

Fizika

1
kurs

MAVZU: O'zgarmas tok bo'limiga doir masalalar yechish

O'qituvchi:

“TIQXMMI” MTU FIZIKA va KIMYO KAFEDRASI

fizika fani o'qituvchisi O'rinbayev Sharofiddin Maksudovich

Zaryadga tok manbayining ichida ta'sir qilib, energiyani elektr zanjiriga yetkazib beradigan kuchlarga ***tashqi kuchlar*** yoki ***chet kuchlar*** deyiladi.

Tashqi kuchlar zaryadlarni ko'chirishda ish bajaradi.

Birlik musbat elektr zaryadni butun zanjir bo'ylab ko'chirishda tashqi kuchlar bajaradigan ish tok manbayining ***elektr yurituvchi kuchi (EYuK)*** deyiladi va ξ harfi bilan belgilanadi.

Elektr yurituvchi kuchning **SI** dagi birligi – volt (V).

$$\xi = \frac{A_{chet}}{q}$$

Agar zanjirdagi tok kuchi I bo'lsa, t vaqt ichida zanjirdan $q = It$ zaryad o'tadi. U holda yuqoridagi formulani quyidagicha yozish mumkin.

$$A = \xi It$$

$$Q_{ichki} = I^2 r t \quad Q_{tashqi} = I^2 R t$$

r – tok manbayining ichki qarshiligi.

Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra:

$$Q_{tashqi} + Q_{ichki} = A_{chet}$$

$$I^2 r t + I^2 R t = \xi I t$$

$$I(r + R) = \xi$$

$$I = \frac{\xi}{R+r} \text{ – Butun zanjir uchun Om qonuni.}$$

$(R + r)$ – zanjirning to'la qarshiligi.

$$\xi = IR + Ir$$

$$U = IR$$

Manba qutblaridagi **maksimal kuchlanish** ξ ga teng. Bu $I = 0$ bo'lganda bo'ladi. Tashqi zanjirga qarshilik ulanmasdan ochiq qolganda tok kuchi nol bo'ladi. Ushbu holda

$$U_{max} = \xi$$

Manba qutblarining orasidagi **minimal kuchlanish** nolga teng. Bu hol qisqa tutashuv ro'y berganda, ya'ni tashqi qarshilik $R = 0$ bo'lganda kuzatiladi. Bu holda tok kuchi maksimal bo'ladi:

$$I_{qis.tut.} = \frac{\xi}{r}$$

Bu tok **qisqa tutashuv toki** deb ataladi.

Tashqi zanjirda bajarilgan ish ***foydali ish*** deb yuritiladi va A_f bilan belgilanadi. Tokning bajargan ishi formulasidan

$$A_f = I^2 R t$$

$$\eta = \frac{A_f}{A_{chet}}$$

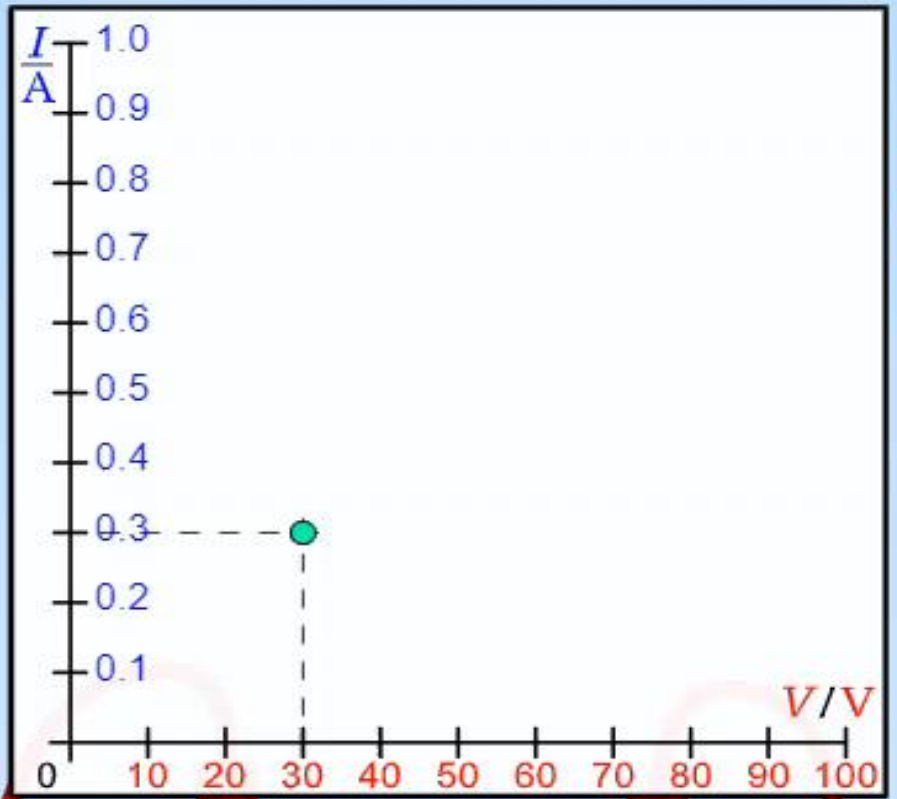
$$A_{chet} = I^2 R t + I^2 r t$$

$$\eta = \frac{I^2 R t}{I^2 R t + I^2 r t} = \frac{R}{R + r}$$

$$\eta = \frac{R}{R + r} \cdot 100\%$$

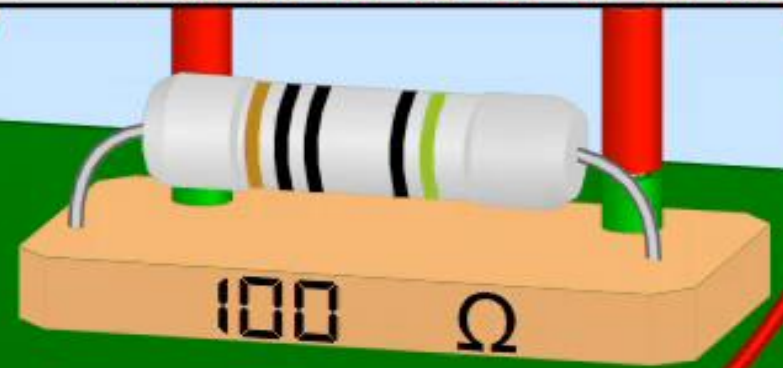
Bu ifodaga tok manbayining ***foydali ish koeffisyenti (FIK)*** deyiladi.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{30.0 \text{ V}}{100 \Omega} = 0.3 \text{ A}$$



- 10 A
- 1 A**
- 0.1 A

vassok.vladimir@gmail.com
www.vascab.cz

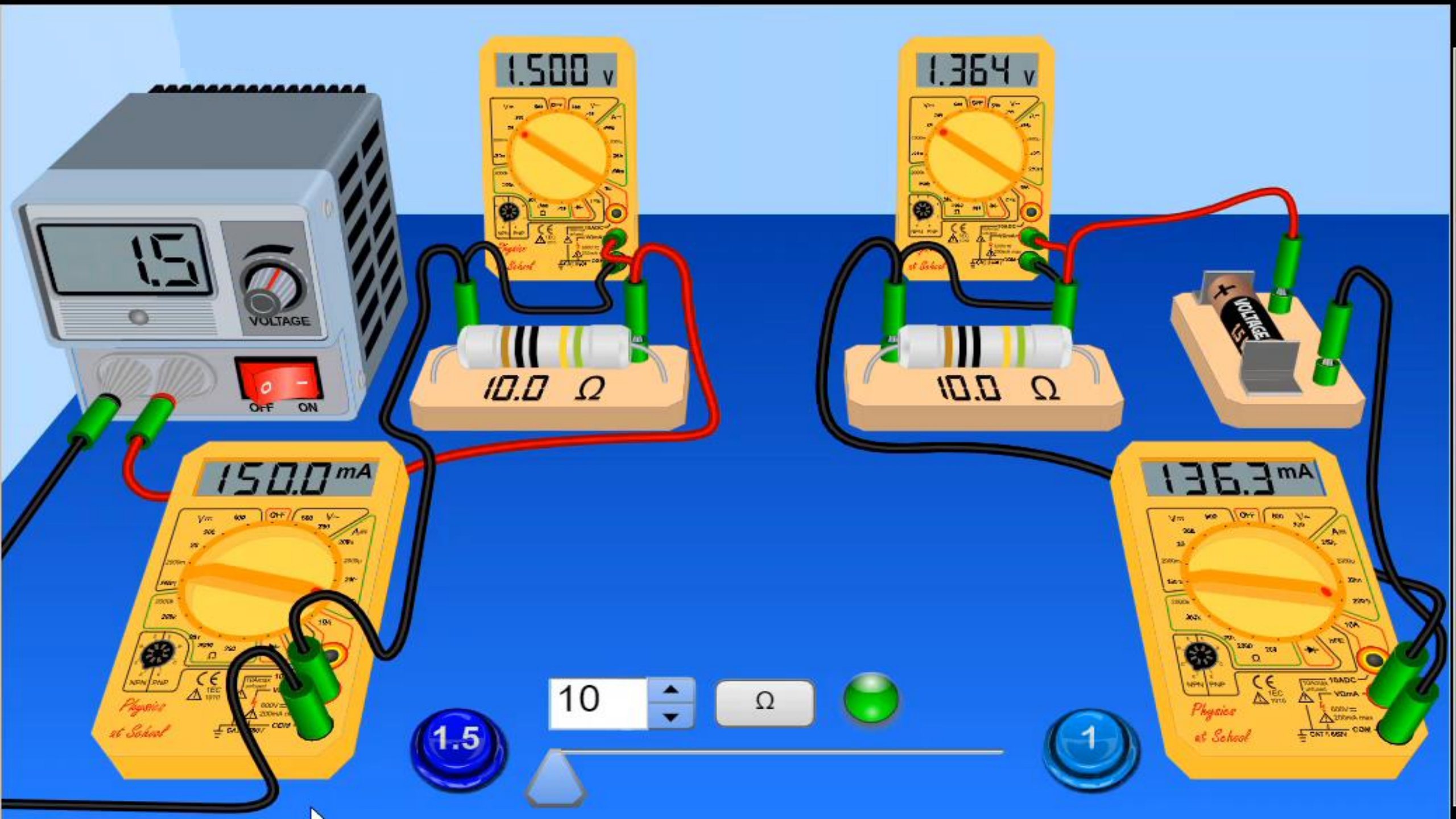


30.0

100

Ω





1-masala

Batareyaning EYuK 1,55 V. Uni qarshiligi 3Ω bo'lgan tashqi qarshilikka ulanganda batareya qisqichlaridagi kuchlanish 0,95 V ga teng bo'ldi.

Batareyaning ichki qarshiligi nimaga teng?

Berilgan:

$$\xi = 1,55 \text{ V}$$

$$R = 3 \Omega$$

$$U = 0,95 \text{ V}$$

Topish kerak: r —?

Formula:

$$\xi = IR + Ir; \quad U = IR; \quad I = \frac{U}{R}$$

$$\xi = U + Ir = U + \frac{U}{R}r$$

$$\frac{U}{R}r = \xi - U$$

$$r = \frac{(\xi - U)R}{U}$$

$$\text{Yechish: } r = \frac{(1,55 \text{ V} - 0,95 \text{ V}) \cdot 3 \Omega}{0,95 \text{ V}} \approx 1,89 \Omega$$

Javob: $r \approx 1,89 \Omega$

2 - masala

Ichki qarshiligi 2Ω , EYUK i esa $4,5 \text{ V}$ bo'lgan batareyaga 16Ω qarshilikli rezistor ulangan. Zanjirdagi tok kuchi qancha?

Berilgan:

$$\xi = 4,5 \text{ V}$$

$$r = 2 \Omega$$

$$R = 16 \Omega$$

Topish kerak: I —?

Formula:

$$\xi = IR + Ir$$

$$\xi = I(R + r)$$

$$I = \frac{\xi}{R+r}$$

Yechish:
$$I = \frac{4,5 \text{ V}}{2 \Omega + 16 \Omega} = 0,25 \text{ A}$$

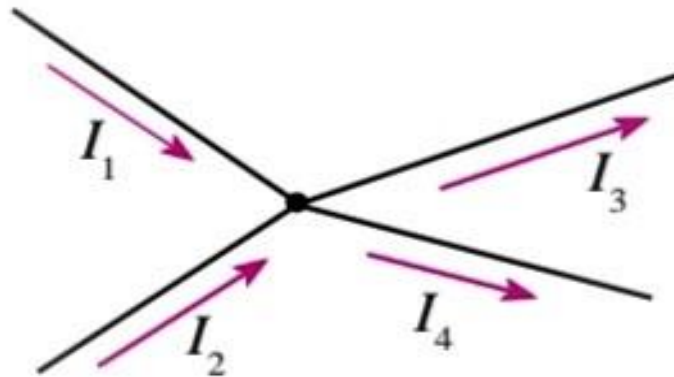
Javob: $I = 0,25 \text{ A}$

Elektr tokining kimyoviy manbalarining qutblarida hosil boʻladigan EYuKning qiymati kichik boʻladi. Masalan, galvanik elementlar turkumiga kiruvchi Daniel elementining EYuK 1,11 V ga, Leklanshe elementiniki 1,4 V ga teng. Kislotali akkumulyatorining zaryadlagan zahoti oʻlchangan EYuK 2,7 V boʻlsa, ishqorli akkumulyatorlarniki 1,3V boʻladi.

Koʻpgina texnik qurilmalarni ishlatish uchun katta kuchlanish talab qilinadi. Masalan, avtomobil motorini aylantirib ishga tushirib yuborish uchun katta quvvatli 12 V li oʻzgarmas tok manbayi kerak boʻladi. Bunday paytlarda elementlar yoki akkumulyatorlarni oʻzaro ketma-ket yoki parallel ulash kerak boʻladi.

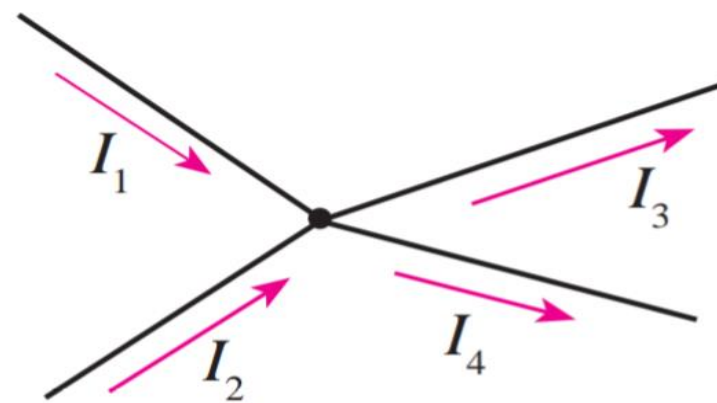
Tok manbalarini o'zaro ketma-ket yoki parallel ulashda hosil bo'lgan zanjirlardagi tok kuchi va kuchlanishlarni hisoblashda Kirxgof qoidalaridan foydalaniladi.

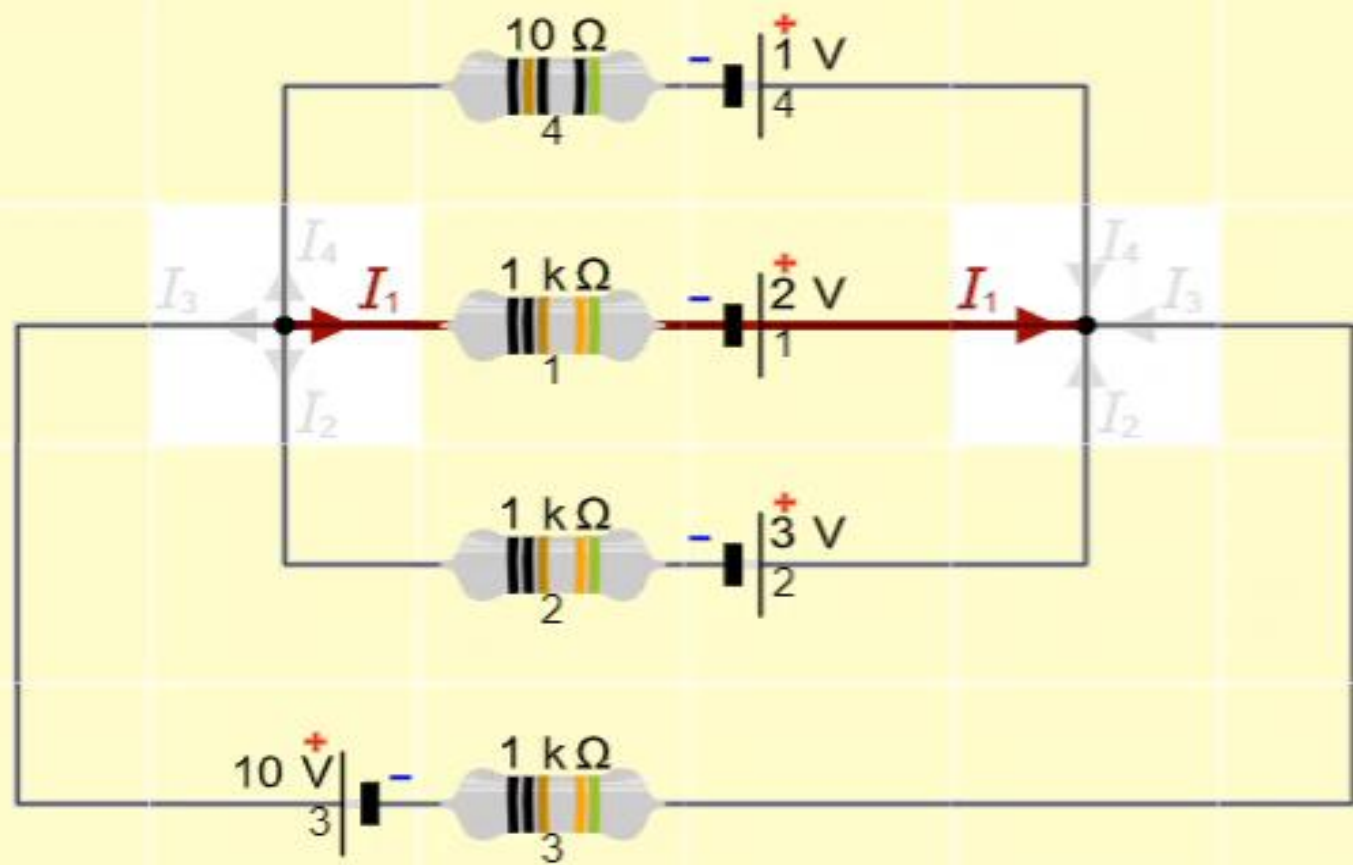
Tok o'tkazuvchi simlardan kamida uchtasi uchrashadigan nuqta tugun deyiladi. Tugunga kiruvchi tok yo'nalishini musbat, chiquvchi tok yo'nalishini manfiy deb qabul qilinadi.



Kirxgofning birinchi qoidasi zaryad saqlanish qonunining natijasi bo'lib, zanjirning hech bir nuqtasida (jumladan, tugunlarida ham) zaryad yig'ilishi yoki yo'qolishi mumkin emasligini ko'rsatadi. **Tugunga ulangan o'tkazgichlar orqali kiruvchi va undan chiquvchi toklarning algebraik yig'indisi nolga teng:**

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + \dots + I_n = 0$$





A control panel with three rows of buttons:

- Row 1: A plus sign icon, a left arrow, the number 0, and a right arrow.
- Row 2: A wire connection icon, a left arrow, the number 1, a blue right arrow (being clicked by a mouse), and a play button icon.
- Row 3: A square icon, a left arrow, the number 0, and a right arrow.

A bottom navigation bar with three elements:

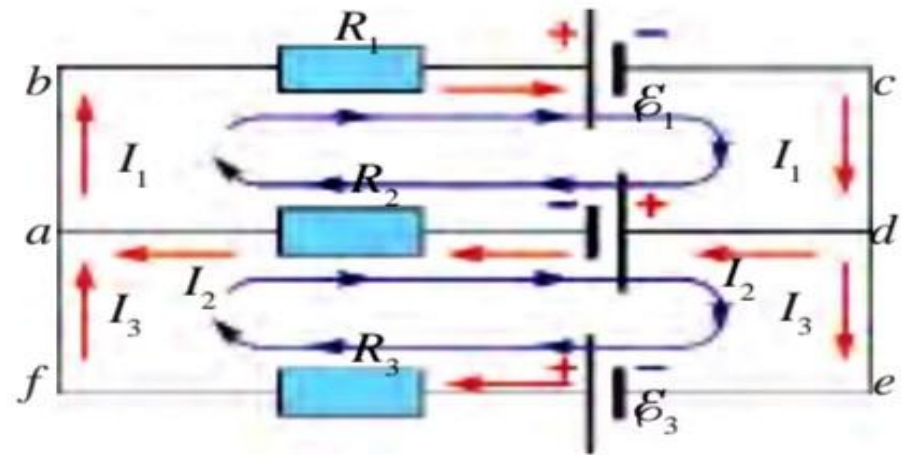
- A grey number 0.
- A green left-pointing arrow.
- A green number 1.
- A green right-pointing arrow.
- A grey number 2.

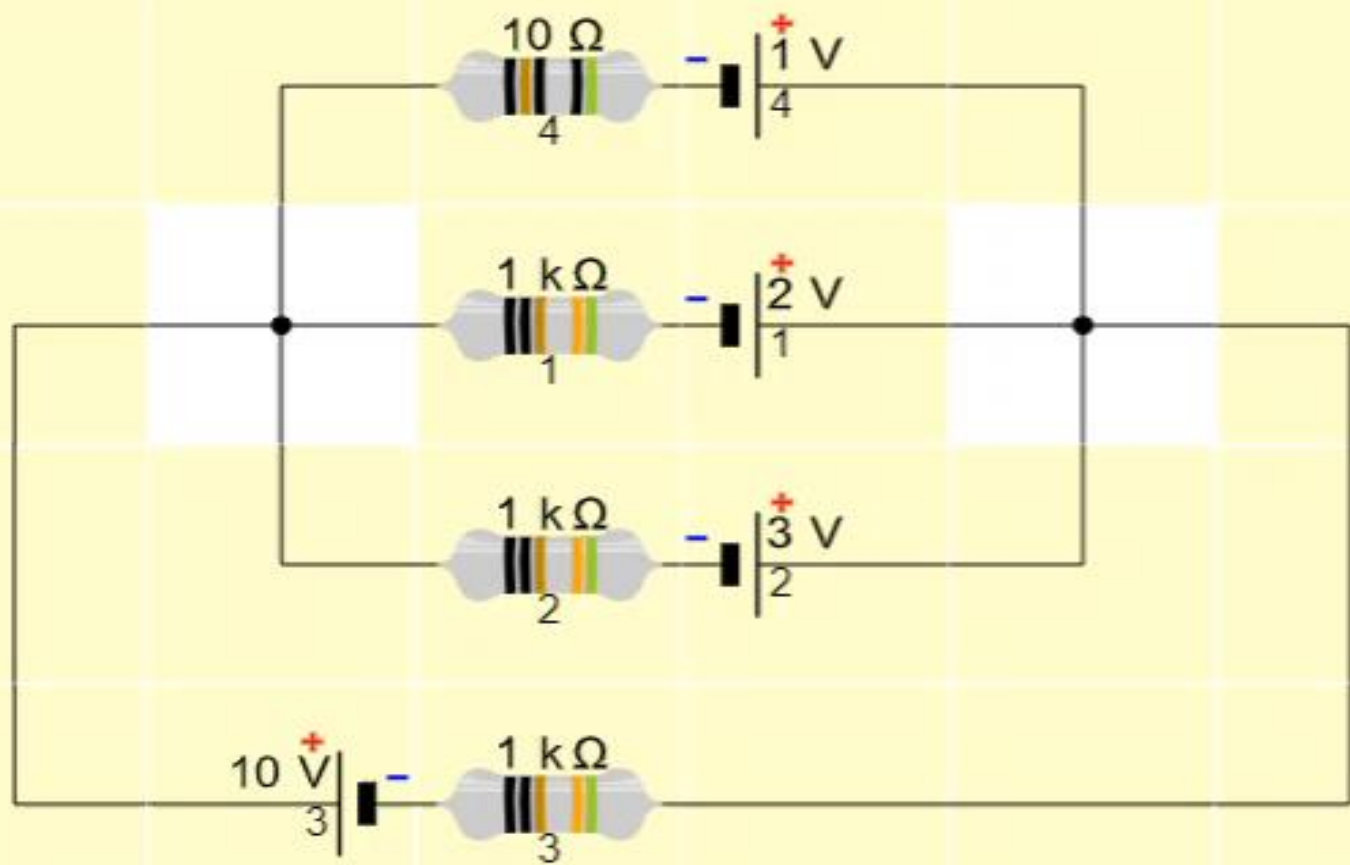
Kirxgofning ikkinchi qonuni Om qonunini umumlashtirish bo‘lib, istalgan yopiq konturdagi tarmoqlangan elektr zanjiriga qo‘llanishi mumkin. **Berk kontur tarmoqlaridagi kuchlanish tushuvlarining algebraik yig‘indisi, konturdagi EYuKlarning algebraik yig‘indisiga teng:**

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 = -\xi_1 - \xi_2$$

$$-I_2 R_2 + I_3 R_3 = \xi_1 + \xi_2$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$





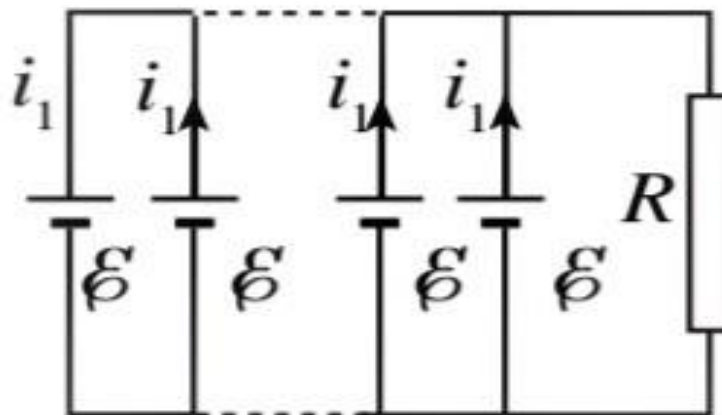
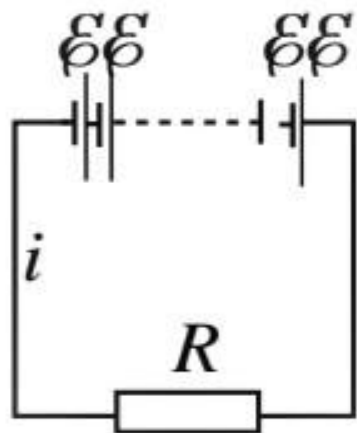
Control panel for the circuit simulation, featuring three rows of buttons:

- Row 1: A plus sign icon, a left arrow, a '0' value, and a right arrow.
- Row 2: A wire connection icon, a left arrow, a smiley face icon, a blue right arrow, and a square icon.
- Row 3: A square loop icon, a left arrow, a '0' value, and a right arrow.

Navigation controls at the bottom of the interface:

- A large '0' on the left.
- A green left-pointing arrow.
- A large green '1' in the center.
- A green right-pointing arrow.
- A large '2' on the right.

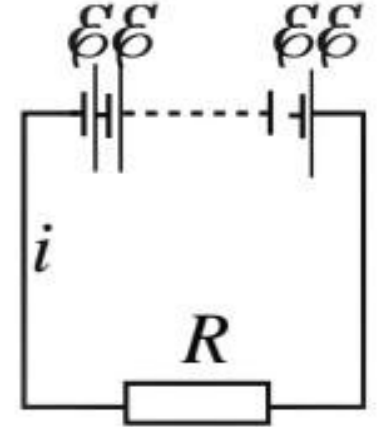
Mazkur qoidalardan foydalangan holda tok manbalarini ketma-ket va parallel ulab o'rganamiz.



Masalani soddalashtirish uchun ulanuvchi barcha elementlarning EYuK lari \mathcal{E} ga va ichki qarshiliklari r ga teng deb olamiz.

1. n ta elementni ketma-ket ulab batareya tuzaylik. Uni tashqi R qarshilikka ulaylik. Kirxgofning ikkinchi qonunini berk konturga tatbiq qilamiz:

$$n \xi = IR + nlr \quad I = \frac{n\xi}{R+nr}$$



Demak, n ta elementni ketma-ket ulab, batareya tuzilganda **EYuK** n marta ortadi.

$$R \gg nr \quad I \approx \frac{n\xi}{R}$$

Demak, n ta element ketma-ket ulaganda tok kuchi n marta ortadi.

2. Batareyani n ta elementini parallel ulaylik.

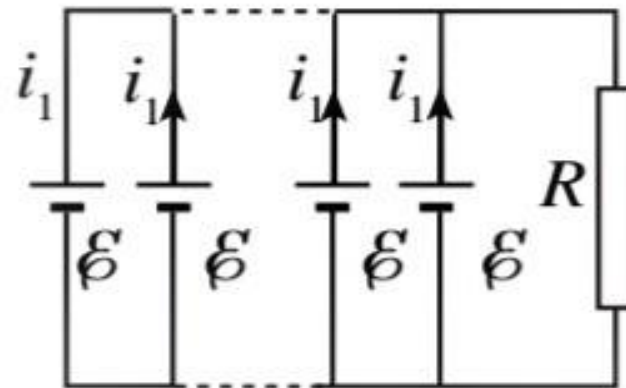
$$I = nI_1 \quad \mathcal{E} = IR + I_1 r$$

I_1 1 ta elementdan o'tuvchi tok.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{r}{n}}$$

Demak, n ta elementni paralel ulab, batareya hosil qilinganda EYuK o'zgarmaydi, ichki qarshilik n marta kamayadi.

$$R \ll r \quad I \approx n \frac{\mathcal{E}}{r}$$

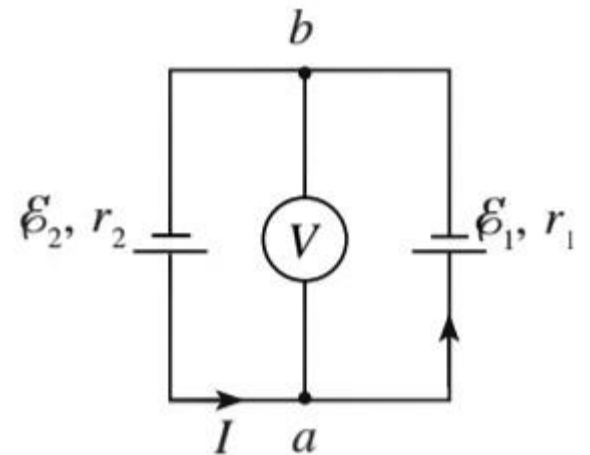


Amaliyotda element EYuK lari va ichki qarshiliklari har xil bo'lgan holatlar bo'lishi mumkin. Kirxgofning ikkinchi qoidasiga ko'ra, elementlarning ichki qarshiliklaridagi potensial tushuvlari elementlar EYuKlari yig'indisiga teng.

$$I r_1 + I r_2 = \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1}{r_1 + r_2}$$

$$U = \mathcal{E}_1 + I r_1 = \frac{\mathcal{E}_2 r_1 + \mathcal{E}_1 r_2}{r_1 + r_2}$$



1-masala

EYuK ε_1 va ε_2 bo'lgan elementlar parallel ulangan. Agar ularning ichki qarshiliklari teng bo'lsa, elementlar qisqichlaridagi potentsiallar ayirmasini toping.

Berilgan:

$$\varepsilon_1;$$

$$\varepsilon_2;$$

$$r_1 = r_2 = r$$

Topish kerak: U —?

Javob: $U = \frac{\varepsilon_2 + \varepsilon_1}{2}$

Formula va yechish:

$$U = \frac{\varepsilon_2 r_1 + \varepsilon_1 r_2}{r_1 + r_2}$$

$$\begin{aligned} U &= \frac{\varepsilon_2 r + \varepsilon_1 r}{r + r} = \frac{(\varepsilon_2 + \varepsilon_1)r}{2r} = \\ &= \frac{\varepsilon_2 + \varepsilon_1}{2} \end{aligned}$$

Tok kuchi I son jihatdan o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan vaqt birligida o'tgan elektr miqdoriga teng:

$$I = \frac{dq}{dt}$$

Agar $I = \text{const}$ bo'lsa, u holda

$$I = \frac{q}{t}$$

Elektr tokining zichligi

$$j = \frac{I}{S}$$

bunda S – o'tkazgich ko'ndalang kesimining yuzi.

Bir jinsli o'tkazgich qismidan o'tayotgan tok kuchi Ohm qonuniga bo'ysunadi:

$$I = \frac{U}{R}$$

bunda U – o'tkazgich qismining uchlaridagi potentsiallar ayirmasi, R – shu qismning qarshiligi

O'tkazgich qarshiligi

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{l}{\sigma S}$$

bunda ρ - o'tkazgichning solishtirma qarshiligi, σ - solishtirma o'tkazuvchanligi yoki elektr o'tkazuvchanligi, l - uzunligi, S - ko'ndalang kesimining yuzi.

Metallarning solishtirma qarshiligi temperaturaga quyidagicha bog'lanadi:

$$\rho_t = \rho_0(1 + \alpha t)$$

bunda ρ_0 - temperatura 0°C bo'lgandagi solishtirma qarshilik va α - qarshilikning temperatura koeffitsienti.

Zanjirning bir qismida elektr tokining bajargan ishi quyidagicha topiladi:

$$A = IUt = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t$$

Berk zanjir uchun Om qonuni quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

bunda ε – generatorning e.yu.k. R – tashqi qarshilik va r – ichki qarshilik (generator qarshiligi).

Zanjirdagi to'la quvvat

$$P = \varepsilon I$$

Tarmoqlangan zanjir uchun Kirxgoffning ikkita qonuni mavjud. Birinchi qonun: “Tugunda uchrashuvchi tok kuchlarining algebraik yig'indisi nolga teng”:

$$\sum I = 0$$

Kirxgoffning ikkinchi qonunidan foydalangan quyidagi qoidalariga amal qilish kerak: sxemada tegishli qarshiliklardagi toklarning yo'nalishini ixtiyoriy ravishda strelkalar bilan ko'rsatiladi. Konturni ixtiyoriy yo'nalish bo'yicha aylanganda, yo'nalishi aylanish yo'nalishiga mos bo'lgan toklarni musbat, qarama-qarshi bo'lgan toklarni esa manfiy deb hisoblaymiz. Aylanish yo'nalishi bo'yicha potentsiallarni orttiruvchi e.yu.k.ni musbat deb olamiz, ya'ni generator ichida minusdan plyusga tomon yurilsa, e.yu.k.musbat bo'ladi. Tuzilgan tenglamalarni yechish natijasida aniqlangan miqdor manfiy chiqishi mumkin. Agar toklar aniqlansa uning manfiy qiymati zanjir bo'ylab haqiqiy yo'nalishga teskari yo'nalishda ekanligini ko'rsatadi. Qarshilik aniqlanganda esa uning manfiy qiymati noto'g'ri natija berishini ko'rsatadi (chunki O_m qarshiligi har vaqt musbat bo'ladi). Bunday holda berilgan qarshilikda tokning yo'nalishini o'zgartirish va masalani shu shartga muvofiq yechish zarur.

Elektrolitlardagi elektr toki uchun Faradeyning qonunini qo'llash o'rinlidir.

Faradeyning birinchi qonuni bo'yicha elektroliz vaqtida ajralib chiqqan modda massasi

$$M = Kit = Kq$$

bunda q – elektrolitdan o'tgan elektr miqdori, K – moddaning elektroximiyaviy ekvivalenti.

Faradeyning ikkinchi qonuni bo'yicha elektroximiyaviy ekvivalent ximiyaviy ekvivalentga proporsionaldir, ya'ni

$$K = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{Z}$$

bunda A – bir kg – atom massasi, Z – valentlik, $\frac{A}{Z}$ kg – ekvivalent massasi va

F – Faradey soni bo'lib, u son jihatidan $9,65 \cdot 10^7$ Kl/kg·ekvga tengdir.

Elektrning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi quyidagi formuladan topiladi:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \alpha \cdot C \cdot ZF(u_+ + u_-)$$

bunda α - dissotsiatsiya darajasi, C – konsentratsiya, ya'ni hajm birligidagi kg mollar soni, Z – valentlik, F – Faradey soni, u_+ va u_- - ionlarning

harakatchanligi. Bunda $\alpha = \frac{nD}{n}$ hajm birligida dissotsiatsiyalangan molekular sonining shu hajm birligida eritilgan modda molekularining umumiy soniga bo'lgan nisbatidir. $\eta = CZ$ ekvivalent konsentratsiya deyiladi.

U holda $\lambda = \frac{\sigma}{\eta}$ ekvivalent elektr o'zgaruvchanlik bo'ladi.

Gazdan o'tayotgan tok zichligi j uncha katta bo'lmaganda Om qonunini quyidagicha yozish mumkin.

$$j = qn(u_+ + u_-)E = \sigma E$$

Bunda E – maydonning kuchlanganligi, σ - gazning solishtirma o'tkazuvchanligi, q – ion zaryadi, u_+ va u_- - ionlarning harakatchanligi va n -gaz hajmi birligidagi har ikki ishorali ionlar soni (juft ionlar soni). Bunda

$n = \sqrt{\frac{N}{\gamma}}$ bo'lib, N – ionlashtiruvchi moddaning vaqt birligi ichida hajm

birligida hosil qilgan juft ionlar soni, γ - molizatsiya koeffitsienti.

Gazda to'yinish toki mavjud bo'lsa, bu tokning zichligi quyidagi formuladan topiladi:

$$j_T = Nqd,$$

bunda d – elektrodlar oralig'i.

Elektron metallardan uzilib chiqishi uchun kinetik energiyasi quyidagicha bo'lishi kerak :

$$\frac{mv^2}{2} \geq A,$$

bunda A – elektronning metallardan chiqishda bajargan ishi.

Termoelektron emissiya (solishtirma emissiya) bo'lganda to'yinish tokining zichligi quyidagi formuladan topiladi:

$$j_T = BT^2 e^{-\frac{A}{kT}}$$

bunda T – katodning absolyut harorati, A – chiqish ishi, k – Bolsman doimiysi va B – har xil metallar uchun har xil bo'lgan o'zgarmas miqdor (emissiya doimiysi).

10.1. Tok kuchi I vaqt t ga qarab $I=4+2t$ tenglama bo'yicha o'zgaradi, bunda I amperlarda va t sekundlarda ifodalangan. 1) O'tkazgichning ko'ndalang kesimidan $t_1=2$ sek dan $t_2=6$ sek gacha vaqt oralig'ida o'tadigan elektr miqdori va 2) shu vaqt oralig'ida o'tkazgich ko'ndalang kesimidan shuncha elektr miqdori o'tishi uchun o'zgarmas tokning kuchi qancha bo'lishi kerakligi aniqlansin.