik urg'u:

Agar $r = 0$ bo'lsa — manba ideal bo'ladi
(lekin real hayotda bunday manba yo'q).

3. OM QONUNI (TO'LIQ ZANJIR UCHUN)

ASOSIY FORMULA

Agar zanjirda:

- 📖 tashqi qarshilik R
- 📖 manbaning ichki qarshiligi r
- 📖 EYuK ε

bo'lsa, u holda tok:

$$I = \varepsilon / (R + r)$$

Bu formula:

- 📖 olimpiadada juda ko'p ishlatiladi
- 📖 Kirxgof qonunlarining xususiy holati

4. KUCHLANISHLAR TAQSIMLANISHI

(Juda muhim joy!)

Manba uchlaridagi kuchlanish:

$$U = \varepsilon - I r$$

yoki

$$U = I R$$

Bu ikkala ifoda bir xil manoni beradi.

Metodik xulosa:

Manba yuklanganida kuchlanish ε dan kichik bo'ladi.

5. QISQA TUTASHUV

(Olimpiada klassikasi)

Agar tashqi qarshilik $R = 0$ bo'lsa:

$$I_{qisqa} = \varepsilon / r$$

Bu — maksimal tok.

Metodik eslatma:

Qisqa tutashuv — kuchlanishning yo'qolishi emas, balki tokning haddan tashqari ortishi.

6. O'QITISH METODIKASI

6.1. Kuchli savol

“Nega telefon bataryasi ulanmay turganda 4 V, lekin yuk ulanganida 3,7 V ko'rsatadi?”

Bu savol:

- 📖 ichki qarshilik
- 📖 kuchlanish tushuvi
- 📖 real manba tushunchasini ochadi.

6.2. Metodik ketma-ketlik

Ideal va real manba farqi
EYuK tushunchasi
Ichki qarshilik
To'liq zanjir Om qonuni
Maxsus holatlar ($R \rightarrow 0$, $R \rightarrow \infty$)

7. TIPIK METODIK XATOLAR

$I = U/R$ ni to'liq zanjirga qo'llash
 ε va U ni aralashtirish
Ichki qarshilikni unutish
Qisqa tutashuvni noto'g'ri tushunish

Metodik yechim:

Har masalada albatta r chizib ko‘rsatiladi.

8. NAMUNA MASALA (QIYIN, OLIMPIADABIY)

Masala

EYuK $\varepsilon = 12\text{ V}$, ichki qarshilik $r = 1\ \Omega$ bo‘lgan manbaga $R = 5\ \Omega$ qarshilikli o‘tkazgich ulangan.

Topilsin:

- a) zanjirdagi tok I
- b) manba uchlaridagi kuchlanish U
- c) tashqi qarshilikda ajralgan quvvat P

9. YECHIM (TO‘LIQ)

a) Tok:

$$I = \varepsilon / (R + r) = 12 / (5 + 1) = 2\text{ A}$$

b) Kuchlanish:

$$U = I R = 2 \cdot 5 = 10\text{ V}$$

(c) quvvat:

$$P = I^2 R = 4 \cdot 5 = 20\text{ W}$$

Tekshiruv:

$$\varepsilon = U + I r = 10 + 2 = 12\text{ V}$$

3-BO‘LIM. ICHKI QARSHILIKLI MANBALARNI

KETMA-KET VA PARALEL ULASH

(O‘zgarmas tok zanjirlari uchun METODIK TAVSIYA)

1. BO‘LIMNING METODIK MAQSADI

Bu bo‘limning vazifasi — o‘quvchiga:

- 📖 bir nechta manba bilan ishlashni,
- 📖 EYuK va ichki qarshilikni mexanik emas, fizik ma’noda qo‘shishni,
- 📖 “ko‘p batareyali” olimpiada masalalaridan qo‘rqmaslikni

o‘rgatishdir.

Metodik g'oya:

Manbalar qo'shilmaydi — ularning TA'SIRI qo'shiladi.

2. MAVZU BAYONI

2.1. Nega bu bo'lim qiyin?

Ko'pchilik:

- 📖 faqat tashqi resistordan iborat sxemaga o'rganib qolgan,
- 📖 ichki qarshilikni "ko'rmaydi",
- 📖 EYuK ni oddiy kuchlanish deb o'ylaydi.

Lekin olimpiadada:

99 % sxemalar real manbalar bilan keladi.

3. MANBALARNI KETMA-KET ULASH

3.1. Fizik mazmun

Agar manbalar:

- ∞ bir xil yo'nalishda ulangan bo'lsa,
ular zaryadga ketma-ket energiya beradi.

3.2. Asosiy formulalar

Agar n ta manba ketma-ket ulangan bo'lsa:

- ∞ Umumiy EYuK:

$$\varepsilon_{um} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n$$

- ∞ Umumiy ichki qarshilik:

$$r_{um} = r_1 + r_2 + \dots + r_n$$

- ∞ Zanjirdagi tok:

$$I = \varepsilon_{um} / (R + r_{um})$$

Metodik eslatma:

Qarshiliklar singari — ichki qarshiliklar ham qo'shiladi.

3.3. Qarama-qarshi ulangan manbalar

Agar manbalardan biri teskari ulangan bo'lsa:

$$\varepsilon_{um} = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$$

(r har doim qo‘shiladi!)

Bu hollarda kuchli savol:

“Qaysi manba zaryadni ko‘proq ‘itarayapti’?”

4. MANBALARNI PARALEL ULASH

4.1. Qachon parallel ulanadi?

Parallel ulash:

- ∞ katta tok olish kerak bo‘lganda,
- ∞ kuchlanishni o‘zgartirmasdan ishlaganda qo‘llaniladi.

4.2. Teng manbalar (olimpiada klassikasi)

Agar n ta bir xil manba parallel ulangan bo‘lsa:

📖 Umumiy EYuK:

$$\varepsilon_{um} = \varepsilon$$

📖 Umumiy ichki qarshilik:

$$r_{um} = r/n$$

📖 Tok:

$$I = \varepsilon / (R + r/n)$$

Metodik urg‘u:

Parallel ulash — ichki qarshilikni kamaytiradi.

4.3. Teng bo‘lmagan manbalar (yuqori daraja)

Bu holda soddalashtirish qo‘llaniladi:
manbalar ekvivalent real manba bilan almashtiriladi
(bu Kirxgof qonunlariga olib keladi).

Olimpiada darajasida:

odatda bir xil manbalar beriladi.

5. O‘QITISH METODIKASI

5.1. Ochuvchi savol

“Nega telefon batareyalari ketma-ket emas, parallel ishlatiladi?”

Bu savol:

- 📖 ichki qarshilik,
- 📖 tok cheklovi,
- 📖 energiya yo'qotilishi tushunchalarini ochadi.

5.2. Metodik ketma-ketlik

Bitta real manba
Ketma-ket ulash
Qarama-qarshi holat
Parallel ulash
Qiyoslash (qayerda qaysi foydali)

6. TIPIK METODIK XATOLAR

Parallelda EYuK qo'shib yuborish
Qarama-qarshi EZhK ishorasini unutish
r ni hisobga olmaslik
Faqat formula ko'rish, sxema chizmaslik

Metodik dori:

Har masalada manbalar yo'nalishini strelka bilan chizish.

7. NAMUNA MASALA (QIYIN, OLIMPIADABIY)

Masala

Ikki bir xil manba:

1. $\varepsilon = 6 \text{ V}$
2. $r = 1 \Omega$

ketma-ket ulangan va tashqi $R = 4 \Omega$ qarshilikka ulanadi.

Topilsin:

- a) zanjirdagi tok
- b) har bir manbaning quvvati

8. YECHIM (TO'LIQ, METODIK)

a) Tok

Umumiy EYuK:

$$\varepsilon_{um} = 6 + 6 = 12 V$$

Umumiy ichki qarshilik:

$$r_{um} = 1 + 1 = 2 \Omega$$

$$I = \varepsilon_{um}/(R + r_{um}) = 12/(4 + 2) = 2 A$$

b) Har bir manbaning quvvati

Bir manba uchun:

$$P = \varepsilon \cdot I = 6 \cdot 2 = 12 W$$

Javob:

$$I = 2 A$$

Har bir manba 12 W quvvat beradi.

4-BO‘LIM. KIRXGOFNING 1-QONUNI (TUGUN QOIDASI)

O‘zgarmas tok zanjirlari uchun METODIK TAVSIYA

1. BO‘LIMNING METODIK MAQSADI

Bu bo‘limning vazifasi — o‘quvchiga:

- 📖 “tok qayerga ketadi?” degan savolga aniq javob berish,
- 📖 tugunlarda tok taqsimlanishini matematik va fizik asosda tushuntirish,
- 📖 murakkab tarmoqlarda ko‘zni yumib emas, qonun bilan ishlashni o‘rgatishdir.

Metodik g‘oya:

Elektr toki yo‘qolmaydi va paydo bo‘lmaydi — faqat tarmoqlanadi.

2. MAVZU BAYONI

2.1. Tugun tushunchasi

Tugun — bu:

kamida uchta o‘tkazgich birlashgan nuqta.

Tugun — zanjirning strategik joyi, chunki aynan shu yerda tok bo‘linadi yoki qo‘shiladi.

2.2. Kirxgofning 1-qonuni (matematik ifoda)

Tugunda toklar algebraik yig'indisi nolga teng:

$$\sum_{I=0} I = 0$$

yoki amaliy yozilishi kirayotgan toklar yig'indisi = chiqayotgan toklar yig'indisi

$$I_{kir} = I_{chiq}$$

Metodik eslatma:

Tok yo'nalishini o'zing tanlaysan,
lekin belgining (+/−) oldini olishing shart.

3. FIZIK MA'NO (Nega bu ishlaydi?)

Tok — bu zaryad oqimi.

Tugun ichida:

- 📖 zaryad yig'ilib qolmaydi,
- 📖 zaryad yo'qolmaydi.

Aks holda tugun zaryadlanib qolardi,
bu esa statsionar tok uchun mumkin emas.

4. QANDAY QO'LLANILADI?

(AMALIY METODIKA)

Tugunni tanla

Barcha toklarni belgila (shartli yo'nalish)

Kirayotganlarga "+", chiqayotganlarga "−" qo'y

Tenglama tuz:

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

Metodik foyda:

Noto'g'ri yo'nalish tanlansa ham,
manfiy ishora xatoni tuzatib beradi.

5. O'QITISH METODIKASI

5.1. Ochuvchi savol

“Agar tok tugunda yo‘qolib ketsa, nima bo‘lar edi?”

Bu savol:

- 📖 zaryad saqlanishini,
- 📖 tugun qonunining zarurligini ochadi.

5.2. Metodik ketma-ketlik

Oddiy uch tarmoqli tugun
Belgilar bilan yozish
Murakkab tugunlar
Simmetriya holatlari
Real olimpiada sxemalari

6. TIPIK METODIK XATOLAR

Tok yo‘nalishini chizmasdan yozish
“Kelayapti–ketayapti”ni chalkashtirish
Tugunni noto‘g‘ri tanlash
Belgini almashtirib yuborish

Metodik dori:

Har doim tugun atrofiga aylana chiz, tok strelkalarini yoz.

7. NAMUNA MASALA (OLIMPIADABIY)

Masala

Tugunda uchta o‘tkazgich tutashgan.
 $I_1 = 3\text{ A}$ va $I_2 = 2\text{ A}$ tugunga kiriyapti.

Topilsin:

a) I_3 — tugundan chiqayotgan tok.

8. YECHIM (TO‘LIQ)

Kirxgofning 1-qonuni:

$I_{\text{kir}} = I_{\text{chiq}}$

$$3 + 2 = I_3$$

$$I_3 = 5\text{ A}$$

Javob:

$$I_3 = 5 \text{ A}$$

9. METODIK XULOSA

Bu bo‘lim o‘zlashtirilsa:

1. tok tarmoqlanishi qo‘rqinchli bo‘lmaydi
2. murakkab sxema sodda tenglamalarga aylanadi
3. 2-qonunga o‘tish oson bo‘ladi

5-BO‘LIM. KIRXGOFNING 2-QONUNI (KONTUR QOIDASI)

O‘zgarmas tok zanjirlari uchun METODIK TAVSIYA

1. BO‘LIMNING METODIK MAQSADI

Bu bo‘limning vazifasi — o‘quvchini:

- 📖 “bu yerda $I = U/R$ yetmaydi” darajasidan olib chiqish
- 📖 energiya balansi orqali sxema tahlil qilishga o‘rgatish
- 📖 murakkab, bir nechta manbali, bir nechta konturli sxemalarni tizimli va xatosiz yechishga tayyorlash

Metodik g‘oya:

Elektr zanjirda energiya YO‘QOLMAYDI — faqat taqsimlanadi.

2. MAVZU BAYONI

2.1. Kontur tushunchasi

Kontur — bu:

sxemada yopiq yo‘l bo‘lib, tok shu yo‘l bo‘ylab aylanishi mumkin.

☞ Bir sxemada bir nechta kontur bo‘lishi mumkin, lekin ular mustaqil bo‘lishi shart.

2.2. Kirxgofning 2-qonuni (asosiy qoida)

Har qanday yopiq konturda:

EYuK lar algebraik yig‘indisi = kuchlanish tushuvlari algebraik yig‘indisi

Bu — energiyaning saqlanish qonunining elektr zanjiridagi ifodasi.

3. BELGILAR QOIDASI

(ENG KO'P XATO QILINADIGAN JOY)

Bu joyni tushunmasdan kontur masalasi YECHILMAYDI.

3.1. Kontur yo'nalishini tanlash

- 📖 Kontur yo'nalishini ixtiyoriy tanlaysan (soat strelkasi bo'yicha yoki teskarisi)
- 📖 Tanlab bo'lgach, oxirigacha o'zgartirmaysan

3.2. EYuK uchun ishora

- 📖 Agar kontur bo'ylab manbaning manfiy qutbidan musbatiga o'tsang $\rightarrow +\varepsilon$
- 📖 Aksincha o'tsang $\rightarrow -\varepsilon$

3.3. Qarshilikdagi kuchlanish tushuvi

- 📖 Tok yo'nalishi bilan yursang $\rightarrow +IR$
- 📖 Teskari yo'nalishda yursang $\rightarrow -IR$

Metodik eslatma:

Belgini yodlashdan ko'ra, rasmda tok va kontur yo'nalishini chizish shart.

4. QANDAY YECHILADI?

(METODIK ALGORITM)

Mustaqil konturlarni tanla
Har bir kontur uchun tok yo'nalishini belgilab ol
Kontur yo'nalishini tanla
Har konturga bitta Kirxgof-2 tenglama yoz
Hosil bo'lgan tenglamalar sistemasini yech

Konturlar soni = mustaqil toklar soni

5. O'QITISH METODIKASI

5.1. Ochuvchi savol

“Nega ketma-ket elementlarda kuchlanishlar qo'shiladi?”

Bu savol:

- 📖 kontur tushunchasini

📖 energiya saqlanishini
ochib beradi.

5.2. Metodik ketma-ketlik

Bitta konturli sxema
Ikki konturli sxema
Umumiy qarshilikli konturlar
Qarama-qarshi manbalar
Simmetrik sxemalar

6. TIPIK METODIK XATOLAR

Kontur yoʻnalishini chizmaslik
IR ishorasini chalkashtirish
EYuK va kuchlanishni aralashtirish
Konturlar sonini notoʻgʻri tanlash

Metodik davo:

Har bir konturga oval chiz, ustiga yoʻnalish qoʻy.

7. NAMUNA MASALA (OLIMPIADABIY, IKKI KONTURLI)

Masala

Sxemada:

1. $\varepsilon_1 = 12\text{ V}, r_1 = 1\ \Omega$
2. $\varepsilon_2 = 6\text{ V}, r_2 = 1\ \Omega$
3. $R = 4\ \Omega$

Manbalar qarama-qarshi ulangan.

Topilsin: har bir konturdagi tok.

8. YECHIM (TOʻLIQ, METODIK)

Konturlar uchun toklarni I_1 va I_2 deb olamiz.

Umumiy R qarshilikdan toklar qarama-qarshi yoʻnalishda oqadi.

1-kontur uchun:

$$\varepsilon_1 - I_1 r_1 - (I_1 - I_2)R = 0$$

$$12 - I_1 - 4(I_1 - I_2) = 0$$

$$12 - 5I_1 + 4I_2 = 0$$

2-kontur uchun:

$$\varepsilon_2 - I_2 r_2 - (I_2 - I_1)R = 0$$

$$6 - I_2 - 4(I_2 - I_1) = 0$$

$$6 - 5I_2 + 4I_1 = 0$$

Tenglamalar sistemasi

$$5I_1 - 4I_2 = 12$$

$$-4I_1 + 5I_2 = 6$$

Yechsak:

$$I_1 = 4 \text{ A}$$

$$I_2 = 2 \text{ A}$$

Javob:

$$I_1 = 4 \text{ A},$$

$$I_2 = 2 \text{ A}$$

9. METODIK XULOSA

Bu bo‘lim o‘zlashtirilsa:

- 📖 xohlagan sxema “qo‘rqinchli” bo‘lmaydi
- 📖 Kirxgof masalalari sistemali yechiladi
- 📖 haqiqiy olimpiada darajasi boshlanadi

6-BO‘LIM. MURAKKAB SXEMALARNI SODDALASHTIRISH

(Simmetriya, ekvivalent qarshilik, yulduz–uchburchak)

O‘zgarmas tok zanjirlari uchun METODIK TAVSIYA

1. BO‘LIMNING METODIK MAQSADI

Bu bo‘limning vazifasi — o‘quvchini:

- 📖 “har bir rezistorni alohida hisoblash” odatidan chiqarish
- 📖 sxemani KO‘RA BILISHGA o‘rgatish

📖 bitta sxemani 5–6 tenglamasiz, bitta g‘oya bilan yechishga olib kelish

Metodik g‘oya:

Olimpiadada kuchli o‘quvchi hisoblamaydi — soddalashtiradi.

2. MAVZU BAYONI

2.1. Ekvivalent qarshilik tushunchasi

Ekvivalent qarshilik — bu:

sxema tashqi tomondan qaranganda o‘zini bitta rezistordek tutadigan qarshilik.

Agar tashqi kuchlanish U berilsa va tok I oqsa:

$$R_{eq} = U/I$$

Bu ta’rif:

- 📖 ketma-ket
- 📖 parallel
- 📖 murakkab holatlar
uchun ham amal qiladi.

3. SIMMETRIYA USULI

(ENG KUCHLI OLIMPIADA QUROLI)

3.1. Simmetriya nima?

Agar sxema:

1. geometrik jihatdan simmetrik bo‘lsa
2. yuklanish ham simetrik bo‘lsa

unda ayrim nuqtalarning potensiali bir xil bo‘ladi.

Natija:

ular orasidan tok OQMAydi
u joydagi rezistorni olib tashlash mumkin

3.2. Metodik qoida

Agar ikki nuqta:

- 📖 struktura jihatdan teng

📖 manbalarga nisbatan bir xil masofada

bo'lsa, ularning potentsiali teng.

Metodik eslatma:

Potentsiali teng nuqtalar orasidagi rezistor ishlamaydi.

3.3. Klassik olimpiada sxemalari

📖 kvadrat ichida diagonal

📖 kub (3D sxema)

📖 simmetrik ko'priklar

Bularning barchasida:

1- yoki 2-ta rezistorni bekor qilasiz, masala o'zi ochiladi.

4. KETMA-KET VA PARALLELGA KELTIRISH

(Texnik, lekin zarur)

Ketma-ket:

$$R = R_1 + R_2$$

Parallel:

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2$$

Bu oddiydek ko'rinadi, lekin murakkab sxemada qayerdan boshlash muhim.

Metodik maslahat: Avval faqat ketma-ket/parallellarni yul, chiqmagan joyda — boshqa usulga o't.

5. YULDUZ–UCHBURCHAK (Y–Δ) O'ZGARTIRISH

(YUQORI DARAJA)

Bu usul:

📖 simmetriya yo'q joyda

📖 Kirxgofga tushmaslik uchun ishlatiladi.

5.1. Yulduzdan uchburchakka ($Y \rightarrow \Delta$)

Agar yulduz qarshiliklari R_1, R_2, R_3 bo'lsa, uchburchakdagi qarshiliklar:

$$\begin{aligned}R_{12} &= (R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1) / R_3 \\R_{23} &= (R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1) / R_1 \\R_{31} &= (R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1) / R_2\end{aligned}$$

(qarama-qarshi tarmoqqa bo'linadi)

5.2. Uchburchakdan yulduzga ($\Delta \rightarrow Y$)

Agar uchburchakda R_{12}, R_{23}, R_{31} bo'lsa:

$$\begin{aligned}R_1 &= (R_{12} \cdot R_{31}) / (R_{12} + R_{23} + R_{31}) \\R_2 &= (R_{12} \cdot R_{23}) / (R_{12} + R_{23} + R_{31}) \\R_3 &= (R_{23} \cdot R_{31}) / (R_{12} + R_{23} + R_{31})\end{aligned}$$

Metodik eslatma: Formulani yodlashdan ko'ra, qayerda qo'llashni bilish muhim.

6. O'QITISH METODIKASI

6.1. Asosiy savol

“Bu sxemani tenglamasiz yechish mumkinmi?”

Agar javob ha bo'lsa — demak simmetriya yoki $Y-\Delta$ bor.

6.2. Metodik algoritm

Simmetriya bormi?

Ketma-ket/parallellar bormi?

$Y-\Delta$ yordam beradimi?

Oxirgi chora — Kirxgof

Bu algoritm olimpiada oltini.

7. TIPIK METODIK XATOLAR

Simmetriyani ko'rmaslik

Ishlamaydigan rezistorni hisoblash

$Y-\Delta$ ni keraksiz joyda qo'llash

Darrov Kirxgofga yopishib olish

8. NAMUNA MASALA (OLIMPIADABIY – SIMMETRIYA)

Masala

Bir kvadratning barcha tomonlarida R qarshiliklar bor, ichida esa diagonal bo‘ylab ham R qarshilik ulangan. Kvadratning qarama-qarshi uchlariga kuchlanish ulanadi.

Topilsin: ekvivalent qarshilik R_{eq} .

9. YECHIM (G‘OYA BILAN)

Kvadrat simmetrik.

Diagonal o‘rtasidagi nuqtalar potentsiali bir xil.

Demak:

☞ diagonal bo‘ylab joylashgan qarshilikdan tok oqmaydi.

Sxema ikkita parallel $R + R$ ga kamayadi:

Har biri: $2R$

Parallel ulangan:

$$R_{eq} = (2R \cdot 2R)/(2R + 2R) = R$$

Javob:

$$R_{eq} = R$$

7-BO‘LIM. ELEKTR QUVVAT VA ENERGIYA

(Joul–Lents qonuni, quvvatning maksimal sharti)

O‘zgarmas tok zanjirlari uchun METODIK TAVSIYA

1. BO‘LIMNING METODIK MAQSADI

Bu bo‘limning vazifasi — o‘quvchini:

- 📖 tok, kuchlanish va qarshilikdan energiyaga o‘tishga
- 📖 “qanday tok oqadi?”dan ko‘ra “qayerda qancha energiya ajraladi?” degan savolga
- 📖 olimpiadada eng ko‘p uchraydigan optimallashtirish masalalarini yechishga

tayyorlashdir.

Metodik g‘oya:

Olimpiadada tok emas — QUVVAT hal qiladi.

2. MAVZU BAYONI

2.1. Elektr quvvat P

Elektr quvvat — bu: birlik vaqtda ajralgan yoki uzatilgan energiya.

Asosiy ifodalar: $P = A/t$

O'zgarmas tok zanjirida:

$$\begin{aligned}P &= U I \\P &= I^2 R \\P &= U^2/R\end{aligned}$$

Metodik eslatma: Qaysi formulani ishlatish — nima berilganiga bog'liq, ularning barchasi ekvivalent.

2.2. Elektr energiya (ish) A

Agar quvvat vaqt davomida o'zgarmasa:

$$A = P t$$

Birlilik: joul (J)

Bu tushuncha:

- 📖 elektr isitkichlar
 - 📖 sug'urtalar
 - 📖 energiya sarfi
- masalalarida ishlatiladi.

3. JOUL–LENTS QONUNI

(ENG MUHIM NAZARIY NATIJA)

Rezistorda ajralgan issiqlik energiyasi:

$$Q = I^2 R t$$

Bu:

- ∞ energiya saqlanish qonuni
- ∞ elektr → issiqlik o'tishini ifodalaydi.

Metodik mazmun: Qarshilik katta bo'lsa — shu joyda qiziydi.

4. QUWWATNING TAQSIMLANISHI

(OLIMPIADA DETAILI)

Ketma-ket ulangan rezistorlar uchun:

- ∞ I bir xil
- ∞ $P \sim R$

Parallel ulangan rezistorlar uchun:

- ∞ U bir xil
- ∞ $P \sim 1/R$

Bu ikki holat:

- ∞ sug'urta masalalari
- ∞ rezistor kuyishi
masalalarida juda muhim.

5. MAKSIMAL QUVVAT SHARTI

(OLIMPIADA FAVORITI)

Manba:

- ∞ EYuK ε
- ∞ ichki qarshilik r

ga ega, tashqi qarshilik R ulangan.

Tashqi zanjirda ajralgan quvvat:

$$P = I^2 R = (\varepsilon^2 R)/(R + r)^2$$

Bu funksiya maksimumga ega.

ASOSIY NATIJA (YODDA QOLADI):

Quvvat maksimal bo'lishi uchun:

$$R = r$$

Metodik urg'u: Bu natija hosila bilan ham, fizik mantiq bilan ham olinadi.

5.1. Maksimal quvvat qiymati

Agar $R = r$ bo'lsa:

$$P_{max} = \varepsilon^2 / (4 r)$$

Bu formula:

- ∞ IPhO
 - ∞ Respublika
- masalalarida juda ko'p ishlatiladi.

6. O'QITISH METODIKASI

6.1. Ochuvchi savol

“Nega telefon zaryadlagichi kuchli tok bermaydi, lekin telefonni ham kuydirmaydi?”

Bu savol:

- ∞ maksimal quvvat
 - ∞ ichki qarshilik
- tushunchasini ochadi.

6.2. Metodik algoritm

Qaysi elementda quvvat so'ralgan?

Tokni topish mumkinmi?

Qaysi quvvat formulasi qulay?

Optimallashtirish bormi (maksimum)?

7. TIPIK METODIK XATOLAR

$P = UI$ formulani har joyga qo'llash

Ketma-ket va parallelida noto'g'ri xulosa

Maksimal quvvat shartini yodlab, lekin tushunmaslik
 r ni e'tiborsiz qoldirish

Metodik dori:

Har masalada yoz: “Qayerda energiya ajralyapti?”

8. NAMUNA MASALA (OLIMPIADABIY – MAKSIMAL QUVVAT)

Masala

EYuK $\varepsilon = 12 \text{ V}$ va ichki qarshilik $r = 2 \text{ } \Omega$ ga ega manbaga tashqi R qarshilik ulanadi.

Topilsin:

- a) maksimal quvvat sharti
- b) maksimal quvvat P_{max}

9. YECHIM (TO'LIQ)

- a) Shart

Maksimal quvvat uchun:

$$R = r = 2 \text{ } \Omega$$

- b) Maksimal quvvat

$$P_{\text{max}} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$$

$$P_{\text{max}} = 12^2 / (4 \cdot 2) = 144 / 8 = 18 \text{ W}$$

Javob:

$R = 2 \text{ } \Omega$ da quvvat maksimal,
 $P_{\text{max}} = 18 \text{ W}$.

10. METODIK XULOSA

Bu bo'lim o'zlashtirilsa:

- 📖 quvvat va energiya masalalari osonlashadi
- 📖 sxemani "qayeri kuyadi?" darajasida tahlil qilasan
- 📖 olimpiadada eng qimmat ball shu yerdan olinadi