

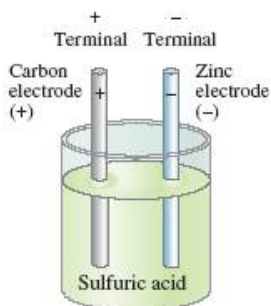
2-1-МАВЗУ: ЎЗГАРМАС ЭЛЕКТР ТОКИ

Режа:

1. Ток манбалари. Электр батареялари.
2. Электр токи. Ток кучи ва унинг зичлиги.
3. Ташқи кучлар. Электр юритувчи куч ва кучланиш.
4. Токнинг иши ва қуввати. Жоул-Ленц қонуни.
5. Кирхгоф қоидалари.

Ток манбалари. Электр батареялари.

Энг содда батарея бу галваник элементдир. Бунда элементнинг электродлари ҳар хил металлдан қилинган иккита стержендан (қўпинча улардан бири кўмидан қилинади) иборат бўлади. Электродлар электролитга туширилган бўлади. Суюлтирилган кислота электролит вазифасини бажаради (1-расм). Қуруқ элементларда электролит қуюқ ишқорлардан қилинган бўлади. Электролитда кимёвий реакциялар асосида мусбат ва манфий ионлар ҳосил бўлади. Бу ионлар электродларга ўтириб, мусбат ва манфий зарядланган қутбларни ҳосил қилади. Мусбат электрод анод деб, манфий электрод катод деб юритилади. Қутблар орасида потенциаллар айирмаси ёки кучланиш сақланиб туради. Батарея қутбларида ҳосил бўлган потенциаллар фарқи, ташқи занжирга уланмаганда электр юритувчи куч (ЭЮК) деб аталади ва ϵ ҳарфи билан белгиланади.



1-расм

Батарея типигаги ҳар қандай қурилма потенциаллар фарқини ҳосил қилса ва ташқи занжир бўйлаб зарядлар оқимини юзага келтирса, бундай қурилма ЭЮК манбаи деб аталади. Элемент ва батареялардан ташқари, электр токи генераторлари, фотоэлементлар, термопаралар ва бошқалар ҳам ЭЮК манбалари бўлиб хизмат қилади.

Электр токи. Ток кучи ва унинг зичлиги.

Тартибланган ҳолда, йўналиш олиб ҳаракатланувчи зарядлар оқими электр токи дейилади. Электр майдон таъсири остида ўтказгичдаги эркин зарядлар ҳаракатланиб, мусбатлари майдон бўйлаб, манфийлари эса тескари йўналишда силжий бошлайдилар. Электр токининг ҳосил бўлиши ва барқарор туриши учун энг аввало эркин силжий оладиган зарядли заррачалар бўлиши, сўнгра эса уларни энергия билан доимий таъминлаб турувчи электр майдони мавжуд бўлиши лозим. Электр ташувчи зарядли зарядлар қуйидагилардан иборат:

- Металларда эркин электронлар;
- Электролитларда мусбат ва манфий зарядли ионлар;
- Газлар, плазмада ионлар ва электронлар;
- Ярим ўтказгичларда электронлар ва коваклар.

Токнинг йўналиши сифатида шартли равишда мусбат зарядларнинг ҳаракат йўналиши қабул қилинган (2, 3-расмлар).

Батарея қутбларини ўтказгич сим билан бирлаштирсак электр занжири ҳосил бўлади. Электр занжирларида батареялар ---|--- символик кўринишда белгиланади. Бунда узун чизиқча мусбат қутб, қисқа чизиқча эса манфий қутб деб қабул қилинади. Бу занжир орқали электр заряди бир қутбдан иккинчи қутбга кўчиши мумкин. Бу зарядларнинг оқими электр токи деб аталади.

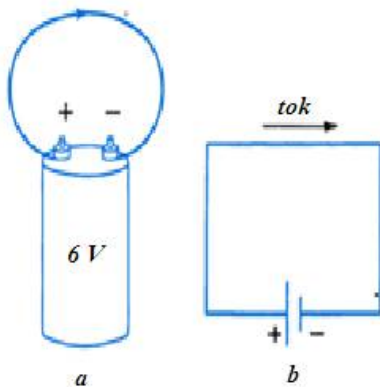
Электр токини миқдорий жиҳатдан характерлаш учун ток кучи деган скаляр физик катталиқ киритилади. Вақт бирлиги ичида ўтказгичнинг кўндаланг кесим юзасидан оқиб ўтувчи заряд миқдорини аниқловчи катталиқни ток кучи деб атаймиз.

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

Агар вақт ўтиши билан токнинг сон қиймати ва йўналиши ўзгармаса уни ўзгармас ток дейилади. Ток кучининг ўлчов бирлиги $[I] = A(\text{amper})$.

Ўрганилаётган сиртнинг турли нуқталаридаги ток йўналишини ва ток кучининг шу сирт бўйича тақсимланишини характерлаш учун ток зичлиги деб аталувчи катталиқ киритилади:

Ўтказгичнинг бирлик кўндаланг кесим юзасидан ўтувчи ток кучининг сон қийматини кўрсатувчи вектор физик катталиқни ток зичлиги дейилади:



$$j = \frac{dI}{dS}, \quad I = \frac{dQ}{dt} = ne \langle \vartheta \rangle S$$



3-расм

Шунда, ток зичлиги:

$$\vec{j} = ne \langle \vec{\vartheta} \rangle$$

2-расм

$\langle \vartheta \rangle$ - ўтказгичдаги зарядлар тартибли ҳаракатининг ўртача арифметик тезлиги, n - ток ташувчи заррачалар концентрацияси.

Исталган сирт орқали ўтувчи ток кучи j векторнинг оқими сифатида аниқланади:

$$I = \int_S j dS$$

Ташқи кучлар. Электр юритувчи куч ва кучланиш.

Ўзгармас электр токи мавжуд бўлиши учун занжирда, ноэлектрик табиатли кучлар бажарадиган иш ҳисобига, доимий потенциаллар фарқи ҳосил қилиб турувчи қурилма бўлиши керак. Бундай қурилма генератор ва ёки ток манбаи деб аталади. Ток манбаи томонидан зарядларга таъсир этувчи ноэлектрик табиатли кучлар эса ташқи кучлар дейилади. Ташқи кучларнинг табиати турлича бўлиши мумкин:

- Ўзгармас ток генераторида бу кучлар магнит майдон ва якорнинг айланиш механик энергиялари ҳисобига ҳосил бўлади;
- Аккумулятор ва гальваник элементда химиявий реакциялар туфайли пайдо бўлади;
- Яримўтказгичли фотоэлементда электромагнит энергия (ёруғлик) ҳисобига вужудга келади.

Ташқи кучлар томонидан мусбат бирлик зарядни кўчиришда бажариладиган ишни аниқловчи физик катталиқ занжирда таъсир қилувчи электр юритувчи куч (ЭЮК) деб юритилади:

$$\varepsilon = A/Q_o$$

Бу ҳолда иш ток манбаи энергиясининг сарфланиши ҳисобига бажарилади.

Занжирнинг бирор чегараланган қисмида бирлик мусбат зарядни кўчиришда натижавий майдон кучлари томонидан бажарадиган ишни аниқловчи скаляр физик катталиқни занжирнинг шу қисмидаги кучланиши дейилади.

$$U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_{12}$$

Агар занжирнинг қаралаётган қисмида ЭЮК бўлмаса: $U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2$ унда кучланиш занжирнинг шу қисмидаги потенциаллар фарқига тенг бўлади.

Занжирнинг бир жинсли (яъни ЭЮК мавжуд бўлмаган) қисмидан ўтувчи ток шу қисмдаги U кучланишга тўғри, унинг R қаршилигига эса тескари пропорционал бўлади:

$$I = U / R$$

Қаршиликка тескари бўлган катталикини ўтказгичнинг электр ўтказувчанлиги деб аталади:

$$G = 1 / R \quad [R] = \Omega, \quad [G] = \text{См} \text{ (сименс)}$$

Бир жинсли чизиқли ўтказгичнинг R қаршилиги унинг l узунлигига тўғри, s кўндаланг кесим юзасига эса тескари пропорционал бўлади:

$$R = \rho l / S$$

бунда ρ солиштирма электр қаршилиги бўлиб, у ўтказгичнинг материаллини характерлайди. Кумуш ($1,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{м}$) ва мис ($1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{м}$) энг кичик солиштирма қаршилигига эга. Амалиётда эса кўпроқ алюминий ўтказгичлар ишлатилади. Гарчи алюминий ($2,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{м}$) нинг солиштирма қаршилиги катта бўлсада, унинг зичлиги кумушникидан анча кичик бўлганлиги бунга сабаб бўлади.

Юқоридагиларга асосланиб, қуйидагиларни ёзиш мумкин:

$$\frac{I}{S} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{U}{l}$$

$U/l = E$ – ўтказгичдаги электр майдон кучланганлиги ва $I/S = j$ ток зичлиги

эканлигини эътиборга олсак: $j = \gamma E$ yoki $\vec{j} = \gamma \vec{E}$ - ўтказгич ичидаги исталган нуқтада ток зичлиги билан майдон кучланганлигини боғлайди.

Токнинг иши ва қуввати. Жоул-Ленц қонуни.

Учларига U кучланиш қўйилган бир жинсли ўтказгичдан dt вақт ичида dQ миқдорда заряд ўтса, унда dA иш бажарилади:

$$dA = U dQ = I U dt$$

Агар ўтказгичнинг қаршилиги R бўлса, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$dA = I^2 R dt = \frac{U^2}{R} dt.$$

Токнинг қуввати эса: $p = \frac{dA}{dt} = UI = I^2 R = U^2 / R$

Агар ток кўзгалмас металл ўтказгичдан ўтаётган бўлса, унда бажарилган иш унинг қизишига сарфланади: $dQ = dA$.

Юқоридагилардан: $dQ = I U dt = I^2 R dt = \frac{U^2}{R} dt$. Бу ифода Жоул-Ленц қонунини ифодалайди.

Занжирнинг бир жинслимас қисми учун интеграл ифода:

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_{12}}{R}$$

Унинг хусусий ҳоллардаги тадбиқи билан танишамиз:

- Агар мазкур қисмда ток манбаи мавжуд бўлмаса $\varepsilon_{12} = 0$:

$$I = (\varphi_1 - \varphi_2) / R = U / R$$

- Агар электр занжири берк бўлса: $I = \varepsilon / (R + r)$, бунда r - манбанинг ички қаршилиги.

- Агар электр занжири очик бўлса $U=0$: $\varepsilon_{12} = \varphi_2 - \varphi_1$ очик занжирда ЭЮК ўтказгич учларидаги потенциаллар фарқига тенг бўлади. Шу сабабли, ток манбаининг ЭЮК сани топиш учун занжирнинг узилган ҳолатида ток манбаи клеммаларидаги потенциаллар фарқи ўлчаш керак бўлади.

Занжирнинг тармоқланган қисми учун Кирхгоф қоидалари.

Занжирнинг уч ва ундан ортиқ токли ўтказгичлари учрашадиган нуқтаси тугун деб аталади. Шартли равишда тугунга келувчи токни мусбат ва ундан чикувчи токни эса манфий ишорали деб ҳисоблаймиз.

Кирхгофнинг биринчи қоидаси: Тугунда учрашувчи тоklarнинг алгебраик йиғиндиси нолга тенг: $\sum_k I_k = 0$. Кирхгофнинг биринчи қоидаси электр зарядларининг сақланиш қонунидан келиб чиқади.

Кирхгофнинг иккинчи қоидаси эса тармоқланган занжир учун умумлашган қонундан келади. Кирхгофнинг биринчи қоидаси: Тармоқланган электр занжирининг танланган ҳар қандай берк контурида мос қисмлардаги ток кучи ва қаршиликлар кўпайтмаларининг алгебраик йиғиндиси шу қисмларда учрайдиган мос ЭЮК ларнинг алгебраик йиғиндисига тенг: $\sum_i I_i R_i = \sum_k \mathcal{E}_k$.

Ўзгармас токнинг мураккаб электр занжирлари учун Кирхгоф қоидаларидан фойдаланиб ҳисоблашлар ўтказилаётганда қуйидагича иш тутилади:

- Занжирнинг барча қисмлари учун ягона ихтиёрий йўналиш танлаб олинади. Тоklarнинг ҳақиқий йўналиши эса масала ҳал қилингандан сўнг маълум бўлади. Агар аниқланган токнинг ишораси мусбат чиқса, йўналиш тўғри белгиланган, манфий бўлса унинг йўналиши тескари деб қаралади.
- Контурни айланиб чиқиш йўналиши ихтиёрий танланади ва унга қатъий амал қилинади. Агар токнинг йўналиши шу қисмдаги айланиб чиқиш йўналишига мос тушса мусбат ишора билан олинади. ЭЮКларнинг ишораси ҳам худди шундай принципда аниқланади.
- Изланаётган катталиклар сонига тенг тенгламалар тузиш лозим бўлади.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Жоул-Ленц қонуни ифодаси.
2. Ўтказгичнинг қаршилигини тушунтиринг.
3. Электр занжиридаги тугун тушунчасини ёритинг.
4. Кирхгофнинг биринчи қоидасини таърифланг, у қандай қонунга асосланади?
5. Кирхгофнинг иккинчи қоидасини таърифланг, у қандай қонунга асосланади?

АДАБИЁТЛАР

1. Douglas C. Giancoli, Physics: Principles with Applications, Prentice Hall; 6 th edition January 17, 2014, USA
2. Султанов Н.А. “Физика курси” Т. “Фан ва технология” 2007 йил
3. Детлаф А.А., Яворский Б.М., Курс физики. Учебник -М.: “Академия”, 2007
4. Трофимова Т.И. Курс физики. Учебник. -М.: «Академия», 2007
5. google.com