КЫРГЫЗ-ТҮРК МАНАС УНИВЕРСИТЕТИ

ТАБИГЫЙ ИЛИМДЕР ФАКУЛЬТЕТИ

Келечек колубузда!

Тамара Карашева, Мээрим Имаш кызы,
Азат Акматбекова, Назгүл Аданбаева

ФИЗИКА

БОЮНЧА

ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ПРАКТИКУМ

БИШКЕК-2014

КЫРГЫЗ-ТҮРК МАНАС УНИВЕРСИТЕТИНИН БАСЫЛМАЛАРЫ:
ОКУУ КИТЕПТЕР ТИЗМЕСИ:

КЫРГЫЗ-ТҮРК МАНАС УНИВЕРСИТЕТИ
ТАБИГЫЙ ИЛИМДЕР ФАКУЛЬТЕТИ

Тамара Карашева, Мээрим Имаш кызы,
Азат Акматбекова, Назгүл Аданбаева

ФИЗИКА БОЮНЧА ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ПРАКТИКУМ

БИШКЕК - 2014

ФИЗИКА БОЮНЧА ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ПРАКТИКУМ

Түзүүчүлөр: *Тамара Карашева, Мээрим Имаш кызы, Азат Акматбекова, Назгүл Аданбаева*
Рецензенттер:
Проф.Др. Зарлык Маймеков - КТМУ, Экологиялык инженерия бөлүмүнүн башчысы
Проф.Др. Маамет Койчуманов - Ж.Баласагын атындагы КМУУ, Физиканы окутуу технологиясы кафедрасы
Доц.Др.Гүлмира Бейшекеева - Ж.Баласагын атындагы КМУУ, Физика-техникалык процесстерди моделдештирүү кафедрасынын башчысы

Сунуш кылынган окуу-методикалык колдонмо табигый-математикалык, техникалык жана айыл-чарба багыттарында билим алган студенттерге арналып, Кыргыз-Түрк «Манас» университетинде окутулган Жалпы физика курсунун программасына ылайыкталып түзүлгөн. Окуу программасында каралган 18 лабораториялык иш PASCO SCIENTIFIC фирмасынын (АКШ) жабдыктары менен аткарылат. Колдонмодогу ишти түшүнүү жана аткарууну жеңилдетүү максатында, англис тилиндеги оригинал версиясынан (Instruction Manual and Experiment Guide for the PASCO scientific) айырмаланып, тиешелүү теориялык материалдар, текшерүү үчүн суроолор киргизилип, айрым лабораториялык иштер методикалык жактан кайра иштелип чыкты.

Мазмуну

Мазмуну 2

Лабораториялык иштер боюнча алгачкы маалыматтар.................... **Ошибка! Закладка не определена.**

I БӨЛҮМ
МЕХАНИКА ЖАНА ТЕРМОДИНАМИКА

№1 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Өлчөө.. **Ошибка! Закладка не определена.**

№ 2 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Векторлорду кошуу........................ **Ошибка! Закладка не определена.**

№3 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Эркин түшүүнүн ылдамдануусу .... **Ошибка! Закладка не определена.**

№4 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Ньютондун II закону....................... **Ошибка! Закладка не определена.**

№5 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Горизонтко бурч менен ыргытылган нерсенин кыймылы**Ошибка! Закладка не оп**

№6 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Борборго умтулуучу күч................. **Ошибка! Закладка не определена.**

№7 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Резонанс түтүгү .... **Ошибка! Закладка не определена.**

№8 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Жылуулуктан кеңейүү .... **Ошибка! Закладка не определена.**

№9 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Жылуулук өткөрүмдүүлүк .... **Ошибка! Закладка не определена.**

II БӨЛҮМ
ЭЛЕКТР ЖАНА МАГНЕТИЗМ

№1 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Электр чынжырын чогултууга арналган тажрыйба тактасы. Резистордун каршылыгын түстүү маркерлөө боюнча аныктоо 3

№2 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Керектөөчүлөрдү жана ток булактарын өз ара туташтыруу түрлөрү 9

№3 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Электр тогу. Чынжырдын бөлүгү үчүн Омдун закону........................ 13

№4 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Кирхгофтун эрежелери.. 23

№5 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Конденсаторлор.. 29

№6 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Өзгөрмөлүү ток 34

№7 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Диоддор.. 40

№8 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Транзисторлор 46

№9 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ Трансформаторлор... 50

Пайдаланылган адабияттар.. 57

II БӨЛҮМ

ЭЛЕКТР ЖАНА МАГНЕТИЗМ

№1 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ
Электр чынжырын чогултууга арналган тажрыйба тактасы. Резистордун каршылыгын түстүү маркерлөө боюнча аныктоо

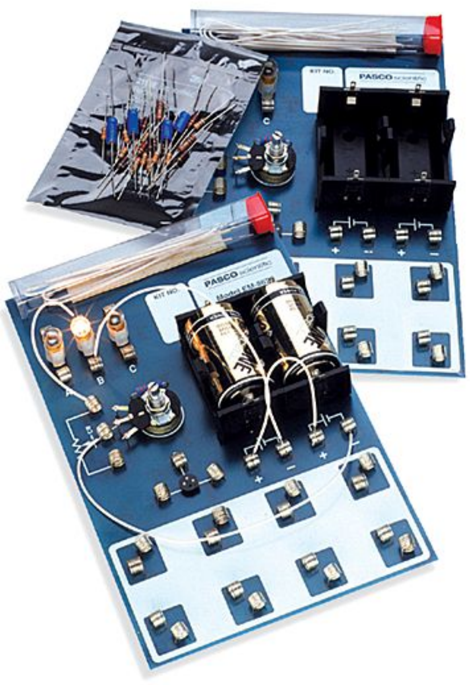
I БӨЛҮК Электр чынжырын чогултууга арналган тажрыйба тактасы

Электр чынжырын чогултууга арналган EM-8622 моделиндеги Pasco тажрыйба тактасы (1.1-сүрөт) жөнөкөй чынжырлардан баштап, Кирхгофтун закондорун, диоддор менен транзисторлордун мүнөздөмөлөрүн аныктоочу чынжырларды курууга ылайыкталган. Бул тактанын түзүлүшү төмөндө берилет:

1. Резистор 3,3Ω, 2W - 1 даана;
2. Потенциометр 25Ω, 2W- 1 даана;
3. Транзистордун уясы - 1 даана;
4. Кыскычтар - 32 даана;
5. Батарейка уясы – 2 даана;
6. Лампа уясы - 3 даана;
7. Лампа 1.5 V, 0.3A - 3 даана;
8. Сактоо кутусу – 1 даана;
9. Туташтыруучу зымдар: 13cm - 4 даана; 26cm - 5 даана.

Ал эми компоненттер баштыгы төмөндөгү элементтерди камтыйт:

а) Конденсаторлор - 100 μF, 16V - 2 даана;
330 μF,16V - 2 даана;
б) Диоддор - 1N-4007 - 2 даана;
в) Транзисторлор - 2N-3904 - 2 даана;
г) Резисторлор - 10Ω,1W - 2 даана;
- 100Ω,1/2W - 3 даана;
- 330Ω, 1/2W - 8 даана;
- 560Ω, 1/2W - 3 даана;
- 1000Ω, 1/2W - 3 даана;
- 100kΩ, 1/2W - 2 даана;
- 220kΩ, 1/2W - 2 даана.



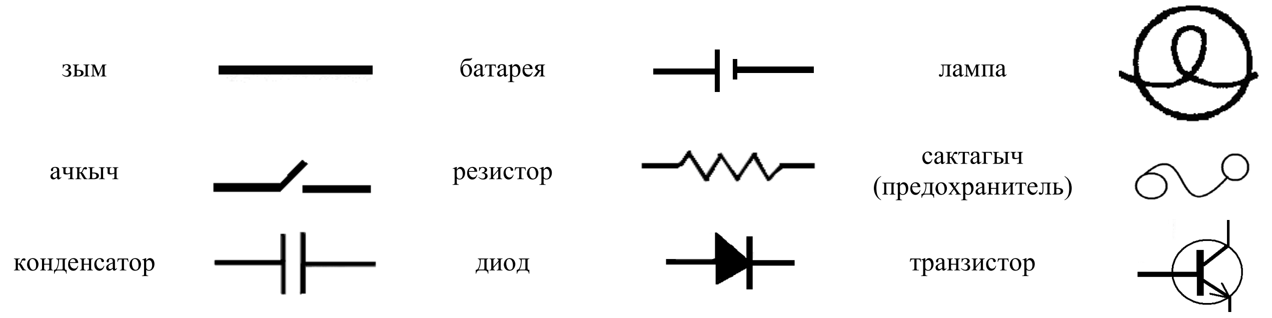
1.1-сүрөт

Жабдуулар:

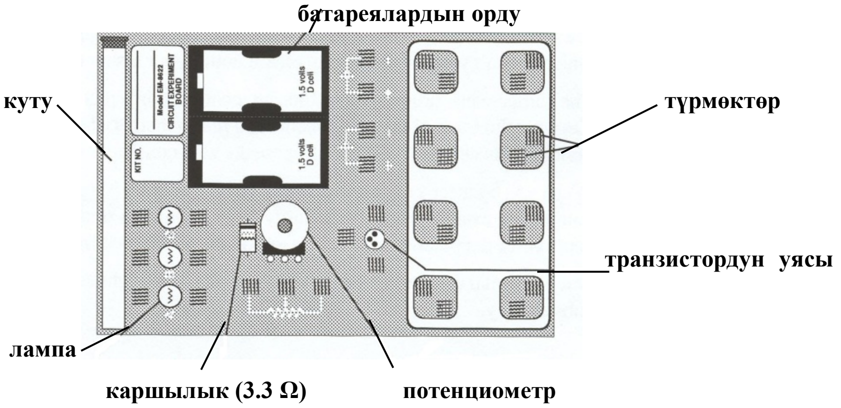
- электр чынжырын чогултууга арналган тажрыйба тактасы (мындан ары тажрыйба тактасы);
- батарея;
- туташтыруучу зымдар;
- компоненттер баштыгы.

Максат: Тажрыйба тактасы менен таанышуу, электр чынжырларын чогултуу жана чынжыр элементтеринин электрдик схемаларда шарттуу белгиленишин үйрөнүү.

Электр чынжырларынын схемаларында элементтер атайын символдор менен белгиленет. Ар бир символ чынжырдын иштөөсүндө бир элементти туюнтат. Лабораториялык иштерде символдорду көп колдонууга туура келгендиктен, символдордун (атайын белгилөөлөрдүн) айрымдары менен таанышабыз:



Чынжыр чогултууга арналган тажрыйба тактасы түрдүү тажрыйбаларды оңой жана тез жасоо үчүн ылайыкташтырылган. Ал 1.2-сүрөттө көрсөтмөлүү берилген:



1.2-сүрөт. Тажрыйба тактасы жана анын негизги түзүүчүлөрү.

Тажрыйба тактасы тууралуу эскертүүлөр:

- Пружина кыскычтары (мындан ары кыскычтар) тактага ширетилип, зымдарды, резисторлорду ж.б. компоненттерди туташтырууга ылайыкталган. Кыскычтардын айрымдары потенциометр жана батарея сыяктуу элементтерге өткөргүч менен туташтырылган болот.
- Эгерде кыскычтардын бири бошоп калса, зымды дагы бекем кармоосу үчүн анын оромдорун акырын кысып коюу керек. Эгерде кайсы бир кыскычтын иштешинен күмөн санасаңар, мугалимге кайрылгыла.
- Компоненттер, резисторлор пластик кутуда сакталат. Компоненттерди колдонууда аяр мамиле жасагыла жана лабораториялык иш бүткөндө, аларды кайрадан кутучага салып сактагыла. Бул шарттарды аткаруу менен тиешелүү сандагы компоненттерди ар бир лабораториялык иште колдоно аласыздар.
- Батареяга чынжырды туташтырууда уюлдарга (+ же -) көңүл бургула. Бирдей формадагы лампалар түрдүү жаркырактыктарга ээ болушу мүмкүн. Бул алардын түзүлүшүндөгү айырмачылыктар менен байланыштуу.

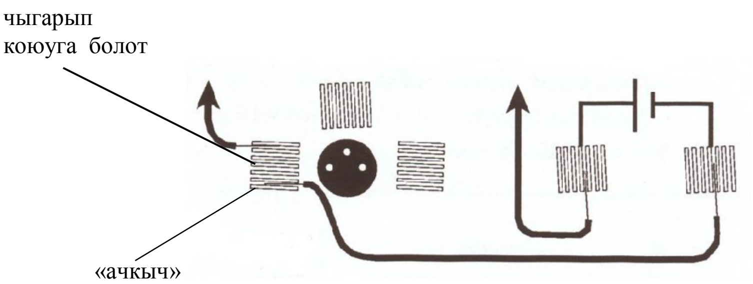
ИШТИН ТАРТИБИ:

1. Лампаларды батарея менен туташтыруу үчүн эки кесик зым колдонгула. Бул учурда лампа жанат. Эгерде лампа жанбай калса, зымдарды же лампаны, же батареяны алмаштыргыла, же мугалимден

жардам алгыла. Чынжыр туура чогултулгандан кийин, ар бир кадамда, жогоруда келтирилген шарттуу белгилеништерди колдонуп, чынжырдын элементтерин, схемасын жана ага карата анализдерди 1.1-таблицага жазгыла.

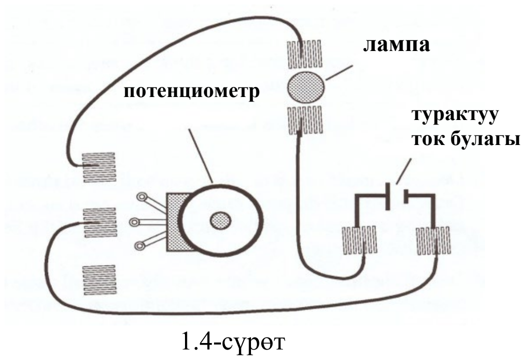
Эскертүү: *Бир лампанын бир батареяга туташтыргандагы жаркырактыгын "нормалдуу" деп кабыл алгыла. Кийинки кадамдардагы лампалардын жаркырактыгын бул жаркырактыкка салыштырмалуу анализдегиле.*

2. Лампага туташтырылган эки зымдын уюлдарын алмаштыргыла. Бул алмаштырууда кандайдыр бир өзгөрүү болдубу?
3. Бир бош кыскычты ачкыч катары колдонуп, лампаны батареяга туташтыргыла (1.3-сүрөт).



1.3-сүрөт

4. Ачкычты колдонуу менен, экинчи лампаны мурунку лампа сыяктуу жарык бергидей кылып чынжырга туташтыргыла.
5. Эгерде бир чынжырга эки лампаны туташтыруунун башка бир жолун тапсаңар, аны изилдегиле. Ошол чынжырдын схемасын чийгиле жана жаркырактыктын өзгөрүшүн байкагыла. Бул жаркырактыкты жалгыз лампанын жаркырактыгы менен салыштыргыла. Жаркырактыктардын айырмалуу же бирдей болушун түшүндүргүлө.
6. Чынжырды 1.4-сүрөттөгүдөй кылып чогулткула. Потенциометрдин чынжырга тийгизген таасирин изилдегиле.
7. Зымдарды ажыраткыла. Аларды тактадагы кутуга, компоненттерди баштыкчага салып койгула.



1.4-сүрөт

1.1-таблица

	Электр чынжырынын элементтери	**Саны**	**Түзүлүштүн схемада шарттуу белгилениши**	**Чынжырдын схемасы**	**Анализ**	**Эскертүү**
1.						
2.						

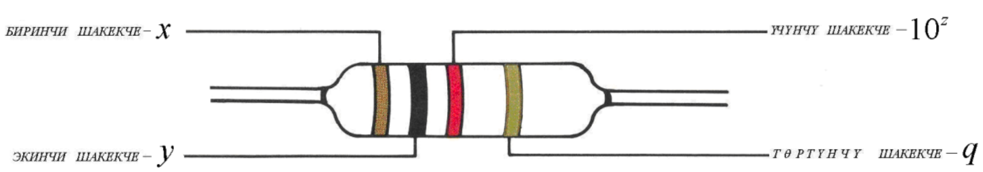
3.						
4.						
5.						
6.						

II БӨЛҮК
Резистордун каршылыгын түстүү маркерлөө боюнча аныктоо

Кийинки мезгилдерде резисторлордун каптал беттерине каршылыктарынын чоңдуктарын цифралар менен жазуудан баш тартышып, түстүү маркерлөөнү кеңири колдонушууда (1.5-сүрөт). Себеби, түрдүү микросхемаларда чоңдугу бетине жазылган резисторлорду жазуусун көрсөтүп ширеткенге караганда, түстүү маркерленген резисторлорду каалаган абалда жайгаштырып ширетүү алда канча ыңгайлуу. Ошондуктан, азыр дүйнө жүзү боюнча 4 түстүү, ал эми өтө кичине чоңдуктагы каршылыктар үчүн 5 түстүү шакекчелерден турган түстүү маркерлөөнү колдонушат. Биздин лабораториялык иштерде колдонулуучу резисторлордун каршылыктарынын чоңдугу 4 түстүү шакекчелер менен маркерленген. Ар бир түскө төмөндөгү 1.2-таблицага ылайык, белгилүү бир цифранын мааниси туура келет. 4 түстүү шакекчеси бар резисторлордо биринчи жана экинчи шакекчелердин түстөрүнө туура келген цифралар (x жана y) түздөн-түз алынат, ал эми үчүнчү шакекченин түсүнө туура келген цифра (z) ондун даражасын (б.а.нөлдүн санын) туюнтат жана бул туюнтма биринчи жана экинчи шакекчелерден табылган эки орундуу санга көбөйтүлөт:

$$R_k = xy \cdot 10^z . \qquad (1.1)$$

Төртүнчү шакекченин түсү (q) – жогорудагы үч шакекче боюнча табылган маанинин мүмкүн болгон четтөөсүн % (пайыз) менен туюнтат.



1.5-сүрөт

x - каршылыктын маанисин туюндуруучу сандын биринчи цифрасы,

y - каршылыктын маанисин туюндуруучу сандын экинчи цифрасы,

z - ондун даражасынын мааниси, б.а. жогорудагы цифралардан (x жана y) кийин жазылуучу нөлдөрдүн саны,

q - $xy \cdot 10^z$ маанисинен мүмкүн болгон четтөө пайызы.

1.2-таблица. Резистордун шакекчелеринин түстөрүнө туура келген цифралар

Шакекченин түсү		Биринчи шакекче x	Экинчи шакекче y	Үчүнчү шакекче 10^z	Төртүнчү шакекче q
		Түскө туура келген цифра	**Түскө туура келген цифра**	**Көбөйтүүчү**	**Мүмкүн болгон четтөө пайызы**
	Кара	**-**	**0**	10^0	-
	Күрөң	**1**	**1**	10^1	$\pm 1\%$
	Кызыл	**2**	**2**	10^2	$\pm 2\%$
	Кызгылт-сары	**3**	**3**	10^3	-
	Сары	**4**	**4**	10^4	-
	Жашыл	**5**	**5**	10^5	$\pm 0.5\%$
	Көк	**6**	**6**	10^6	$\pm 0.25\%$
	Сыя-көк	**7**	**7**	10^7	$\pm 0.1\%$
	Боз	**8**	**8**	10^8	$\pm 0.05\%$
	Ак	**9**	**9**	10^9	-
	Күмүш	**-**	**-**	10^{-2}	$\pm 10\ \%$
	Алтын	**-**	**-**	10^{-1}	$\pm 5\ \%$

Мисалы: 1-шакекче – күрөң болсо, $x = 1$;

2- шакекче – кара болсо, $y = 0$;

3- шакекче – кызыл болгондуктан $z = 2$, б.а. 10дун даражасы 2 (10^2) деп алабыз.

Демек, табылган маанибиз (1.1) формула боюнча:

$$10 \times 10^2 = 1000\,\Omega = 1\,k\Omega,$$

ал эми 4 - шакекче – алтын мүмкүн болгон четтөөсү $\pm 5\%$ болгондуктан, натыйжада бул резистордун каршылыгы

$$R = 1000\,\Omega \pm 5\%,$$

б.а. каршылыктын өлчөнгөн маанисинин жайгашуу интервалы: $9950\Omega \le R \le 1050\Omega$ болот.

ИШТИН ТАРТИБИ:

1. Компоненттер баштыгында болгон резисторлордун каршылыгын ($R_к = xy \cdot 10^z$) жана мүмкүн болгон четтөө пайызын ($q\%$) бетиндеги шакекчелердин түстөрү боюнча (1.2-таблица) аныктап, 1.3-таблицанын тиешелүү мамычаларына жазгыла.
2. Мультиметрди колдонуу менен ар бир резисторлордун каршылыгын ченеп, алынган маанилерди 1.3-таблицанын тиешелүү мамычасына жазгыла. Өлчөнгөн каршылыктын код боюнча аныкталган маанисине салыштырмалуу тажрыйбалык катасын эсептеп, 1.3-таблицанын тиешелүү мамычасына жазгыла.

1.3-таблица

	Түстөр	Код боюнча каршы-	Мүмкүн болгон четтөө	Өлчөнгөн каршылык	Тажрыйба-лык ката

					лык	пайызы		
	1	2	3	4	$R_к$ ( )	( )	$R_{олч.}$ ( )	ε ( )
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								

СУРООЛОР:

1. Электр чынжырын чогултууга арналган тажрыйба тактасынын курамы кандай жана ал эмне максатта колдонулат?
2. Потенциометрдин чынжырда ролу кандай?
3. Резисторлорду түстүү маркерлөөнүн зарылчылыгы эмнеде?
4. Резисторлордун каршылыктарынын маанилери түстүү маркерлөө боюнча кантип табылат?
5. Каршылыктын маанисинин мүмкүн болгон четтөө пайызы эмнени туюнтат?

№2 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ
Керектөөчүлөрдү жана ток булактарын өз ара туташтыруу түрлөрү

Жабдуулар:

- тажрыйба тактасы;
- эки батарея;
- туташтыруучу зымдар;
- миллиметрдик кагаз.

Максат:

1. Лампалардын жаркырактыктарынын *лампалардын* өз ара туташтыруу түрүнөн болгон көз карандылыгын тажрыйбада байкоо.
2. Лампалардын жаркырактыктарынын *ток булактарынын* өз ара туташтыруу түрүнөн болгон көз карандылыгын тажрыйбада байкоо.

Электр чынжырларынын курамы. *Ток булагы* (батарея, генератор ж.б.) электр чынжырын энергия менен камсыздайт. Электр кыймылдаткычтары, лампа, жылыткыч, үтүк жана башка ушул сыяктуу приборлор *электр энергиясын кабыл алуучулар* же *керектөөчүлөр* деп аталат. Ток булагы менен керектөөчүлөр өз ара *өткөргүчтөр* аркылуу бириктирилет. Керектөөчүгө ток булагын кошуу же андан ажыратуу үчүн туюктоочу жана ажыратуучу түзүлүштөр колдонулат. Мындай түзүлүштөр *ачкыч* деп аталат.

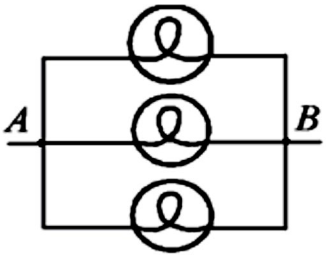
Өткөргүчтөр аркылуу өз ара бириктирилген ток булагы, керектөөчү жана ачкыч эң *жөнөкөй электр чынжырын* түзүшөт.

Керектөөчүлөрдү өз ара туташтыруу түрлөрү. Практикада кездешүүчү электрдик чынжырлар адатта бир эле керектөөчүдөн эмес, бир-бири менен түрдүүчө туташтырылган бир нече керектөөчүдөн турат.

Өз ара туташтыруунун үч түрү бар: *удаалаш*, *жарыш* (параллель) жана *аралаш*. Эгерде чынжырдын биринчи керектөөчүгө кийинки керектөөчүнүн башы, б.а. бардык керектөөчүлөр бири-бирине кезек-кезеги менен туташтырылса, анда ал чынжыр *удаалаш* болот (2.1–сүрөт). Удаалаш туташтырууда электр чынжыры тармактарга бөлүнбөйт. Өз ара удаалаш туташтырылган керектөөчүлөрдүн бири иштен чыкса (иштебей калса), чынжырдын бардык бөлүктөрүндө ток үзүлөт.

2.1–сүрөт

Эгерде бардык керектөөчүлөрдүн бир учу A чекитине, ал эми экинчи учтары B чекитине туташтырылса, анда мындай туташтыруу *жарыш* туташтыруу деп аталат (2.2–сүрөт). Экиден ашык өткөргүч бириккен чекит *түйүн* деп аталат. Эки түйүндүн ортосунда өз ара жарыш туташтырылган өткөргүчтөр тармактанууну түзүшүп, алардын ар бири өз алдынча *бутак* деп аталат.

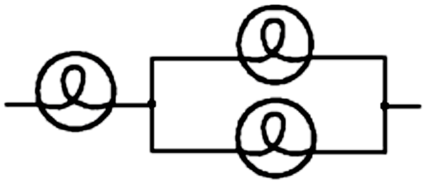


2.2–сүрөт

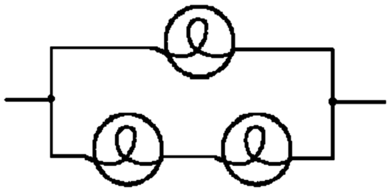
Эгерде жарыш туташтырылган өткөргүчтөрдүн бири иштен чыкса, калгандары андан көз карандысыз иштей беришет, б.а. чынжырдын калган бөлүгүндө ток үзүлбөйт. Жарыш туташтыруу

электр энергиясын керектөөчүлөрдү бириктирүүнүн өтө кеңири таралган жолу болуп саналат. Бул учурда чынжырдагы бир прибордун иштебей калышы, калгандарынын иштешине таасирин тийгизбейт.

Эгерде керектөөчүлөрдүн бир бөлүгү удаалаш, ал эми бир бөлүгү жарыш туташтырылса, мындай туташтыруу *аралаш* туташтыруу деп аталат.



2.3–сүрөт



2.4–сүрөт

Ток булактарын өз ара туташтыруу түрлөрү. Ток булактарын өз ара туташтыруунун 3 түрү бар: удаалаш, жарыш жана аралаш. Эгерде ток булактарынын бирисинин оң уюлу менен кийинкисинин терс уюлу туташтырылса, мындай туташтыруу *удаалаш туташтыруу* деп аталат. Ток булактарын удаалаш туташтыруу сырткы чынжырдагы чыңалууну жогорулатуу керек болгон учурда колдонулат.

Эгерде ток булактарынын бирисинин оң уюлу менен кийинкисинин оң уюлу, терс уюлу менен терс уюлу туташтырылса, мындай туташтыруу *жарыш туташтыруу* деп аталат. Ток булактарын жарыш туташтыруу сырткы чынжырдагы чыңалууну өзгөртпөй туруп, ток күчүн жогорулатуу керек болгон учурда колдонулат.

Өз ара удаалаш жана жарыш туташтырылган ток булактардын группаларынан турган туташтыруу *аралаш туташтыруу* деп аталат.

ИШТИН ТАРТИБИ:

I БӨЛҮК Керектөөчүлөрдү өз ара туташтыруу түрлөрү

Эскертүү: *Лампалардын түзүлүштөрүндөгү айырмачылыктарга байланыштуу бирдей эле шартта бир лампанын жаркырактыгы экинчи лампанын жаркырактыгынан айырмалуу болушу мүмкүн.*

1. Бир лампаны батареялардын бирине эки зым колдонуу менен туташтыргыла. Чынжырдын схемасын 2.1-таблицага чийгиле. Көбүрөөк убакытка жандыруу максатында чынжырды ажыратуу же туюктоо үчүн ачкыч кошкула.

2. Экинчи лампаны мурунку лампа өчпөй тургандай кылып, чынжырга туташтыруу үчүн кошумча зым колдонгула. Тажрыйбалар ийгиликтүү аткарылса, чынжырдын схемасын 2.1-таблицага чийгиле. Бул чынжырда кандай өзгөрүүлөр болгондугун жазуу менен схеманы түшүндүргүлө.

Эскертүү: *Лампалар бирдей жаркырактыкка ээ болдубу? Же биринчи учурга караганда кандай өзгөрүү болду? Жаркырактыктардын айырмалуу же бирдей болушун түшүндүргүлө.*

3. Эгерде лампалардын бири өчүп калса, экинчиси да өчөбү? Же жанып тура береби? Эмне үчүн?

4. Үч лампаны ар биринин жаркырактыгы бирдей болгудай кылып, чынжыр чогулткула. Тажрыйба ишке ашканда чынжырдагы туташтыруу удаалаш же параллель экендигин аныктагыла. Чынжырдын схемасын 2.1-таблицага чийгиле. Эгер лампалардын бири өчсө эмне болот? Түшүндүргүлө.

5. Эки лампа бирдей жаркырактыкта, үчүнчүсү айырмалуу жаркырактыкта күйө тургандай кылып, чынжыр чогулткула. Чынжырды текшергиле. Чынжырдын схемасын 2.1-таблицага чийгиле. Лампанын бирөө өчсө эмне болот? Түшүндүргүлө.

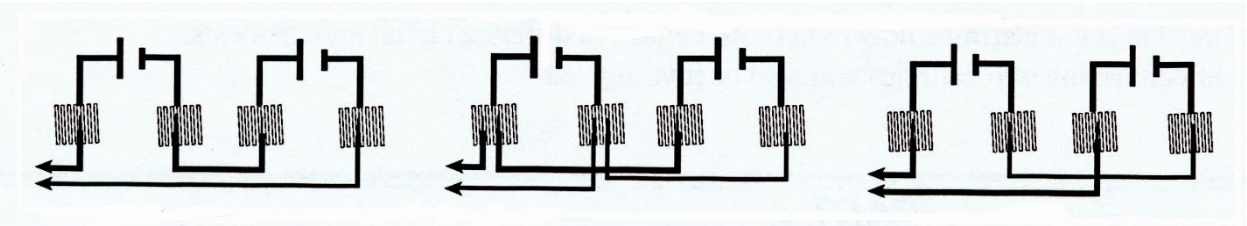
6. Эми үч лампа бирдей жаркырактык бере тургандай кылып чынжыр кургула. Бул сапар лампалар 4-кадамдагыдан да жарык же тескерисинче начар күйүшү мүмкүн. Чынжырдын схемасын 2.1-таблицага чийгиле. Эгерде лампалардын бирөө өчсө эмне болот? Түшүндүргүлө.

2.1-таблица

	Электр чынжырынын элементтери	**Саны**	**Түзүлүштүн схемада шарттуу белгилениши**	**Чынжырдын схемасы**	**Анализ**	**Эскертүү**
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

II БӨЛҮК Ток булактарын өз ара туташтыруу түрлөрү

1. Биринчи кадамда аткарылгандай эле, ачкычты колдонуу менен бир батареяга бир лампаны туташтыргыла. Лампанын жаркырактыгын 2.2-таблицага мүнөздөп жазгыла.



2.5.а–сүрөт　2.5.б–сүрөт　2.5.в–сүрөт

2. Эми экинчи батареяны 2.5.а–сүрөтүндө көрсөтүлгөндөй чынжырга туташтыргыла. Чынжырдын схемасын 2.2-таблицага чийгиле. Бул учурда лампанын жаркырактыгында кандай өзгөрүү болду?

3. Экинчи батареяны 2.5.б–сүрөтүндө көрсөтүлгөндөй чынжырга туташтыргыла. Чынжырдын схемасын 2.2-таблицага чийгиле. Бул учурда лампанын жаркырактыгында кандай өзгөрүү болду?

4. Эми экинчи батареяны 2.5.в–сүрөттөгүдөй туташтыргыла. Чынжырдын схемасын 2.2-таблицага чийгиле. Жаркырактык кандай өзгөрдү?

2-таблица

	Электр чынжырынын элементтери	**Саны**	**Түзүлүштүн схемада шарттуу белгилениши**	**Чынжырдын схемасы**	**Анализ**	**Эскертүү**
1.						
2.						
3.						
4.						

Эскертүү: *2-4-кадамдарда батареяларды өз ара туташтыруу түрүн аныктагыла. Булардын кайсынысында лампанын эң жогорку жаркырактыгына (эң пайдалуу) жетиштиңер? Кайсынысы эң төмөнкү жаркырактыкты (аз пайдалуу) берет? Себебин түшүндүргүлө.*

СУРООЛОР:

1. Эмне себептен практикада керектөөчүлөрдү удаалаш туташтырууга караганда жарыш туташтыруу кеңири таралган?
2. Ток булактарын эмне максатта удаалаш туташтырышат? Бул учурда кайсы эрежелер аткарылат?
3. Ток булактарын эмне максатта жарыш туташтырышат? Бул учурда кайсы эрежелер аткарылат?

№3 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ
Электр тогу. Чынжырдын бөлүгү үчүн Омдун закону

Жабдуулар:

- тажрыйба тактасы;
- турактуу ток булагы;
- туташтыруучу зымдар;
- мультиметр;
- резисторлор;
- миллиметрдик кагаз.

Максат: 1. Каршылыкты, чыңалууну жана ток күчүн ченөөнү үйрөнүү.
2. Резисторлорду түрдүү (удаалаш, жарыш, аралаш) туташтырууда жалпы каршылыктын, чыңалуунун жана ток күчүнүн өзгөрүшүн тажрыйба жүзүндө байкоо.
3. Чынжырдын бөлүгү үчүн Омдун законунун тууралыгын текшерүү.

Электрдик потенциал жана чыңалуу. Электр талаасынын берилген чекитиндеги энергетикалык мүнөздөмөсү φ талаанын ошол чекитиндеги *потенциалы* деп аталат. Потенциал талаанын берилген чекитинде жайгашкан бирдик оң заряддын потенциалдык энергиясы менен ченелет:

$$\varphi = \frac{A}{q_0} \qquad (3.1)$$

Мындан талаанын берилген чекиттеги потенциалына төмөндөгүдөй аныктама берүүгө болот:

Берилген чекиттин потенциалы деп, бирдик оң зарядды берилген чекиттен чексиздикке чейин которууда талаанын аткарган жумушуна сан жагынан барабар болгон чоңдукту айтабыз.

Талаанын потенциалы скалярдык чоңдук. Талаанын берилген чекитинин потенциалынын сан маанисин аныктай албайбыз. Анткени, талаанын аракети нөл болгон чексиздикке чейинки жумушту практикада аныктоого мүмкүн эмес. Ошондуктан механикадагы потенциалдык энергия сыяктуу, бул жерде да потенциалдардын айырмасын аныктоо менен чектелебиз. Анда аткарылган жумуш

$$A = q_0(\varphi_1 - \varphi_2)$$

формуласы менен аныкталат. Мындан

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q_0}, \qquad (3.2)$$

б.а. *кандайдыр эки чекиттин потенциалдар айырмасы, бирдик оң зарядды бир чекиттен экинчисине которууда талаанын аткарган жумушуна барабар.*

Потенциалдар айырмасы электротехникада *чыңалуу* деп аталат. Аны U тамгасы менен белгилеп,

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q_0} \qquad (3.3)$$

алабыз. Бул формуладан чыңалуунун бирдиги

$$[U] = \frac{1J}{1C} = 1\frac{J}{C} = 1\frac{kg \cdot m^2}{c^3 \cdot A} = 1V,$$

деп алабыз. Эгерде электр талаасы $1C$ зарядды бир чекиттен экинчи чекитке жылдырууда $1\ J$ жумуш аткарса, анда эки чекиттин потенциалдар айырмасы 1 *вольтко* (V) барабар болот.

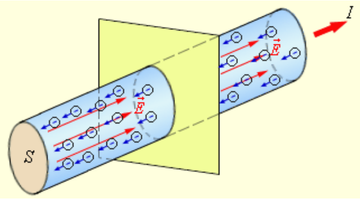
Чыңалуу *вольтметр* менен өлчөнөт. Вольтметр чынжырга жарыш туташтырылат.

Электр тогу. Ток күчү. Эми электр талаасынын өткөргүчтөгү заряддарга таасирин карайлы. Сырткы электр талаасы болбогон учурда өткөргүчтөрдөгү бош электр заряддары дайыма баш аламан, тартипсиз кыймылда болот жана алардын мындай кыймылы *жылуулук кыймылы* деп аталат. *Заряддалган бөлүкчөлөрдүн багытталган кыймылы электр тогу деп аталат* (3.1-сүрөт).

Өткөргүчтөрдөгү электр тогун баалоо жана салыштыруу үчүн *ток күчү* деп аталган атайын чоңдук киргизилген. Токтун күчүн I тамгасы менен белгилеп, аны өткөргүчтүн кесилиши боюнча убакыт бирдигинде өткөн заряддардын саны аркылуу аныктайбыз:

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (3.4)$$

Ток күчүнүн бирдиги СИ системасында негизги бирдик катары атайын келишим боюнча кабыл алынган. Бири-биринен $1\,m$ аралыкта жайланышкан жана туурасынан кесилиши дээрлик жокко эсе деп алынган, эки жарыш түз өткөргүчтөрдүн ар бир метринде вакуумда $2 \cdot 10^{-7} N$ аракеттешүү күчүн пайда кылган ток күчү *1 амперге* (A) барабар.



3.1-сүрөт

Ток күчү *амперметр* менен өлчөнөт. Амперметр чынжырга удаалаш туташтырылат.

Жогоруда потенциалдар айырмасы заряддарды багыттуу кыймылга, б.а. токтун пайда болушуна алып келерин белгилеп кеткенбиз. Өткөргүчтүн кандайдыр бөлүгүндө потенциалдар айырмасы $\varphi_1 - \varphi_2$ канчалык чоң болсо, өткөргүчтө пайда болгон электр талаасынын чыңалышы да ошончолук чоң болуп, заряддарды кыймылга келтирүүчү күч да ошончолук чоң болот. Натыйжада өткөргүчтүн кесилиши боюнча убакыт бирдигинде өткөн заряддардын саны, демек, ток күчү да чоңоет. Ошентип, өткөргүчтөгү ток күчү анын учтарындагы потенциалдар айырмасына түз пропорциялуу болот.

Чынжырдагы токтун күчү потенциалдар айырмасы менен бирге өткөргүчтүн затынан жана анын геометриялык өлчөмдөрүнөн да көз каранды. Алар жалпысынан *өткөргүчтүн өткөрүмдүүлүгү* деп аталган чоңдук менен мүнөздөлөт. Эгерде биз аны γ менен белгилесек, айтылгандар боюнча ток күчү потенциалдар айырмасына жана өткөргүчтүн өткөрүмдүүлүгүнө түз пропорциялуу болот.

$$I = \gamma(\varphi_1 - \varphi_2) \quad (3.5)$$

Өткөргүчтүн өткөрүмдүүлүгүнө тескери чоңдук *өткөргүчтүн каршылыгы* деп аталып, R тамгасы менен белгиленет:

$$\gamma = \frac{1}{R}. \quad (3.6)$$

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 \quad (3.7)$$

болгондуктан, (3.5)-(3.7) ни эске алуу менен төмөнкүдөй жазып алууга болот:

$$I = \frac{U}{R} \quad (3.8)$$

(3.8) формуласы *турактуу ток чынжырынын бөлүгү үчүн Омдун законун* туюндурат. *Чынжырдын бөлүгү үчүн ток күчү ошол бөлүктөгү чыңалууга түз жана анын каршылыгына тескери пропорциялуу.*

Өткөргүчтүн каршылыгы. Механикада сүрүлүү нерселердин кыймылына каршы таасир таасир эткен сыяктуу, өткөргүчтүн каршылыгы заряддардын багыттуу кыймылына каршы таасир пайда кылат жана электр энергиясынын өткөргүчтүн ички энергиясына айлануусуна себеп болот.

Өткөргүчтүн ички түзүлүшү жана анын бөлүкчөлөрүнүн башаламан кыймылы менен шартталган электр тогуна көрсөтүлгөн тескери таасирди мүнөздөөчү чоңдук өткөргүчтүн *электрдик каршылыгы* деп аталат.

Чынжырдын бөлүгүнүн каршылыгы бул бөлүктө бир бирдикке барабар болгон ток күчүн алуу үчүн керек болгон чыңалуу менен өлчөнөт:

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

Каршылыктын өлчөө бирдигин келтирип чыгаралы:

$$[R] = \frac{1V}{1A} = 1\frac{V}{A} = 1\Omega$$

СИ системасында каршылыктын бирдиги үчүн Ом (Ω) кабыл алынган. Учтарындагы чыңалуусу $1\,V$ ко барабар болгондо $1\,A$ ток өтүүчү чынжырдын бөлүгүнүн каршылыгы 1 омго барабар.

Каршылык *омметр* менен өлчөнөт. Омметр чынжырга жарыш туташтырылат.

Металл өткөргүчүнүн каршылыгы эмне менен аныкталарын тактайлы. Металлда заряддарды

алып жүрүүчүлөр болуп эркин электрондор эсептелет. Алар баш аламан кыймылындарында өздөрүн газдын молекулалары сыяктуу алып жүрүшөт деп эсептесе болот. Ошондуктан, классикалык физикада металлдардагы эркин электрондорду *электрондук газ* деп аташат.

Электрондук газдын тыгыздыгы жана кристаллдык торчонун түзүлүшү металлдын тегинен көз каранды. Ошондуктан, өткөргүчтүн каршылыгы, анын затынын тегинен көз каранды болуш керек. Мындан сырткары, ал өткөргүчтүн узундугунан, туурасынан кесилиш аянтынан жана температурасынан көз каранды.

Белгилүү бир заттан жасалган, туурасынан кесилиш аянты S, узундугу ℓ болгон өткөргүчтүн каршылыгы төмөнкү формула менен аныкталат:

$$R = \rho \frac{\ell}{S}. \qquad (3.9)$$

Бул формуладан өткөргүчтүн каршылыгы анын узундугуна түз, ал эми туурасынан кесилиш аянтына тескери пропорциялуу экендиги көрүнүп турат. Өткөргүчтүн каршылыгынын өткөргүч жасалган материалдан көз карандылыгын мүнөздөөчү чоңдук заттын *салыштырма каршылыгы* деп аталат жана ρ тамгасы менен белгиленет. (3.14) кө ылайык

$$\rho = R \frac{S}{\ell}. \qquad (3.10)$$

Бул формуладан $S/\ell = 1$ болгондо, $\rho = R$ болору белгилүү. Демек, өткөргүчтүн *салыштырма каршылыгы* деп, узундугу $1\,m$ жана туурасынан кесилиш аянты $1\,m^2$ ка барабар болгон өткөргүчтүн каршылыгын айтабыз. Формула боюнча ал:

$$[\rho] = 1 \frac{\Omega \cdot m^2}{m} = 1\Omega \cdot m$$

менен ченелет. Мисалы, алюминий үчүн – 2, 69·10^{-8} $\Omega \cdot m$, вольфрам үчүн – 5,5·10^{-8} $\Omega \cdot m$,
жез үчүн – 1,67·10^{-8} $\Omega \cdot m$, темир үчүн – 9,71·10^{-8} $\Omega \cdot m$.

Салыштырма каршылык, жогоруда белгилеп кеткендей, өткөргүчтүн затынан көз каранды болуучу чоңдук. Бирок, ал температурага да жараша өзгөрөт.

Каршылыктын температурадан көз карандылыгы. Затты ысытууда анын бөлүкчөлөрүнүн баш аламан кыймылы күчөгөндүктөн, токту алып жүрүүчүлөрдүн багыттуу кыймылына каршы аракет күчөйт. Ошондуктан, өткөргүчтөрдүн каршылыгы, алардын затынан жана геометриялык өлчөмдөрүнөн гана эмес, температурадан да

$$\rho_t = \rho_0 (1 + \alpha t). \qquad (3.11)$$

формуласы боюнча көз каранды. Мында ρ_0 - $t = 0^0 C$ дагы өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы. α - каршылыктын температуралык коэффициенти. Көпчүлүк таза металлдардын температуралык коэффициенттери бири-биринен аз айырмаланышат, болжолдуу аларды $\alpha =\ 1/273\,^0C^{-1}$ барабар деп эсептөөгө болот.

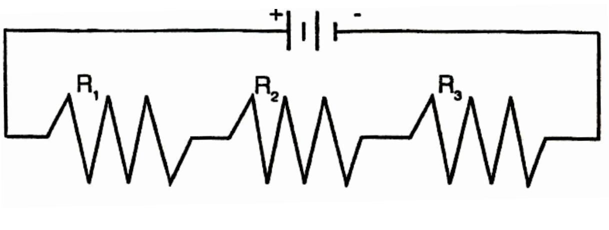
Ар кандай температураларда өткөргүчтөрдүн каршылыгын эсептөө үчүн колдонулуучу формуланы чыгаралы:

$$R_t = \rho_t \frac{\ell}{S},$$

$$R_t = \frac{\rho_0 \ell}{S}(1 + \alpha t) = R_0 (1 + \alpha t). \qquad (3.12)$$

Мында R_t - t температурасындагы, ал эми R_0 - $0^0 C$ кезиндеги өткөргүчтүн каршылыгы.

Резисторлорду удаалаш туташтыруу. Эгерде, алдыдагы резистордун аягына кийинки резистордун башы туташтырылса, мындай туташтыруу *удаалаш туташтыруу* деп аталат (№2 лабораториялык ишти карагыла). Резисторлорду удаалаш туташтыруу 3.2-сүрөттө көрсөтүлгөн. Мындай туташтыруу учурундагы ток күчүн, чыңалууну жана каршылыкты эсептөө төмөндө келтирилген эрежелер менен жүргүзүлөт.



3.2-сүрөт

1-эреже. Удаалаш туташтыруу учурунда ток күчү чынжырдын бардык бөлүгүндө бирдей:

$$I = I_1 = I_2 = I_3 \quad (3.13)$$

Бул заряддардын сакталуу закону менен түшүндүрүлөт.

2-эреже. Удаалаш туташтыруу учурунда чынжырдагы чыңалуу чынжырдын бөлүктөрүндөгү чыңалуулардын суммасына барабар:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 \quad (3.14)$$

3-эреже. Удаалаш туташтыруу учурунда чынжырдын ар бир бөлүгүндөгү чыңалуу бөлүктөрдүн каршылыктарына түз пропорциялуу:

$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U_3}{R_3} = ... = \frac{U_n}{R_n} \quad (3.15)$$

4-эреже. Удаалаш туташтыруу учурунда чынжырдын эквиваленттүү каршылыгы чынжырдын ар бир бөлүгүнүн каршылыктарынын суммасына барабар:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \quad (3.16)$$

Эгерде удаалаш туташтырылган резисторлордун бирөөсүндө чынжыр ажыраса, анда ток чынжырдын бардык бөлүгүндө жоголот. Ошондуктан, практикада удаалаш туташтыруу дайыма эле ыңгайлуу боло бербейт.

Резисторлорду жарыш туташтыруу. Эгерде бардык резисторлордун башы бир чекитке, ал эми аягы экинчи бир чекитке туташтырылса, анда мындай туташтыруу *жарыш туташтыруу* деп аталат (№2 лабораториялык иштги карагыла). Резисторлорду жарыш туташтыруу 3.3-сүрөттө көрсөтүлгөн. Экиден ашык өткөргүчтөр кесилишкен чекит *түйүн* деп аталат (3.3-сүрөттөгү В жана С чекиттери). Резисторлорду жарыш туташтырууда ток күчүн, чыңалууну жана каршылыкты эсептөө үчүн да төрт эреже колдонулат.

1-эреже. Жарыш туташтырууда ар бир бутактагы жана бутактануунун бардыгындагы чыңалуулар бирдей:

$$U = U_1 = U_2 = U_3 \quad (3.17)$$

Бул эреже вольтметрдин көрсөтүүлөрү менен тастыкталат.

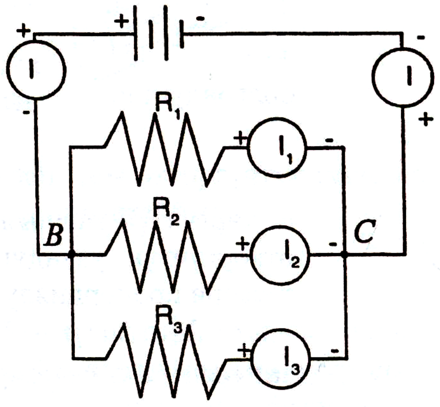
2-эреже. Бутактанууга чейинки жана бутактануудан кийинки ток күчү ар бир бутактагы ток күчүнүн суммасына барабар:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad (3.18)$$

3-эреже. Бутактануунун ар бир бутагындагы ток күчү, алардын каршылыктарына тескери пропорциялуу:

$$I_1R_1 = I_2R_2 = I_3R_3 = ... = I_nR_n \quad (3.19)$$

4-эреже. Бутактануунун өткөрүмдүүлүгү ар бир бутактын өткөрүмдүүлүктөрүнүн суммасына барабар:



3.3-сүрөт

$$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 \quad (3.20)$$

же

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (3.21)$$

ИШТИН ТАРТИБИ:

I БӨЛҮК

1. Бирдей чоңдуктагы үч резистор тандагыла. Аларды 1, 2, 3 деп белгилегиле жана алардын шакекчелеринин түстөрүн 3.1-таблицага жазгыла.
2. Тандалган каршылыктардын коду боюнча маанисин аныктап, алынган жыйынтыктарды 3.1-таблицанын «код боюнча каршылык» деп белгиленген мамычасына жазгыла. Төртүнчү шакекченин түсү боюнча каршылыктын маанисинин мүмкүн болуучу четтөөсүн аныктап, 3.1-таблицанын тиешелүү мамычасына жазгыла.
3. Мультиметрди колдонуу менен ар бир резистордун каршылыгын ченеп, алынган маанилерди 3.1-таблицага жазгыла.

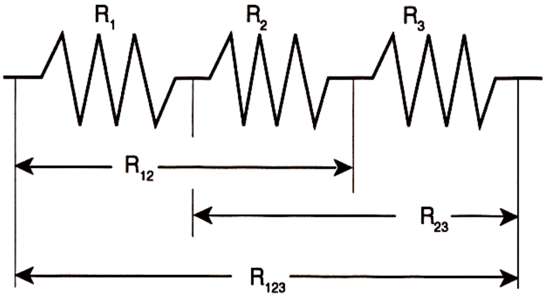
4. Каршылыктын ар бир мааниси үчүн тажрыйбалык катаны процент менен эсептегиле жана 3.1-таблицанын тиешелүү мамычасына жазгыла.

$$Тажрыйбалык\ ката = \frac{\left|R_{код\ боюнча\ маани} - R_{олчонгон\ маани}\right|}{R_{код\ боюнча\ маани}} \cdot 100\%$$

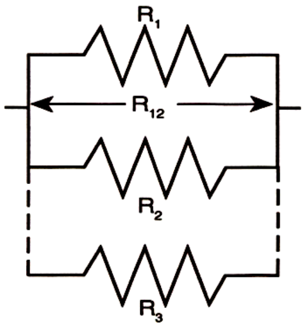
3.1-таблица

$R_1 = R_2 = R_3$								
	Түстөр				Код боюнча каршылык	Өлчөнгөн каршылык	Тажрыйбалык ката	Мүмкүн болгон четтөө
	1	2	3	4	$R_к$ ( )	R_o ( )	ε ( )	( )
1								
2								
3								

5. Эми тажрыйба тактасынын пружина кыскычтарынын жардамы менен үч резисторду учтарын бүкпөстөн, 3.4-сүрөттө көрсөтүлгөндөй, өз ара удаалаш туташтыргыла. Схемада берилген резисторлордун комбинацияларынын каршылыктарын мультиметрдин учтарын сүрөттө көрсөтүлгөн чекиттердин арасына туташтыруу менен өлчөгүлө.

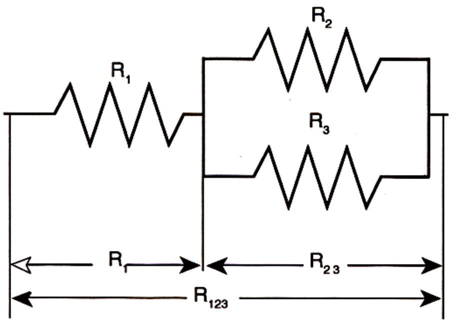


3.4-сүрөт



3.5-сүрөт

6. Өлчөнгөн маанилерди 3.2-таблицага жазгыла. Адегенде эки, андан кийин үч резисторду жарыш туташтырып, чогулткула (3.5-сүрөт). Бул чынжырлар үчүн өлчөөлөрдү жүргүзүп, алынган маанилерди 3.2-таблицага жазгыла.



3.6-сүрөт

3.2-таблица

$R_1 = R_2 = R_3$					
Удаалаш		Жарыш		Аралаш	
R ( )		R ( )		R ( )	
R_{12}		R_{12}		R_1	
R_{23}		R_{23}		R_{23}	
R_{123}		R_{13}		R_{123}	
		R_{123}			

7. 3.6-сүрөттө көрсөтүлгөндөй аралаш чынжыр чогулткула. Резисторлордун ар кандай комбинациясы үчүн өлчөөлөрдү аткарып, өлчөнгөн маанилерди 3.2-таблицага жазгыла.
8. Ар кандай каршылыктагы үч башка резисторлорду тандагыла. Тандалган резисторлор үчүн жогорудагы 1-7 кадамдарды кайталагыла. Өлчөнгөн маанилерди 3.3- жана 3.4-таблицага жазгыла.

3.3-таблица

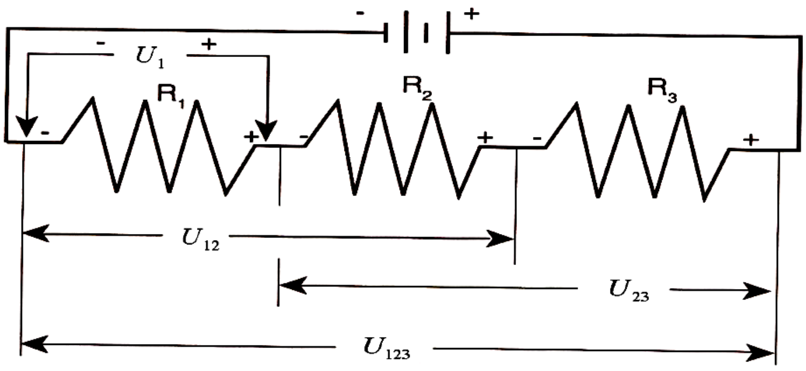
$R_1 \neq R_2 \neq R_3$								
	Түстөр				Код боюнча каршылык	Өлчөнгөн каршылык	Тажрыйба -лык ката	Мүмкүн болгон четтөө
	1	2	3	4	$R_к$ ( )	$R_о$ ( )	ε ( )	( )
1								
2								
3								

3.4-таблица

$R_1 \neq R_2 \neq R_3$					
Удаалаш		Жарыш		Аралаш	
R ( )		R ( )		R ( )	
R_{12}		R_{12}		R_1	
R_{23}		R_{23}		R_{23}	
R_{123}		R_{13}		R_{123}	
		R_{123}			

II БӨЛҮК

1. Бирдей үч резистор тандагыла. Аларды 1, 2, 3 деп белгилеп, коду боюнча маанисин аныктагыла.
2. Мультиметрди колдонуу менен ар бир резистордун каршылыгын ченеп, алынган маанилерди 3.5-таблицага жазгыла.
3. Резисторлорду удаалаш туташтыргыла. Алардын учтарын бүкпөстөн, пружина кыскычтарын пайдалангыла. Ток булагына туташтырууда кайсынысы терс, кайсынысы оң уюлга туташтырыла тургандыгына өзгөчө көңүл бургула (3.7-сүрөт).



3.7-сүрөт

4. Мультиметрдин чыңалууну өлчөө функциясын пайдаланып, резисторлордун ар бириндеги чыңалууларды жана алардын комбинацияларынын чыңалууларын өлчөгүлө. Бул учурда мультиметрдин учтарынын уюлдук дал келүүсүнө көңүл бургула (кызыл – « + », кара – « - »). Өлчөнгөн чоңдуктарды 3.5-таблицага жазгыла.

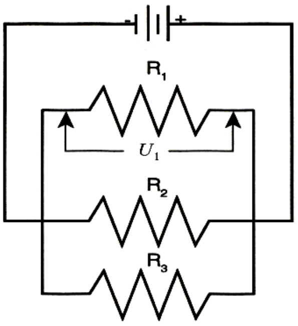
3.5-таблица

$R_1 = R_2 = R_3$											
Удаалаш				**Жарыш**				**Аралаш**			
R ( )		V ( )		R ( )		V ( )		R ( )		V ( )	
R_1		U_1		R_1		U_1		R_1		U_1	
R_2		U_2		R_2		U_2		R_{23}		U_{23}	
R_3		U_3		R_3		U_3		R_{123}		U_{123}	
R_{12}		U_{12}		R_{123}		U_{123}					
R_{23}		U_{23}									
R_{123}		U_{123}									

5. Ошол эле резисторлорду өз ара жарыш туташтырып 3.8-сүрөттө көрсөтүлгөндөй чынжыр чогулткула. Ар бир резистордогу чыңалууларды, алардын комбинацияларынын чыңалууларын өлчөп, алынган маанилерди 3.5-таблицага жазгыла.

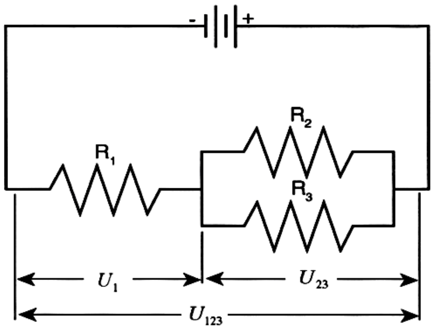
Эскертүү: Чыңалууларды өлчөө учурунда чынжырдын туюк болушуна көңүл бургула.

6. Эми 3.9-сүрөттө көрсөтүлгөн схема боюнча аралаш чынжырды чогултуп, тиешелүү чыңалууларды өлчөгүлө. Өлчөнгөн маанилерди 3.5-таблицага жазгыла.



3.8-сүрөт

7. Ар кандай каршылыктагы үч башка резисторлорду тандагыла. Тандалган резисторлор үчүн жогорудагы 1-6-кадамдарды кайталагыла. Өлчөнгөн маанилерди 3.6-таблицага жазгыла.



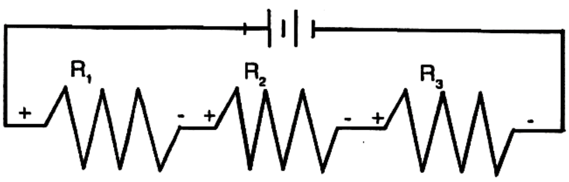
3.9-сүрөт

3.6-таблица

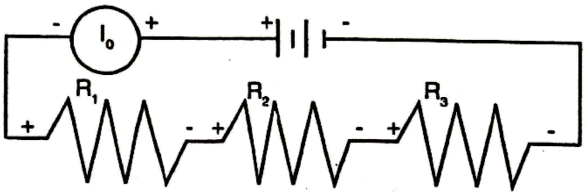
$R_A \neq R_B \neq R_C$											
Удаалаш				**Жарыш**				**Аралаш**			
R ( )		V ( )		R ( )		V ( )		R ( )		V ( )	
R_A		U_A		R_A		U_A		R_A		U_A	
R_B		U_B		R_B		U_B		R_{BC}		U_{BC}	
R_C		U_C		R_C		U_C		R_{ABC}		U_{ABC}	
R_{AB}		U_{AB}		R_{ABC}		U_{ABC}					
R_{BC}		U_{BC}									
R_{ABC}		U_{ABC}									

III БӨЛҮК

1. Үч бирдей чоңдуктагы резисторду учтарын бүкпөстөн тажрыйба тактасынын кыскычтарына 3.10-сүрөттө көрсөтүлгөндөй өз ара удаалаш туташтыргыла. Резисторлорду ток булагына туташтырбай туруп, 3.7-таблицада көрсөтүлгөн каршылыктын маанилерин өлчөп, таблицага жазгыла.

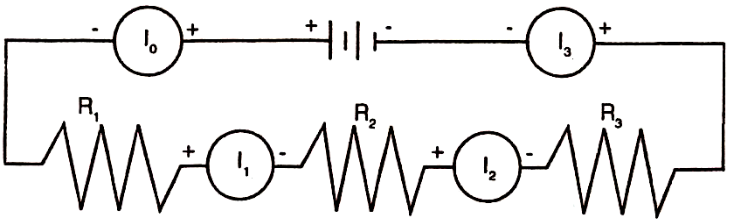


3.10-сүрөт



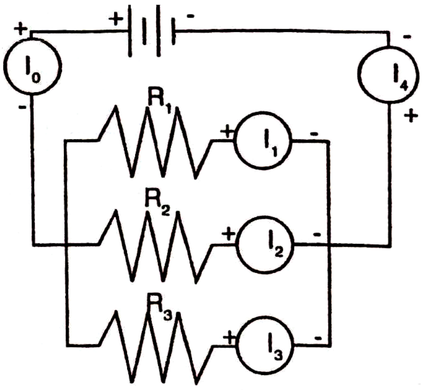
3.11-сүрөт

2. Эми бул өз ара удаалаш туташтырылган резисторлорду 3.11-сүрөттө көрсөтүлгөндөй эки зым менен ток булагынын оң жана терс уюлдарына туура туташтыргыла. 3.7-таблицада көрсөтүлгөн чыңалуунун маанилерин өлчөп, таблицага жазгыла.
3. Мультиметрди ток күчүн өлчөөчү абалга жөндөп, көрсөткүчүн 200 mA ге келтиргиле. Мультиметрдин учтарынын уюлуна (кызыл – «+», кара – «-») көңүл бургула. Ток күчүн өлчөө үчүн чынжырды үзүп, үзүлгөн жерге мультиметрди удаалаш туташтыруу аркылуу туюктоо керек. Батарейканын оң уюлундагы зымды чыгаргыла жана бул уюлга 3.11-сүрөттө көрсөтүлгөндөй мультиметрдин кызыл (+) учун туташтыргыла. Кара (-) учун R_1 резисторунун учуна туташтырып, I_0 ток күчүн өлчөп, маанисин 3.7-таблицага жазгыла.
4. 3.12-сүрөттө көрсөтүлгөндөй, улам чынжырдын белгиленген жерин ажыратуу менен ток күчүнүн маанилерин өлчөп, 3.7-таблицага жазгыла.



3.12-сүрөт

5. Жогоруда көрсөтүлгөн бирдей чоңдуктагы 3 резисторду 3.13-сүрөттө көрсөтүлгөндөй өз ара жарыш туташтырып чынжыр чогулткула. Адегенде, резисторлорду ток булагынан ажыратып, 3.7-таблицада көрсөтүлгөн каршылыктарды өлчөгүлө.
6. Өз ара жарыш туташтырылган резисторлорду ток булагына туташтырып, 3.7-таблицада көрсөтүлгөн чыңалууларды өлчөгүлө.
7. Мультиметрди токту өлчөөчү абалга жөндөп, көрсөткүчүн 200 mA келтиргиле. Мультиметрдин кызыл учун батарейканын оң уюлуна, ал эми кара учун резисторлордун учтары туташтырылган чекитке туташтырып, I_0 өлчөгүлө. Чынжырдын бутактарындагы ток күчүн 3.13-сүрөттө көрсөтүлгөн схема боюнча өлчөгүлө. Өлчөнгөн маанилерди 3.7-таблицага жазгыла.



3.13-сүрөт

8. Жогорудагы баскычтарда аткарылган иш-аракеттерди ар кандай чоңдуктагы резисторлорду колдонуу менен кайталагыла. Өлчөнгөн чоңдуктардын маанисин 3.8-таблицага жазгыла.

Эскертүү: *Чоңдуктардын бирдиктерин туура жазгыла.*

3.7-таблица

$R_1 = R_2 = R_3$											
Удаалаш						Жарыш					
R ( )		U ( )		I ( )		R ( )		U ( )		I ( )	
R_1		U_1		I_0		R_1		U_1		I_0	
R_2		U_2		I_1		R_2		U_2		I_1	
R_3		U_3		I_2		R_3		U_3		I_2	
R_{12}		U_{12}		I_3		R_{123}		U_{123}		I_3	
R_{23}		U_{23}								I_4	
R_{123}		U_{123}									

3.8-таблица

$R_1 \neq R_2 \neq R_3$											
Удаалаш						Жарыш					
R ( )		U ( )		I ( )		R ( )		U ( )		I ( )	
R_1		U_1		I_0		R_1		U_1		I_0	
R_2		U_2		I_1		R_2		U_2		I_1	
R_3		U_3		I_2		R_3		U_3		I_2	
R_{12}		U_{12}		I_3		R_{123}		U_{123}		I_3	
R_{23}		U_{23}								I_4	
R_{123}		U_{123}									

АНАЛИЗ:

1. II бөлүктөгү ар кандай чоңдуктагы резисторлорду өз ара удаалаш жана жарыш туташтыруу учурлары үчүн чыңалуунун каршылыктан болгон көз карандылык графиктерин тургузгула. Бул графиктерден кандай жыйынтык чыгарууга болот?
2. III бөлүктөгү ар кандай чоңдуктагы өз ара жарыш туташтырылган резисторлор үчүн ток күчүнүн каршылыктан болгон көз карандылык графигин чийгиле. Алынган график чынжырдын бөлүгү үчүн Омдун законуна туура келгендигин текшергиле.

СУРООЛОР:

1. Электр талаасы деп эмнени айтабыз? Электр талаасын мүнөздөөчү чоңдуктар кайсылар?
2. Потенциал жана потенциалдар айырмасы (чыңалуу) деп эмнени айтабыз? Аларды аныктоочу формулалар жана бирдиктерин атагыла.
3. Электр тогу деп эмнени айтабыз?
4. Чынжырда электр тогу пайда болушу үчүн кандай шарттар аткарылыш керек?
5. Ток булагы деп эмнени айтабыз? Ток булагынын чынжырдагы милдети эмнеде?
6. Ток күчү деп эмнени айтабыз? Ток күчү кайсы формула менен аныкталат? Бирдиги кандай?
7. Турактуу ток деп эмнени айтабыз? Турактуу токтун графиги кандай болот?
8. Чынжырдын бөлүгү үчүн Ом законун түшүндүрүп бергиле.
9. Каршылык деген эмне? Каршылык эмнелерден көз каранды?
10. Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы деген эмне? Каршылыктын өткөрүмдүүлүк менен байланышы кандай?
11. Каршылыкты, чыңалууну жана ток күчүн өлчөө үчүн омметр чынжырга кандай туташтырылат? Себебин түшүндүргүлө.
12. Резисторлорду өз ара удаалаш жана жарыш туташтырууда жалпы каршылыкты, чыңалууну жана

ток күчүн эсептөөнүн эрежелери кандай?

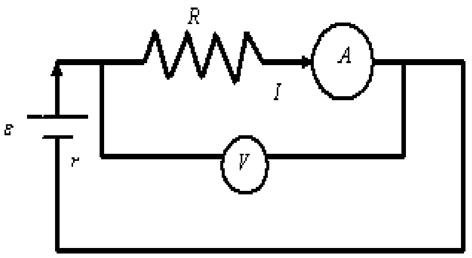
№4 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ
Кирхгофтун эрежелери

Жабдуулар:

- тажрыйба тактасы;
- мультиметр;
- резисторлор.

Максат: Кирхгофтун эрежелеринин тууралыгын тажрыйбада текшерүү

Толук чынжыр үчүн Омдун закону. Жөнөкөй электр чынжырынын курамына ток булагы, туташтыруучу өткөргүчтөр (б.а каршылыктар) жана ченөөчү приборлор кирет. 4.1-сүрөттө жөнөкөй электр чынжыры көрсөтүлгөн.



4.1-сүрөт

Чынжырда $R-$сырткы каршылык, r- ток булагынын ички каршылыгы, ε- электр кыймылдаткыч күчү. Ток булагынын ичиндеги «бөтөн» күчтүн заряддарды туюк чынжыр боюнча кыймылга келтирүүдө аткарган жумушунун, ал заряддардын чоңдугуна болгон катышын ток булагынын *электр кыймылдаткыч күчү деп айтабыз (ЭКК).* Электр кыймылдаткыч күчүн *(ЭКК)* ε тамгасы менен белгиленет,

$$\varepsilon = \frac{A_б}{q} = (\varphi_1 - \varphi_2) + Ir. \qquad (4.1)$$

Ток булагынын ички каршылыгы алынган ток булагына жараша болот. Ток булагынын ички каршылыгында да сырткы чынжырдай эле потенциалдардын түшүшү ($U = IR$ сыяктуу) байкалат. Ал $U = Ir$ ге барабар. Энергиянын сакталуу закону боюнча бөтөн күчтүн аткарган жумушу, б.а. ток булагынын электр кыймылдаткыч күчү сырткы жана ички каршылыктардагы потенциалдардын түшүүлөрүнүн суммасына барабар

$$\varepsilon = IR + Ir. \qquad (4.2)$$

мындан

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}. \qquad (4.3)$$

Акыркы формула (4.3) толук чынжыр үчүн Омдун законун туюндурат.
Ток булагын камтыган чынжырдагы ток күчү, ал булактын кыймылдаткыч күчүнө түз, ички жана сырткы каршылыктарынын суммасына тескери пропорциялуу.

Ички каршылыктары бирдей, электр кыймылдаткыч күчтөрү ар башка болгон ток булактарын бир эле чынжырга туташтыруу менен бул закондун так аткарыла тургандыгына ишенүүгө болот. (4.3) формуласын төмөнкүчө өзгөртүп жазалы

$$U = \varepsilon - Ir$$

Эгерде ток булагынын ички каршылыгы чынжырдын сырткы каршылыгына салыштырмалуу өтө кичине болсо, $R \rangle\rangle r$ анда $Ir = 0$ деп $U = \varepsilon$ алабыз. Бул учурда *ток булагынын кычкычтарындагы чыңалуу ЭККга барабар болот.*
Ушундай эле жыйынтыкты чынжыр туюк эмес болуп, $I = 0$ болгондо да алабыз.

Бир тектүү эмес татаал электр чынжырларында бир нече электр булактары жана өткөргүчтөрдүн тармакталган системасы камтылат. Мындай учурларда Омдун законун түздөн-түз колдонууга мүмкүн эмес. Ал үчүн татаал чынжырларды өз алдынча туюк контурларга бөлүп, алардын ар бири үчүн Омдун законун пайдаланууга туура келет. Мындай чынжырларды Кирхгофтун закондорун пайдалануу менен эсептөө бир кыйла жеңил. Бул закондор 1847-жылы немец окумуштуусу тарабынан сунуш кылынган жана анын урматына Кирхгоф эрежелери деп аталып калган.

Кирхгофтун биринчи закону ар кандай түйүндөрдөгү токторго тиешелүү. A – чекити ошондой түйүндөрдүн бири (4.1-сүрөт).

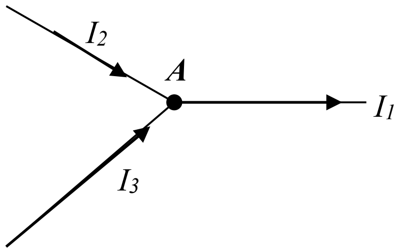
I эреже: *Түйүндөрдө токтордун алгебралык суммасы нөлгө барабар*

$$\sum_{i=0}^{n} I_i = 0 . \qquad (4.4)$$

A чекити үчүн агып кирген I_2 жана I_3 токтору оң белги менен алынса, түйүндөн чыгуучу ток I_1 – терс белгиси менен алынат (4.2-сүрөт).

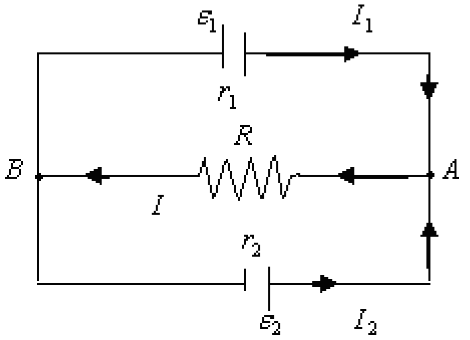
Кирхгофтун биринчи закону заряддардын сакталуу законун ырастайт. Түйүнгө кандай сандагы заряддар келип кирсе, ошондой сандагы заряддар андан «агып» чыгат

$$(I_2 + I_3) - I_1 = 0 . \qquad (4.4a)$$



4.2-сүрөт

Кирхгофтун экинчи закону тармакталган чынжырдан бөлүнүп алынган кандайдыр туюк контурга тиешелүү. Мындай туюк контурда бир нече түйүн жана ток булактары болушу мүмкүн. Ошондой контурдун бири 4.3 -сүрөттө көрсөтүлгөн.



4.3-сүрөт

Аны өз алдынча эки контурга бөлүп карайлы. Адегенде контур боюнча айланып чыгуунун шартын белгилеп алуу керек. $B\varepsilon_1 AB$ контурун саат жебесинин багыты боюнча айланып чыгалы. Эгерде токтун багыты бул багытка дал келсе, аны оң белгиси менен, каршы келсе, терс белгиси менен алабыз. Эгерде айлануу багыты боюнча ЭКК потенциалдарынын чоңоюшуна алып келсе, аны оң белги менен, азайтса, карама-каршы белги менен алабыз. Биз карап жаткан контур боюнча ε_1 жана I_1 оң белгилери менен алынары көрүнүп турат. Омдун толук чынжыр үчүн законун пайдаланып, $B\varepsilon_1 AB$ контуру үчүн:

$$IR + I_1 r_1 = \varepsilon_1 . \qquad (4.5)$$

Ошондой эле $B\varepsilon_2 AB$ контуру үчүн (саат жебесинин багытына каршы айлансак):

$$IR + I_2 r_2 = \varepsilon_2 \qquad (4.6)$$

алабыз. А-чекитиндеги түйүн үчүн биринчи закондун негизинде

$$I_1 + I_2 = I \qquad (4.7)$$

деп алууга болот. Бул үч теңдеменин системасынан контурдагы тиешелүү чоңдуктарды, мисалы, калгандары белгилүү болсо R, I_1, I_2 чоңдуктарын (б.а үч белгисизди) аныктап алууга болот. (4.5)

жана (4.6) теңдемелеринин мүчөлөрү боюнча кошуп Кирхгофтун экинчи законун туюндурган теңдемени алдык.

II эреже: *контурдун бардык бөлүктөрүндө токтун күчүнүн ички жана сырткы каршылыктарынын суммасына болгон көбөйтүндүсүнүн алгебралык суммасы, бул контурдагы ЭККнүн суммасына барабар.*

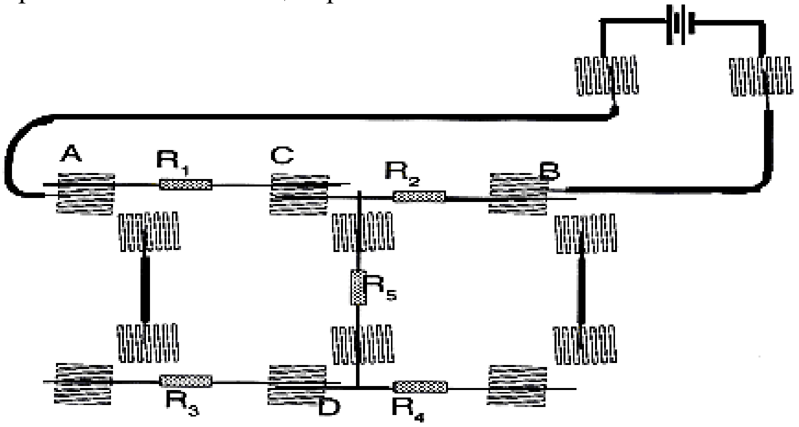
$$\sum_{i=1}^{n} I_i(R_i + r_i) = \sum_{k=1}^{m} \varepsilon_k \quad . \qquad (4.8)$$

Кирхгофтун эрежелерин маселе чыгарууда туура колдонуу үчүн төмөндө көрсөтүлгөн эскертүүлөрдү көңүлгө алуу керек:

1. Чынжырдын бөлүгүндөгү ток күчү түйүндөн түйүнгө чейин өзгөрүүсүз калат.
2. Теңдеменин саны белгисиздердин санына барабар болууга тийиш.
3. Теңдемелерди түзүүдө токтун багыты каалагандай тандалат.
4. Эгер чыңалуу чоңойсо, электр кыймылдаткыч күчү *(ЭКК)* оң белги ($\varepsilon > 0$) менен алынат, ал эми чыңалуу азайса, электр кыймылдаткыч күчү *(ЭКК)* терс белги ($\varepsilon < 0$) менен алынат.
5. Кирхгофтун биринчи эрежесине ылайык түзүлгөн теңдемелердин саны түйүндөрдүн санына караганда бирге аз болууга тийиш.

ИШТИН ТАРТИБИ:

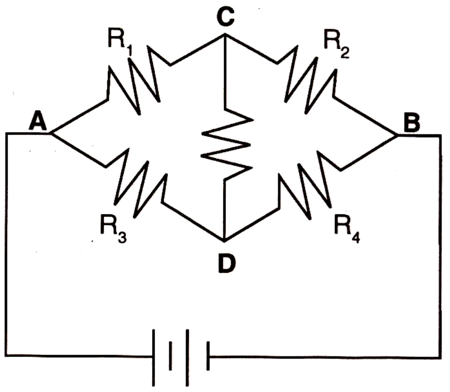
1. Ар кандай чоңдуктагы резисторлорду ($10\,\Omega$ каршылыктан башка) 4.4-сүрөтүн колдонуп чынжырды чогулткула.
2. Каршылыктын өлчөнгөн маанилерин 4.1-таблицага жазгыла. А жана В аралыгындагы чынжырда ток булагы жок учурунда жалпы каршылыкты өлчөгүлө.
3. Ток булагына (батарейкага) туташтырып, ар бир каршылыктын чыңалуусун жана толук чынжыр үчүн жалпы чыңалууну өлчөгүлө. Чыңалуунун өлчөнгөн маанилерин 4.1-таблицага жазгыла.
4. Чынжырды ажыратып мультимерге удаалаш туташтырып, ар кайсы каршылыктан өткөн токтун күчүн өлчөгүлө. Чынжырга кирген жана чыккан токтун күчүн ар бир каршылык үчүн жана жалпы ток күчүн толук чынжыр үчүн өлчөп алынган маанилерин 4.1-таблицага жазгыла.
5. Түйүндөгү токтордун алгебралык суммасын алынган маанилерге карата эсептеп, Кирхгофтун I эрежесин далилдегиле.
6. 4.4-сүрөттү контурларга бөлүп алардын элементтерин тандап жана схемасын чийип 4.1-таблицасына жазгыла. Өлчөнгөн маанилерге карата эсептеп, Кирхгофтун II эрежесин тууралыгын текшергиле.
7. 4.5-сүрөтүн колдонуп чынжырды чогулткула. Жогорудагы 2, 4, 6 кадамдарын кайталагыла жана өлчөнгөн маанилерин 4.4 - 4.6 – таблицаларына жазгыла.



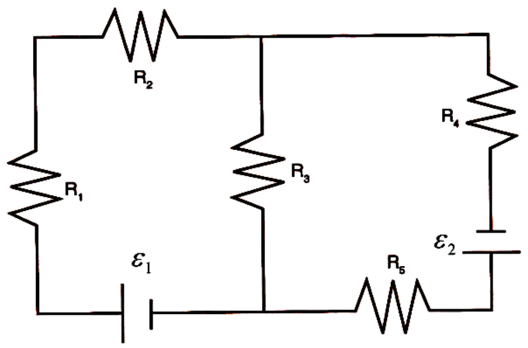
4.4-сүрөт

АНАЛИЗ:

1. Түйүндөр үчүн Кирхгофтун I эрежесин тууралыгын далилдегиле.
2. Кирхгофтун II эрежесин контурлар үчүн аткарылышын текшергиле.



4.4а-сүрөт



4.5 -сүрөт

Өлчөнгөн чоңдуктарды төмөнкү таблицаларга жазгыла:

4.1-таблица

$R_{i\,код.}\,(\Omega)$		$R_{i\,олч.}\,(\Omega)$		$U_i\ (V)$		$I_i\ (mA)$		$I_iR_i\ (V)$	
R_1	100	R_1		U_1		I_1		I_1R_1	
R_2	560	R_2		U_2		I_2		I_2R_2	
R_3	330	R_3		U_3		I_3		I_3R_3	
R_4	100	R_4		U_4		I_4		I_4R_4	
R_5	330	R_5		U_5		I_5		I_5R_5	
				$\varepsilon = U_{толук} =$		$I_{толук} =$			

4.2-таблица

Түйүн	Түйүндөгү токтордун схемасы	Түйүнгө кирген токтор		Түйүндөн чыккан токтор		Түйүндөгү токтордун алгебралык суммасы
		$I_i\ (mA)$		$I_i\ (mA)$		$\sum I_i\ (mA)$
A						
B						
C						
D						

4.3-таблица

Контурдун элементтери	Контурдун схемасы	Контурдагы:						
		$\varepsilon_i\,(V)$		$I_iR_i\ (V)$		$I_ir_i\ (V)$		$\sum\varepsilon_i\ (V)$

4.4-таблица

$R_{i\,код.}\,(\Omega)$		$R_{i\,олч.}\,(\Omega)$		$V_i\ (V)$		$I_i\ (mA)$		$I_iR_i\ (V)$	
R_1	100	R_1		U_1		I_1		I_1R_1	
R_2	560	R_2		U_2		I_2		I_2R_2	
R_3	330	R_3		U_3		I_3		I_3R_3	
R_4	100	R_4		U_4		I_4		I_4R_4	
R_5	330	R_5		U_5		I_5		I_5R_5	
				$\varepsilon_1 = U_{толук1} =$		$I_{толук1} =$			
				$\varepsilon_2 = U_{толук2} =$		$I_{толук2} =$			

4.5-таблица

Түйүн	Түйүндөгү токтордун схемасы	Түйүнгө кирген токтор		Түйүндөн чыккан токтор		Түйүндөгү токтордун алгебралык суммасы
		$I_i\ (mA)$		$I_i\ (mA)$		$\sum I_i\ (mA)$
A						
B						

4.6-таблица

Контурдун элементтери	Контурдун схемасы	Контурдагы :						
		$\varepsilon_i\,(V)$		$I_iR_i\ (V)$		$I_ir_i\ (V)$		$\sum\varepsilon_i\ (V)$

СУРООЛОР:

1. Электр тогу деп эмнени айтабыз жана анын пайда болуу шартын түшүндүргүлө.
2. Кандай шартта турактуу ток пайда болот? Ток күчү жана токтун тыгыздыгы жөнүндө айтып бергиле.
3. Электр чынжыры деп эмнени айтабыз. Ал ичине эмнелерди камтышы мүмкүн?
4. Чынжырдын бөлүгү деп эмнени түшүнөбүз жана ал үчүн Омдун закону кандайча айтылат?
5. Толук чынжыр үчүн Омдун законун түшүндүр.
6. Кирхгофтун закондору кандай шартта колдонулат?
7. Кирхгофтун биринчи жана экинчи эрежелерин түшүндүргүлө?

№5 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ
Конденсаторлор

***Жабдуулар**:*

- тажрыйба тактасы;
- мультиметр;
- резисторлор;
- конденсаторлор;
- смарт таймер.

Максат: Конденсаторлордун электр чынжырындагы ролун изилдөө.

Электр сыйымдуулук. Ар кандай өткөргүчтөрдү бирдей чоңдуктагы заряддар менен заряддасак, алардын потенциалдары бири-биринен айырмалагандыгын байкайбыз. Демек, ар кандай өткөргүчтөрдүн өздөрүнө электр зарядын кабыл алуусу ар башка болот. Өткөргүчтөрдү бир-биринен айырмалаган бул физикалык касиет электр сыйымдуулугу же жөн эле *сыйымдуулук* деп аталат. Өткөргүчтөрдүн сыйымдуулугу алардын айланасында башка нерселердин болушунан да көз каранды. Себеби аларды таасири менен берилген өткөргүчтүн потенциалы өзгөрүп кетиши мүмкүн. Ошондуктан нерселердин сыйымдуулугун так аныктоо үчүн, жекече, б.а. обочолонгон нерсени кароо ылайыктуу болмок. Бирок, андай шартка жетиштүү мүмкүн эмес. Себеби биз бир нерсенин потенциалын дайыма экинчи бир нерсеге салыштырып, тагыраак айтканда, потенциалдар айырмасын гана ченейбиз. Ошондуктан сыйымдуулукту, атайын айтылбаса да, нерселердин системасына таандык кылып аныктоого туура келет.

Берилген өткөргүчтүн потенциалы, ага канчалык көбүрөөк заряд берилсе, ошончолук жогору болору белгилүү . Бул пропорциялуулукту

$$q = C\varphi \tag{5.1}$$

деп жазууга болот. С-пропорциялуулук коэффициенти, ал өткөргүчтөрдүн формасы жана өлчөмдөрүнөн көз каранды. Ал өткөргүчтүн сыйымдуулугу деп аталат.

$$C = \frac{q}{\varphi} \tag{5.2}$$

формуласы боюнча өткөргүчтүн сыйымдуулугу төмөнкүдөй аныкталат: *өткөргүчкө берилген заряддын, ал заряддын эсебинен өткөргүчтүн потенциалынын өзгөрүшүнө болгон катышы менен ченелүүчү физикалык чоңдук сыйымдуулук деп аталат.*

Эки жалпак пластина өткөргүчтөрдү алып, аларды карама-каршы заряддар менен заряддасак, мындай системанын сыйымдуулугу сырткы нерселерден көз каранды эмес болот. Берилген заряддын чондугуна жараша алардын ортосундагы потенциалдар айырмасы да чоңоюп, сыйымдуулук өзгөрбөйт. Мындай система жалпак конденсатор деп аталып, анын сыйымдуулугу пластиналардын бетинин аянтынан жана ортосундагы аралыктан гана көз каранды болот.

Эгерде эки пластинанын ортосуна диэлектрик киргизилген болсо, жалпак конденсатордун сыйымдуулугу, ал диэлектриктин диэлектрдик туруктуулугуна жараша чоңоет. Себеби диэлектриктин киргизилиши менен потенциалдар айырмасы, аны менен бирге, пластиналардын ортосундагы талаанын чыналышы да азаят.

Жалпак конденсатордун сыйымдуулугун бизге белгилүү

$$\varphi = Ed \quad \text{жана} \quad E = \frac{1}{\varepsilon\varepsilon_0}\sigma, \quad \sigma = \frac{q}{S}$$

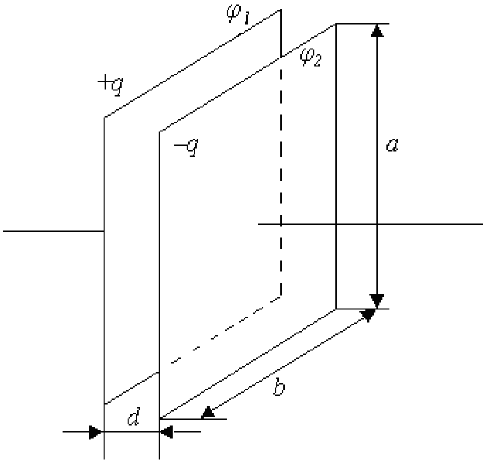
формулаларын пайдаланып, аныктоого болот.

$$\varphi = Ed = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}d = \frac{d}{\varepsilon\varepsilon_0}\frac{q}{S},$$

Акыркы формуланы $q = C\varphi$ түрүнө келтиребиз

$$q = \varepsilon\varepsilon_0 \frac{S}{d}\varphi,$$

мындан
$$C = \varepsilon\varepsilon_0 \frac{S}{d}. \tag{5.3}$$



5.1-сүрөт. Жалпак конденсатор

Жалпак конденсатордун электр сыйымдуулугу (5.3) формуласы боюнча пластиналардын ортосуна жайгаштырылган диэлектриктин диэлектрдик туруктуулугуна жана пластинанын бетинин аянтына - түз, ал эми ортосундагы аралыкка тескери пропорциялуу.

Пластиналарды бири-биринен алыстатуу менен потенциалдардын айырмасынын көбөйгөндүгүн байкайбыз. Бул сыйымдуулуктун аныктамасына (5.2) ылайык, сыйымдуулуктун азайгандыгын билдирет. Чындыгында (5.3) формулага жараша электр сыйымдуулугу пластиналардын ортосундагы аралык чоңойгон сайын азаюуга тийиш.

Конденсаторлордун пластиналарынын арасына диэлектрик пластинаны, мисалы, органикалык айнекти коюу менен потенциалдардын айырмасынын азайгандыгын байкайбыз. Натыйжада конденсатордун электр сыйымдуулугу көбөйөт. Пластиналардын арасындагы аралык d эң эле кичине, ал эми аянты S жана диэлектрдик өткөрүмдүүлүгү жетишээрлик чоң болушу да мүмкүн. Ошондуктан, анча чоң эмес өлчөмдөгү конденсатор чоң сыйымдуулукка ээ болот. Мисалы, электр сыйымдуулугу $1\,F$ болгон жалпак конденсатор пластиналарынын арасындагы аралык $d = 1mm$ учурунда аянты $S = 100km^2$ болгон пластинадан турмак.

Электротехникада ар кандай түзүлүштөгү жана өлчөмдөгү конденсаторлор пайдаланылат. Конденсатордун сыйымдуулугунун диэлектрдик өткөрүмдүүлүктөн болгон көз карандылыгын пайдаланып, чөйрөнүн диэлектрдик өткөрүмдүүлүк коэффициенти ε ду аныктоого болот. Ал үчүн бир эле конденсатордун вакуумдагы сыйымдуулугун C_0 (абада аныкталса да анчалык айырмаланбайт) жана кандайдыр диэлектрикти киргизүүдөн кийинки сыйымдуулугун C аныктайбыз. Алардын катышы, б.а.

$$\frac{C}{C_0} = \varepsilon \tag{5.4}$$

чөйрөнүн өткөрүмдүүлүгүн берет.

Эгерде өткөргүчкө $1\,C$ заряд бергенде анын потенциалы $1\,V$ко көтөрүлсө, анда мындай өткөргүчтүн сыйымдуулугу 1фарад деп $1F = \frac{1C}{1V}$ аталат. Сыйымдуулуктун бул бирдиги өтө чоң болгондуктан, көбүнчө анын үлүштөрү гана пайдаланылат. $1\,1\mu F = 10^{-6}\,F$, $1pF = 10^{-12}\,F$.

1 пикофарад $(1pF)$ чондугу боюнча беттеринин аянты $1cm^2$ жана ортосу $1mm$ болгон аба катмары менен ажыратылган жалпак конденсатордун сыйымдуулугу болуп эсептелет. Мындан жалпак конденсатор $1\,F$ сыйымдуулукка ээ болушу үчүн ал кандай беттик аянтка $(10^{12}cm^2)$ ээ болорун элестетүү кыйын эмес.

Заряддалган конденсатордун энергиясы. Конденсаторду заряддоо үчүн оң жана терс заряддарды бири-биринен алыстатуу боюнча жумуш аткаруу зарыл. Энергиянын сакталуу закону боюнча бул энергия конденсатордун энергиясына барабар. Жалпак конденсатордун энергиясы үчүн формуланы чыгарабыз. Пластиналардын биринин заряды түзгөн талаанын чыңалышы $\frac{E}{2}$ ге барабар, мында E -конденсатордогу талаанын чыңалышы. Биринчи пластинанын бир тектүү талаасында экинчи пластинанын бети боюнча q заряды бөлүштүрүлүп жайланышкан. Заряддын потенциалдык энергиясынын формуласына ылайык бир тектүү талаада конденсатордун энергиясы

$$W_p = q\frac{E}{2}d\,. \tag{5.5}$$

бул жерде q -конденсатордун заряды, d -пластиналардын ортосундагы аралык.

$Ed = U$ - конденсатордун пластиналарынын арасындагы потенциалдардын айырмасы болгондуктан, анын энергиясы

$$W_p = \frac{qU}{2}\,. \tag{5.6}$$

Бул энергия пластиналарды жакындатууда электр талаасы аткарган жумушка барабар. (5.2) туюнтмасынын жардамы менен (5.6) дагы зарядды алмаштырып, төмөнкүгө ээ болобуз:

$$W_p = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2} \tag{5.7}$$

Бул формула жалпак конденсатор үчүн гана эмес, ар кандай конденсатордун энергиясы үчүн да туура экендигин далилдөөгө болот.

Конденсаторлордун түрлөрү. Колдонулушуна жараша конденсаторлор ар түрдүү түзүлүшкө ээ. Кадимки техникалык кагаз конденсатору бири-биринен жана металл корпусунан парафин сиңирилген кагаз лентасы менен изоляцияланган алюминий фольгасынын эки тилкесинен турат. Тилкечелер лента менен оролуп чакан пакетке салынат.

Радиотехникада өзгөрмө электр сыйымдуулуктагы конденсаторлор кеңири колдонулат. Мындай конденсатор тутканы айландырганда бири бирине кирүүчү металл пластиналардын эки системасынан турат. Бул учурда пластиналардын бири бирине беттеш турган аянттары өзгөргөндүктөн, анын сыйымдуулугу өзгөрөт. Мындай конденсаторлордо диэлектрдин ролун аба аткарат.

а) абалык б) слюдалык в) электролиттик

5.2-сүрөт. Конденсаторлордун түрлөрү

Электролиттик конденсаторлордо пластинкалардын арасындагы аралыкты кичирейтүү менен электр сыйымдуулукту бир кыйла көбөйтө алышат. Алардагы пластиналардын (фольга тилкелеринин) бирин каптап турган оксиддердин жука пленкасы диэлектриктин ролун аткарат. Экинчи пластинанын ролун атайын заттын (электро) эритмесине каныктырылган кагаз аткарат.

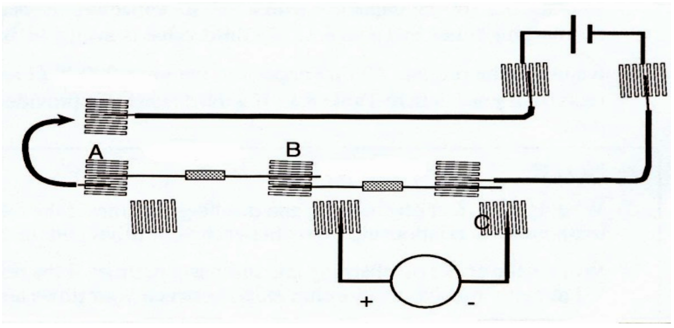
Конденсаторлордун колдонулушу. Конденсатордун энергиясы анчалык чоң эмес, жүздөгөн джоулдан ашпайт. Ошондой эле заряддын дайыма агып кетип турушунун натыйжасында, ал көпкө сакталбайт. Ошондуктан, заряддалган конденсаторлор электр энергиясынын булагы катарында колдонулган аккумуляторлорду алмаштыра албайт.

Жалпы жолунан конденсаторлор: кыска убакытта зарядды жана энергияны топтоо, потенциалдардын айырмасын чукул өзгөртүү; туруктуу токту өткөрбөө үчүн жана электромагниттик термелүүлөрдү алуу максатында колдонулат.

Буга кошумча, фотографияда колдонуулучу жарк этме лампаны (фотовспышка) азыктандыруу үчүн атайын батарея менен алдын ала заряддалган конденсатор колдонулары белгилүү.

ИШТИН ТАРТИБИ:

1. 100 $k\Omega$дук резистор жана 100 μF конденсаторду колдонуп, 5.3-сүрөттөгү чынжырды чогулткула. Транзистор уячасына тиешелүү пружиналардын бирин ачкыч катары колдонгула. Конденсатордун эки учуна туташтырылган мультиметрдин көрсөтүүсү 1,5 V болгондо мультиметрдин кара кабелин чынжырдан ажыраткыла.
2. Чынжырдан «ачкычты» ажыратып конденсатордо эч кандай чыңалуу жок болгон учурдан баштагыла. Эгерде конденсатордо чыңалуу бар болсо, конденсаторду разряддоо үчүн эки учуна бир зымды туташтыргыла (конденсаторду разряддоо үчүн зымды чынжырдын 5.3-сүрөтүндө көрсөтүлгөндөй туташтыргыла). Мультиметрдин көрсөтүүсүн (конденсатордун учтарындагы чыңалууну) байкагыла. Чыңалуунун өзгөрүү мүнөзү кандай болгонун түшүндүргүлө.
3. Эгерде кыскычтан зымды ажыратып «ачкычты» ачсаңар, белгилүү убакыт ичинде чыңалуунун мааниси акырындап азайып, конденсатор баштапкы чыңалууга ээ болот.



5.3-сүрөт

4. Чынжырдагы **A** жана **C** чекиттерин өз ара туташтыргыла. Бул учурда каршылык аркылуу заряддар тез эле азаюуга дуушар болот. Разряддоо учурунда мультиметрдеги чыңалуунун өзгөрүүсүн байкагыла. Чыңалуунун азаюусун кандай түшүндүрөсүз? (Чыңалуунун убакыттан болгон көз карандылык графигин заряддоо жана разряддоо процесстери үчүн тургузгула).
5. Конденсаторду каршылык аркылуу заряддоо жана разряддоо процессин бир нече жолу кайталап, жакшы жыйынтыкка жеткенге чейин аткаргыла.
6. 2-4 кадамдарды кайталагыла жана 0.0 V-0.95V интервалындагы заряддоого кеткен $\mathbf{t_c}$ убакытын өлчөгүлө. 1.5V-0.55V интервалындагы разряддого кеткен $\mathbf{t_d}$ убакытты өлчөгүлө. Өлчөнгөн убакыттын маанисин, каршылык менен сыйымдуулуктун маанилери менен бирге таблицага жазгыла.
7. 100μF конденсаторду 330 μF конденсатор менен алмаштыргыла. Жогорудагы кадамдарды кайталагыла. Заряддоого жана разряддоого кеткен убакытты таблицага жазгыла.
8. 100μF конденсаторду чынжырга туташтыргыла, бул учурда 220 $k\Omega$ резисторду колдонгула, ошол эле процедураны кайрадан кайталагыла.

Эскертүү: 1. *Эгерде сыйымдуулуктун мааниси чоңойсо, заряддоого жана разряддоого кеткен убакыт кандай өзгөрөт? Сыйымдуулук менен убакыттын ортосунда кандай математикалык байланыш бар?*

2.*Эгерде чынжырдагы каршылыктын мааниси чоңойсо, заряддоого жана разряддоого кеткен убакыт кандай өзгөрөт? Каршылык менен убакыттын ортосунда кандай математикалык байланыш бар?*

9. 100кΩ резисторду колдонуп, чынжырга 100μF жана 330 μF конденсаторлорду удаалаш туташтырып, заряддоого жана разряддоого кеткен убакытты 5.1-таблицага жазгыла.
10. 100кΩ резисторду колдонуп, чынжырга 100μF жана 330 μF конденсаторлорду жарыш туташтырып, заряддоого жана разряддоого кеткен убакытты 5.2-таблицага жазгыла.

Эскертүү: *Эгерде конденсаторлорду чынжырга удаалаш туташтырсак, электр сыйымдуулугунун мааниси кандай өзгөрөт? Жарыш туташтырууда кандай өзгөрөт?*

5.1-таблица. Конденсаторлорду удаалаш туташтыруу

R $(k\Omega)$	C (F)		Заряддоо		Разряддоо	
			$U(V)$	$t_з(s)$	$U(V)$	$t_p(s)$
100	C_1	$100\cdot10^{-6}$	0,1		1,5	
	C_2	$330\cdot10^{-6}$	0,2		1,4	
	$C =$		0,3		1,3	
			0,4		1,2	
			0,5		1,1	
			0,6		1,0	
			0,7		0,9	
			0,8		0,8	
			0,9		0,7	
					0,6	
					0,5	

5.2-таблица. Конденсаторлорду жарыш туташтыруу

R $(k\Omega)$	C (F)		Заряддоо		Разряддоо	
			$U(V)$	$t_з(s)$	$U(V)$	$t_p(s)$
100	C_1	$100\cdot10^{-6}$	0,1		1,5	
	C_2	$330\cdot10^{-6}$	0,2		1,4	
	$C =$		0,3		1,3	
			0,4		1,2	
			0,5		1,1	
			0,6		1,0	
			0,7		0,9	
			0,8		0,8	
			0,9		0,7	
					0,6	
					0,5	

Суроолор:

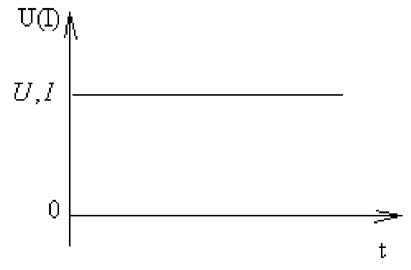
1. Өткөргүчтөрдүн электр сыйымдуулугу деп эмнени айтабыз? Ал кандай чоңдуктардан көз каранды жана кандай бирдиктер менен ченелет?
2. Кандай шартта өткөргүчтө эң чоң электр зарядын топтоого болот?
3. Конденсатор деген эмне? Конденсатордун түрлөрү жана алардын электр чынжырындагы ролу.
4. Конденсаторду жарыш жана удаалаш туташтырууда толук сыйымдуулуктун мааниси кандай болот?
5. Жалпак конденсатор үчүн сыйымдуулуктун формуласын жазгыла.

№6 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ
Өзгөрмөлүү ток

Жабдуулар:
- жыштык генератору;
- осциллоскоп;
- тажрыйба тактасы;
- туруктуу ток булагы;
- туташтыруучу зымдар

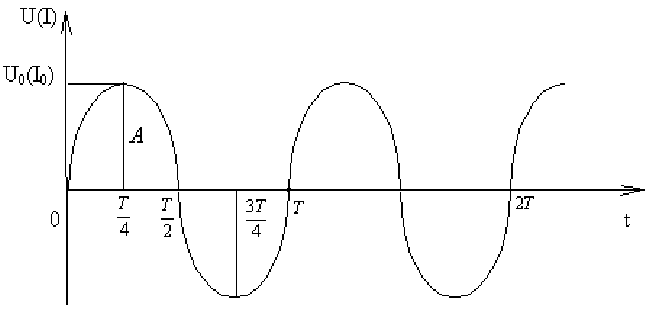
Максат: Өзгөрмөлүү токтун касиеттерин осциллоскоптун жардамы менен тажрыйбада изилдөө.

Өзгөрмөлүү ток. №3, №4 лабораториялык иштерде туруктуу токко тиешелүү закон ченемдүүлүктөр каралган. Ток булагынын уюлдарында потенциалдар айырмасы туруктуу кармалып турса, туруктуу ток пайда болору белгилүү. *Убакыттын өтүшү менен багыты жана чоңдугу өзгөрбөгөн ток туруктуу ток деп аталат* (6.1-сүрөт). Туруктуу ток булактарына батарейкалар, аккумуляторлор, туруктуу ток генераторлору ж.б. кирет.



6.1-сүрөт

Төмөндө өзгөрмөлүү токтун өзгөчөлүктөрү жөнүндө сөз кылалы. Токтун күчү жана чыңалуусу убакыттын өтүшү менен гармоникалык закон боюнча өзгөргөн ток *өзгөрмөлүү ток* деп аталат. Өзгөрмөлүү токтун чоңдугу жана багыты мезгилдүү өзгөргөндүктөн, ал термелүү жыштыгы, мезгили, амплитудасы ж.б. чоңдуктар менен мүнөздөлөт.



6.2-сүрөт

Толук бир термелүүгө кеткен убакыт *термелүү мезгили* (T) деп аталып, *секунда* менен өлчөнөт (6.2-сүрөт). Бирдик убакыт ичиндеги термелүүнүн саны *жыштык* деп аталат. Жыштыктын бирдиги *герц* (Hz). Жыштык мезгилге тескери чоңдук, б.а.

$$f = \frac{1}{T} \qquad \textbf{(6.1)}$$

Көпчүлүк өлкөлөрдө өнөр жай жыштыгы катары $50\,Hz$ кабыл алынган. Бул, бир секунданын ичинде ток 50 жолу бир багытты көздөй жана 50 жолу ага карама-каршы багытты көздөй агат дегенди билдирет.

Ток күчүнүн жана чыңалуунун маанисинин нөлдөн максималдуу четтеген мааниси алардын *амплитудалык мааниси* деп аталат.

Өзгөрмөлүү токтун электр кыймылдаткыч күчү жана ток күчү дайыма өзгөрүп тургандыктан, алардын убакыттын кандайдыр моменти үчүн алынган маанилерин гана пайдалана алабыз:

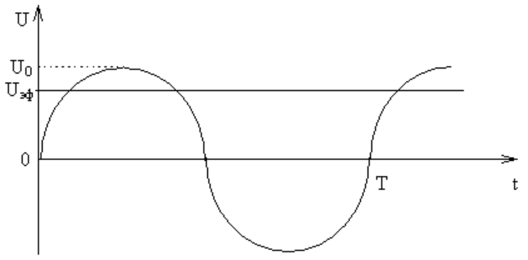
$$U = U_0 \times \sin\omega t \quad \text{жана} \quad I = I_0 \times \sin\omega t, \qquad (6.2)$$

мында U жана I - чыңалуунун жана ток күчүнүн t убакыт моменти үчүн алынган маанилери; U_0 жана I_0 - чыңалуунун жана ток күчүнүн амплитудалык маанилери (6.2-сүрөт); ω - *циклдык жыштык*, б.а. $\omega = 2\pi f$.

Практикада көпчүлүк учурда өзгөрмөлүү токту мүнөздөө үчүн ток күчүнүн жана чыңалуунун убакыт моменти үчүн маанилерине караганда, алардын эффективдүү (таасир этүүчү) маанилерин колдонушат.

Өзгөрмөлүү токтун *эффективдүү мааниси* деп, ушул эле өзгөрмөлүү ток бөлүп чыгарган жылуулук санына барабар жылуулукту бөлүп чыгарган туруктуу токтун мааниси аталат, б.а.

чыңалуунун жана ток күчүнүн амплитудалык маанилери U_0 жана I_0 болгон өзгөрмөлүү токтун бөлүп чыгарган жылуулук санына чыңалуусу жана ток күчү $U_{эф}$ жана $I_{эф}$ болгон турактуу токтун бөлүп чыгарган жылуулук саны барабар болот (6.3-сүрөт). Чыңалуунун жана ток күчүнүн эффективдүү жана амплитудалык маанилеринин ортосундагы өз ара байланышы төмөнкүдөй:



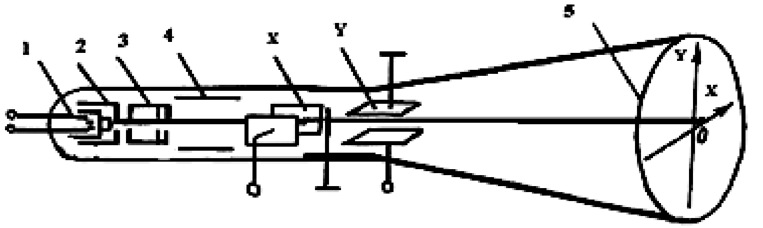
6.3-сүрөт

$$U_{эф} = \frac{U_0}{\sqrt{2}} \qquad \text{жана} \qquad I_{эф} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}. \qquad (6.3)$$

Өзгөрмөлүү ток үчүн ылайыкталган түзүлүштөрдүн бардыгында чыңалуунун жана ток күчүнүн эффективдүү маанилери көрсөтүлөт. Эгерде түзүлүштө $\sim 220V$ деп жазылган болсо, анда бул түзүлүш эффективдүү чыңалуусу $U_{эф} = 220V$, амплитудалык мааниси $U_0 = 220 \times \sqrt{2} = 311V$ барабар болгон өзгөрмөлүү ток үчүн ылайыкталган.

Өзгөрмөлүү токтун чыңалуусунун жана ток күчүнүн өзгөрүшүн мүнөздөөчү чоңдуктар болгон термелүү мезгили, жыштыгы, чыңалуунун амплитудалык жана эффективдүү маанилеринин өзгөрүшүн осциллоскоптун жардамы менен оңой байкоого болот.

Осциллоскоптун иштөө принциби. Электр чынжырларындагы тез өзгөрүүчү процесстерди изилдөөчү прибор *осциллоскоптун* негизги элементи болуп электрондук нур түтүгү эсептелет. *Электрондук нур түтүгү* (ЭНТ) – электр сигналдарын көзгө көрүнгөн сүрөттөлүшкө айландырган вакуумдук электрондук түзүлүш. Түтүк - бир бети экран катары кызмат кылган, ичиндеги абасы сордурулуп салынган (вакуумдук) айнек баллон (6.4-сүрөт). Түтүктүн кууш болгон учунда электрондук замбирек жайланышкан. *Электрондук замбирек* тездетилген электрондордун узун жана өтө ичке нурун алууга мүмкүнчүлүк берген электроддордун системасы болот. Электрондук замбирек кызытма катоддон (1), башкаруучу электроддон (2), биринчи аноддон (3) жана экинчи аноддон (4) турат.



6.4-сүрөт

Ичке зым түрүндөгү кызытма *катод* ток булагына туташтырылганда ысып, сыртынан электрондун чыгуу жумушу

$$A = eU \qquad \textbf{(6.4)}$$

кичине болгон атайын зат менен капталгандыктан, термоэлектрондук эмиссиянын эсебинен электрондор учуп чыга баштайт. *Башкаруучу электрод* цилиндр түрүндө болуп, катодду курчап тургандыктан, ал электрон нурунун ургаалдуулугун (интенсивдүүлүгүн) жөнгө салат. Катоддон чыккан электрондор башкаруучу электроддун борборундагы тешик аркылуу учуп чыгышат. Башкаруучу электродго анча чоң эмес потенциал берилип, аны өзгөртүү аркылуу электрон нурунун ургалдуугун жөнгө салууга болот. Демек, экрандагы (5) жарык тагынын жаркырактыгын өзгөртүүгө болот.

Биринчи анод эки же үч диафрагмалуу, борборунда тешикче бар цилиндр түрүндө болот. Биринчи аноддун катодго карата потенциалын өзгөртүү менен, биринчи жана экинчи аноддордун арасында, электрон нурун экрандын тегиздигине фокустоочу электр талаасын түзүүгө болот. Ошондуктан, биринчи анодду көпчүлүк учурда *фокустоочу электрод* деп аташат.

Экинчи анод цилиндр түрүндө жана биринчи анодго караганда диаметри бир аз чоңураак болуп, диафрагмага ээ. Экинчи анодго жогорку чыңалуу берилет. Бул чыңалуунун таасиринен

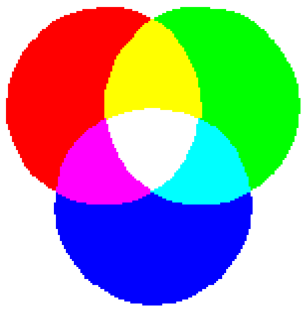
$$eU = \frac{m\upsilon^2}{2} \qquad \textbf{(6.5)}$$

электрондор экранга багытталган кыймылында өтө чоң ылдамдыкка, б.а. өтө чоң кинетикалык энергияга ээ болушат.

Бири бирине перпендикуляр жайланышкан, эки жуп кыйшаюучу пластиналардын (X жана Y) жардамы менен электрондук нурду экран боюнча жылдырууга болот. Пластиналардын кайсы бир жубуна чыңалуу берилсе, пластиналардын арасындагы электр талаасынын таасиринен электрондук нур оң белгилүү пластинаны карай кыйшаят. Пластиналарга канчалык чоң чыңалуу берилсе, нурдун кыйшаюусу ошончолук чоң болот. Горизонтал жайланышкан (Y) пластиналар электрондук нурду тик багытта кыйшайтуу үчүн колдонулуп, тик багытта жайланышкан (X) пластиналар нурду горизонтал багытта кыйшайтуу үчүн кызмат кылып, кыйшайтуучу система деп аталат.

Катоддон учуп чыккан электрондор фокусталып, б.а. электр талаасында кыйшайган нурлар экранга багытталат. Экрандын ички бети атайын люминофор (luminophor) менен капталган болот. Люминофор – заряддалган бөлүкчөлөр тийгенде жарык чыгарууга жөндөмдүү зат. Люминофорду жарыктандырууга электрондордун энергияларынын бир бөлүгү сарпталат.

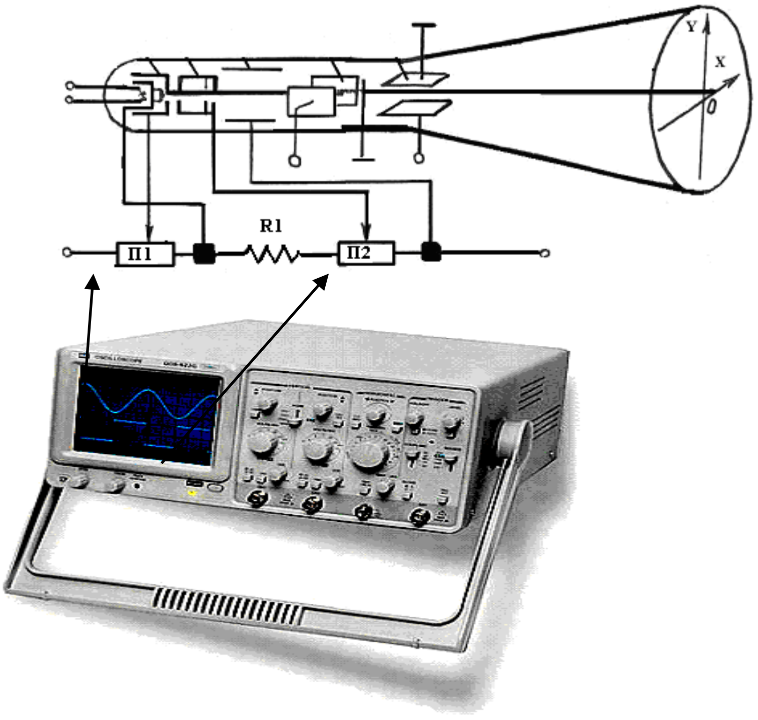
Осцилоскоптон тышкары электрондук нур мурунку муундагы телевизорлордун кинескобунда жана компьютерлердин мониторлорунда колдонулуучу. Айырмачылыгы нурду башкаруу магнит талаасынын жардамы менен ишке ашырылат. Ал эми түстүү сүрөттөлүш алуу максатында кызыл, жашыл, көк түстөгү, жалпы фокуска ээ болгон нурларды өндүрүүчү үч электрондук замбирек колдонулат. Түрдүү интенсивдүүлүккө ээ болгон, негизги түстөгү нурлар менен түрдүү түстөгү люминофордук бөлүкчөлөрдүн комбинациясынан тиешелүү түстөгү сүрөттөлүштү алууга болот. Мисалы: кызыл, жашыл жана көк түстөрдүн бириишинен ак түстү алууга болот (6.5-сүрөт).



6.5-сүрөт

Осциллоскопту туташтыруу схемасы. Электрондук нур түтүгүн азыктандыруу туруктуу чыңалуунун булагынан ишке ашырылат. Потенциометр *П1* дин жардамы менен катодго карата башкаруучу электроддун терс потенциалын өзгөртүп, ошону менен бирге эле, электрондордун катоддон анодго карай агымын жөндөөгө болот. Бул акырында экрандын жарыктанышына таасир этет. Ошондуктан, *П1* потенциометринин бурагычынын жанында, демейде «жаркырактык» деген жазуу болот.

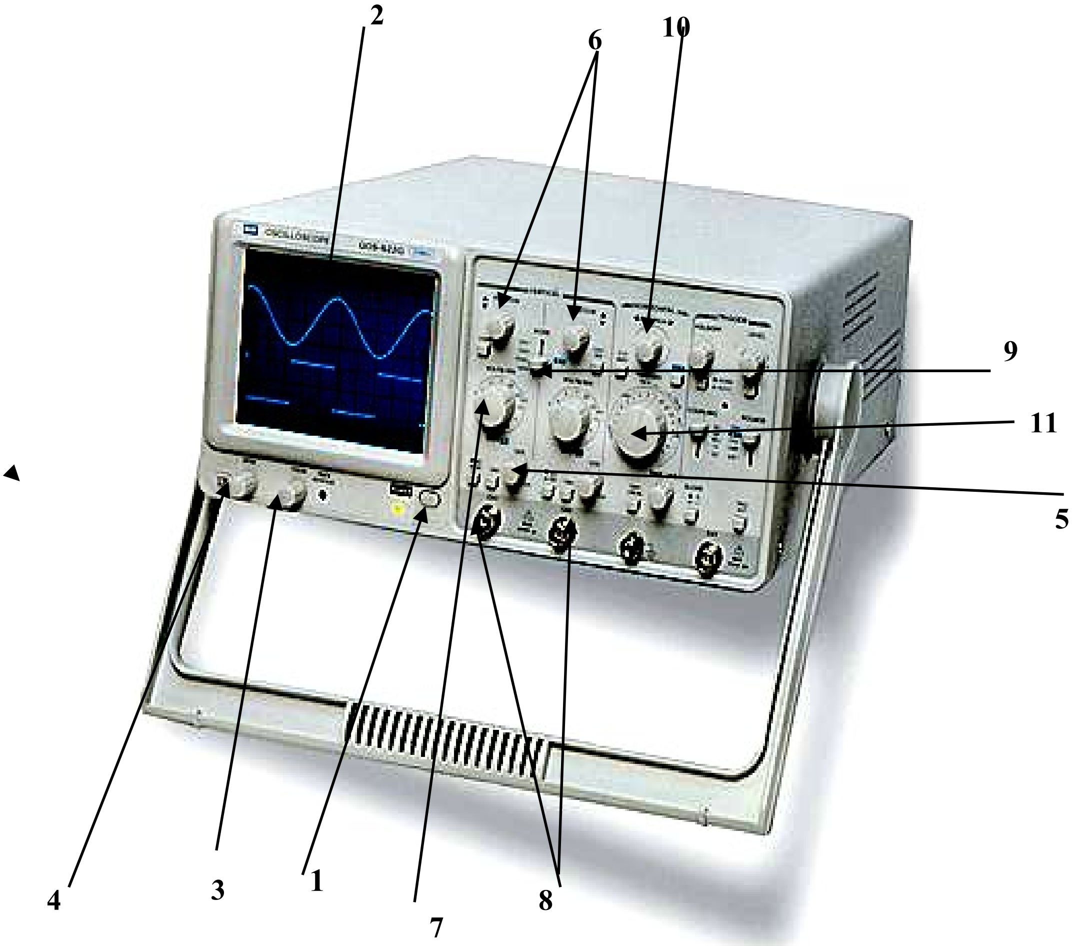
Потенциометр *П2* менен биринчи жана экинчи аноддор арасындагы чыңалуу жөнгө салынат. Аноддор арасындагы электр талаасы электрон нурун фокустайт, ошондуктан *П2* потенциометринин бурагычынын тушунда «фокус» деген жазуу болот. Түтүктүн ичиндеги электростатикалык экран жер менен туташтырылат. Муну менен электрон нуру сырткы электр талааларынан корголот.



6.6-сүрөт

Осциллоскоптун негизги баскычтары 6.7-сүрөттө көрсөтүлгөн:

1 – жандыруу баскычы (POWER)
2 – экран
3 – фокустоочу бурагыч (FOCUS)
4 –ургалдуулукту жана жаркырактыкты жөндөөчү бурагыч (INTEN)
5 – туруктуу ток (DC) жана өзгөрмөлүү (AC) тандоо баскычы
6 – вертикалдык абал (Y) бурагычы (VERTICAL POSITION)
7 – Y багытында масштабды өзгөртүүчү бурагыч (VOLT/DIV)
8 – сигнал берилүүчү каналдар (CH1, CH2)
9 – тиешелүү каналдын сигналын экранга чыгаруучу өтмөк (переходник) (MODE)
10 – горизонталдык абал (X) бурагычы (HORIZONTAL POSITION)
11 – X багытында масштабды өзгөртүүчү бурагыч (TIME/DIV).



6.7-сүрөт

ИШТИН ТАРТИБИ:

1. Осциллоскопту жандыргыла.
2. (3) жана (4) бурагычтарынын жардамы менен экранга чыккан издин даана болушуна жетишкиле.
3. DC жана AC тандоо баскычын (5) басып, DC абалына келтиргиле.
4. Вертикалдык абал (Y) бурагычынын жардамы менен изди абцисса огуна дал келтиргиле.
5. Бир батарейканы сигнал берилүүчү каналдардын (8) бирине туташтыргыла.

Эскертүү: *Кабелдин кызыл учу батарейканын оң уюлуна, ал эми кара учу терс уюлуна туташтырылышына көңүл бургула.*

6. Y багытында масштабды өзгөртүүчү бурагычтын (7) жардамы менен өлчөнүүчү чыңалуунун мүмкүн болушунча так мааниси алына турган масштабды тандагыла. Чыңалуунун маанисин аныктап, 6.1-таблицага жазгыла.
7. Батарейканын чыңалуусун мультиметр менен өлчөгүлө. Бул өлчөнгөн маани менен осциллоскопто аныкталган маанинин ортосундагы салыштырмалуу катаны эсептеп, 6.1-таблицага жазгыла.
8. Экранда алынган турактуу ток үчүн чыңалуунун убакыттан болгон көз карандылык $U(t)$ графигин миллиметрдик кагазга түшүргүлө.

Эскертүү: *Y огу боюнча чыңалуунун жана X огу боюнча убакыттын масштабдарын көрсөтүүнү унутпагыла.*

9. Эки батарейканы өз ара удаалаш туташтырып, 5-8 кадамдарын кайталагыла.
10. Өзгөрмөлүү ток булагы болгон жыштык генераторун осциллоскоптун каналдарынын бирине туташтыргыла.
11. Жыштык генераторун жандыргыла.
12. Жыштык генераторунун жардамы менен чыңалуунун амплитудалык маанисин $U_0 = 2V$ болгудай кылып, экранда бир толук термелүү көрүнгөндөй убакыттын масштабын тандагыла.
13. Осциллоскоптогу графиктен термелүү мезгилин таап, андан жыштыкты эсептегиле. Табылган маанилерди 6.2-таблицага жазгыла.
14. Экранда алынган өзгөрмөлүү ток үчүн чыңалуунун убакыттан болгон көз карандылык $U(t)$ графигин масштабды көрсөтүү менен миллиметрдик кагазга түшүргүлө.
15. Табылган жыштыктын мааниси ($f_{эсептелген}$) менен генератордо көрсөтүлгөн жыштыктын маанисинин ($f_{берилген}$) ортосундагы салыштырмалуу катаны (ε) таап, 6.2-таблицага жазгыла.
16. Жыштык генераторунун жардамы менен жыштыкты өзгөрткүлө. Жыштыктын бул мааниси үчүн 12-15 кадамдарын кайталагыла.
17. Чыңалуунун $U_0 = 4V$ амплитудалык мааниси үчүн 12-16 кадамдарын кайталагыла.

АНАЛИЗ:

1. Тажрыйба тактасындагы лампалардын бирин жыштык генераторуна туташтыргыла. Өзгөрмөлүү токтун жыштыгын өзгөрткөндө, лампада кандай өзгөрүү болгонун байкагыла жана анын себебин түшүндүргүлө.
2. Жыштык генераторуна мультиметрди жана осциллоскопту туташтыргыла. Өзгөрмөлүү токтун амплитудасын өзгөрткөндө, токтун эффективдүү жана амплитудалык маанилеринин өзгөрүшүн тиешелүү түрдө мультиметрдин жана осциллоскоптун жардамы менен байкагыла.

6.1-таблица. Турактуу ток

	$U_{олчонгон}$	$U_{эсептелген}$	ε
	V	V	%
1.			
2.			

6.2-таблица. Өзгөрмөлүү ток

№	$U_0 = 2V$				$U_0 = 4V$			
	$f_{берилген}$	T	$f_{эсептелген}$	ε	$f_{берилген}$	T	$f_{эсептелген}$	ε
	Hz	s	Hz	%	Hz	s	Hz	%
1.								
2.								

СУРООЛОР:

1. Кандай ток турактуу деп аталат?
2. Өзгөрмөлүү ток деген эмне? Ал кайсы чоңдуктар менен мүнөздөлөт?
3. Ток күчүнүн жана чыңалуунун амплитудалык мааниси менен эффективдүү маанисинин ортосунда кандай байланыш бар?
4. Электрондук нур түтүгүнүн түзүлүшү кандай?
5. Электрондук нур түтүкчөлөрүндө кандай максатта вакуум түзүлөт?
6. Электрондук агымды кандайча башкарууга болот?

№7 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ
Диоддор

Жабдуулар:

- тажрыйба тактасы;
- батарейкалар;
- мультиметр;
- резисторлор ($330\Omega, 1000\Omega$);
- туташтыруучу зымдар;
- диод (1N4007).

Максат: Жарым өткөргүч диоддордун айрым иштөө өзгөчөлүктөрүн тажрыйба жүзүндө изилдөө.

Жарым өткөргүчтөр. Жарым өткөргүчтөрдүн электр өткөрүмдүүлүгү. Азыркы кездеги электрондук техникада жарым өткөргүч приборлор өзгөчө ролду ойнойт.

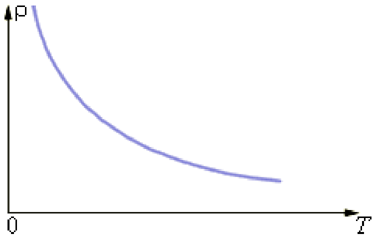
Жарым өткөргүч диоддордун иштөө принцибин жакшыраак түшүнүү үчүн, адегенде, жарым өткөргүчтөрдөгү электр тогун карайлы.

Жарым өткөргүчтөр, салыштырмалуу каршылыгынын мааниси боюнча, өткөргүчтөр менен диэлектриктердин ортосунда орун алат. Эгерде бул материалдардын электр өткөрүмдүүлүгүн жана эркин электрондорунун концентрациясын салыштыра турган болсок, алардын маанилери төмөнкүдөй:

Материал	**Электр өткөрүмдүүлүгү** $\sigma\ (\Omega^{-1}\cdot cm^{-1})$	**Эркин электрондордун концентрациясы** $n\ (m^{-3})$
Металлдар	$10^4 - 10^6$	10^{28}
Жарым өткөргүчтөр	$10^4 - 10^{-10}$	$10^{19} - 10^{23}$
Диэлектриктер	$10^{-10} - 10^{-20}$	10^{14}

Жарым өткөргүчтөргө бир катар химиялык элементтер (германий, кремний, селен, теллур, мышьяк ж.б.) жана кошулмалар (PbS, CdS ж.б.) таандык. Бизди курчап турган дүйнөнүн органикалык эмес заттарынын дээрлик баары жарым өткөргүчтөр болуп эсептелет. Жаратылышта эң кеңири таралган жарым өткөргүч – бул жер кыртышынын 30% түзгөн кремний эсептелет.

Жарым өткөргүчтөрдүн металлдардан эң башкы айырмачылыгы - бул алардагы эркин электрондордун санынын, б.а. (ρ) салыштырмалуу каршылыгынын (T) температурадан көз карандылыгы. Металлдарда температуранын жогорулашы менен каршылык чоңоюп, өткөрүмдүүлүгү азайса, жарым өткөргүчтөрдө, тескерисинче, температуранын жогорулашы менен эркин электрондордун концентрациясы чоңоюп, өткөрүмдүүлүгү жогорулайт (7.1-сүрөт). $\rho(T)$ көз карандылыгынын мындай жүрүшү, жарым өткөргүчтөрдөгү бош заряддардын концентрациясы температуранын жогорулашы менен чоңойгондугун көрсөтөт.



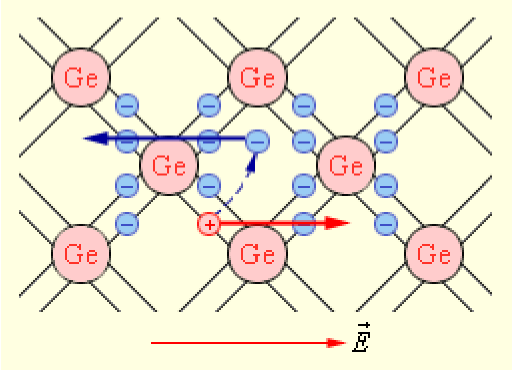
7.1-сүрөт

Жарым өткөргүчтөрдүн өздүк өткөрүмдүүлүгү. Жарым өткөргүчтөрдөгү электр тогунун пайда болуу механизмин түшүнүү үчүн, жарым өткөргүч кристаллдын түзүлүшүн жана кристаллдагы атомдордун бирин экинчисинин жанында кармап турган күчтүн табиятын билүү зарыл. Бул механизмди германийдин (Ge) мисалында карайлы. Кремнийдин (Si) кристаллында да ушул сыяктуу болот.

Германий – төрт валенттүү элемент. Бул германийдин атомунун сырткы электрондук катмарында ядро менен салыштырмалуу начар байланышкан төрт электрондун бар экендигин билдирет. Алар *валенттик электрондор* деп аталышат. Кристаллдык торчодо германийдин ар бир атому төрт коңшу атом менен курчалган. Германийдин кристаллындагы ар бир атом өзүнүн сырткы төрт электрону аркылуу коңшу төрт атом менен коваленттик байланыш түзөт, б.а. байланыш

валенттик электрондордун жуптары менен ишке ашат. Ар бир валенттик электрон, бир эле убакта, эки атомго таандык болот (7.2-сүрөт).

Германийдин кристаллындагы валенттик электрондор, металлдагыга салыштырмалуу, атомдор менен күчтүрөөк байланышкан. Ошондуктан, бөлмө температурасында, эркин (өткөрүмдүүлүк) электрондордун саны жарым өткөргүчтөрдө металлдардагыга караганда ондогон эсе аз. Температуранын абсолюттук нөлгө жакынкы маанисинде германий кристаллынын бардык электрондору байланыш түзүү менен алек. Мындай шартта кристалл электр тогун өткөрбөй өзүн диэлектрик катары алып жүрөт.



7.2-сүрөт

Эгерде кристалл сырткы таасирлерге – ысытууга же жарыктанууга дуушар болсо, атомдордун термелүү амплитудасы чоңоет. Бул учурда валенттик электрондордун кандайдыр бөлүгү атомду таштап кетүүгө жетишээрлик кинетикалык энергияга ээ болуп, коваленттик байланышты үзүшөт да, эркин (өткөрүмдүүлүк) электрондор болуп калышат. Электр талаасында алар торчолордун түйүндөрү арасында жылышуу менен, электр тогун түзүшөт. Жарым өткөргүчтөрдө эркин электрондордун болушу менен шартталган өткөрүмдүүлүк *электрондук өткөрүмдүүлүк* деп аталат.

Сырткы таасирлердин аракети менен таза жарым өткөргүч кристаллындагы атомдордун жубунан бир электрон бошонуп, эркин электронго айланса, кристаллдын бул жердеги электрдик нейтралдуулугу бузулат (7.2-сүрөт). Электрон кеткен орунда ашыкча оң заряд – оң заряддуу "*көңдөйчө*" пайда болот. Ал өзүн, абсолюттук мааниси боюнча электрондун зарядына барабар, бирок белгиси оң болгон заряд катары алып жүрөт. Кристаллда көңдөйчөнүн абалы өзгөрбөй койбойт. Электрондун бошогон ордуна– көңдөйчөгө – коңшу атомдордун байланышын камсыз кылган электрондордун бирөө келип, кош электрондук байланышты калыбына келтирет. Бул процесс *рекомбинация* деп аталат. Мында которулуп келген электрондун мурдагы ордунда жаңы көңдөйчө пайда болот. Бул оң заряддуу көңдөйчө которулду дегенге барабар: ал жаңы – электрон таштап кеткен орунда пайда болот. Мына, ошентип, көңдөйчө бүт кристалл боюнча үзгүлтүксүз которулуп турат.

Электр талаасы жок учурда эркин электрондор жана көңдөйчөлөр баш аламан жылуулук кыймылында болушат. Эгерде жарым өткөргүчтү электр талаасына жайгаштырсак, анда багыттуу (иреттүү) кыймылга эркин электрондор гана эмес, өздөрүн оң заряддуу бөлүкчө катары алып жүргөн көңдөйчөлөр да катышат. Ошондуктан, жарым өткөргүчтөрдөгү электр тогу эркин электрондордун жана көңдөйчөлөрдүн иреттүү жылышы менен пайда болгон токтордун суммасына барабар болот:

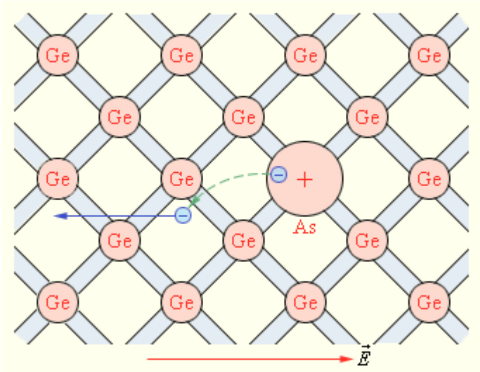
$$I = I_n + I_p$$

Мына ушинтип жарым өткөргүчтөрдө эки типтеги зарядды алып жүрүүчүлөр: электрондор жана көңдөйчөлөр бар. Ошол себептен жарым өткөргүчтөр электрондук гана эмес, *көңдөйчөлүү өткөрүмдүүлүккө* да ээ болушат. Көңдөйчөлөрдүн кыймыл багыты эркин электрондордун кыймыл багытына карама-каршы болот. Электрондук жана көңдөйчөлүү өткөрүмдүүлүк механизми *таза жарым өткөргүчтөрдө* гана байкалат. Мындай шарттагы өткөрүмдүүлүк *жарым өткөргүчтүн өздүк өткөрүмдүүлүгү* деп аталат. Жарым өткөргүчтөрдүн өздүк өткөрүмдүүлүгү адатта анчалык чоң эмес болот.

Жарым өткөргүчтөрдүн кошулмалуу өткөрүмдүүлүгү. Жарым өткөргүчтөрдүн өткөрүмдүүлүгү сырткы таасирлерден гана эмес, алардын курамына кирген кошулмалардан да көз каранды. Металлдарда берилген элементтердин атомдоруна башка элементтердин атомдорунун кошулушу кристаллдык торчодо дефекттерди пайда кылып, электрондордун багыттуу кыймылына каршылыкты пайда кылат. Ал эми жарым өткөргүчтөрдө кошулмалардын болушу аларда өздүк өткөрүмдүүлүк менен бирге кошулмалуу өткөрүмдүүлүктүн пайда болушуна алып келет. Бул жарым өткөргүчтүн маанилүү өзгөчөлүгү болуп эсептелет.

Жарым өткөргүчкө, анын атомунун валенттик электрондорунун санынан айырмалуу сандагы валенттик электрондорго ээ болгон атомдорду киргизгенде, жарым өткөргүчтүн салыштырмалуу каршылыгы кескин азайгандыгы тажрыйбаларда байкалган.

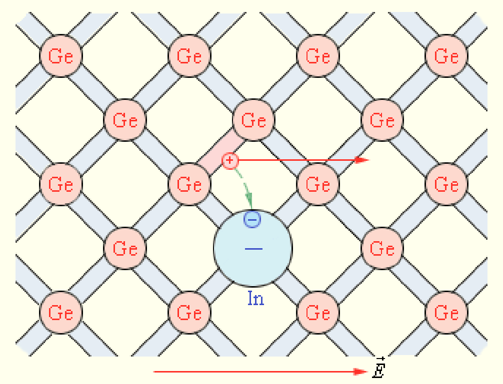
Кошулмасы бар жарым өткөргүчтөрдүн өткөрүмдүүлүгү *кошулмалуу өткөрүмдүүлүк* деп аталат. Кошулмалуу өткөрүмдүүлүктүн эки түрү бар: электрондук жана көңдөйчөлүү. Электрондук өткөрүмдүүлүк төрт валенттүү германийдин кристаллына беш валенттүү атомдор, мисалы, мышьяктын атомдору (As) киргизилгенде пайда болот. 7.3-сүрөттө германийдин кристаллык торчосунун түйүнүндө жайгашып калган мышьяктын беш валенттүү атому көрсөтүлгөн. Мышьяктын атомунун төрт валенттүү электрону германийдин коңшу төрт атому менен коваленттик байланыш түзүүгө катышат. Ал эми мышьяктын бешинчи валенттүү электрону ашыкча болуп калат да, атомдон оңой эле ажырап, эркин болуп калат. Электронун жоготкон атом кристаллдык торчонун түйүнүндө жайгашкан оң ионго айланат.



7.3-сүрөт

Валенттүүлүгү жарым өткөргүч кристаллдын атомдорунун валенттүүлүгүнөн чоң болуп, өздөрүнүн ашыкча электрондорун оңой берип, эркин электрондордун санын көбөйтүүчү кошулмалар *донордук кошулмалар* (донор – берүүчү) деп аталат. Донордук кошулманын кристаллга киргизилиши менен эркин электрондордун саны бир топко көбөйөт. Бул жарым өткөргүчтүн салыштырмалуу каршылыгынын кескин түрдө миңдеген, миллиондогон эсе азайышына алып келет. Донордук кошулмасы бар жарым өткөгүчтөрдө эркин электрондордун саны, көңдөйчөлөрдүн санына салыштырмалуу бир топ чоң болгондуктан ($n_{\text{электрон}} \succ\succ n_{\text{көңдөйчө}}$), *негизги заряд ташуучулар* – электрондор, ал эми *негизги эмес заряд ташуучулар* көңдөйчөлөр болуп эсептелет. Бул учурдагы өткөрүмдүүлүк *электрондук өткөрүмдүүлүк,* ал эми мындай өткөрүмдүүлүккө ээ болгон жарым өткөргүч *$n-$типтүү жарым өткөргүч* деп аталат.

Эгерде германийдин кристаллына үч валенттүү атомдорду, мисалы, индийдин атомдору киргизилсе, анда жарым өткөргүчтүн өткөрүмдүүлүк мүнөзү өзгөрөт. Индийдин сырткы электрондук катмарында үч гана валенттик электрону болгондуктан, коңшу германийдин төрт атомунун бирөөсү менен кош электрондук байланышты түзүү үчүн бир электрон жетишпейт. Бул жетишпеген электронду индийдин атому коңшу германийдин атомдорунун коваленттик байланышынан тартып алышы мүмкүн (7.4-сүрөт). Натыйжада, тартылып алынган электрондун ордунда көңдөйчө пайда болуп, электронун жоготкон германийдин атому оң ионго айланат. Электрондорду тартып алууга жөндөмдүү болгон атомдордун кошулмасы *акцептордук кошулмалар* (акцептор – кабыл алуучу) деп аталат.



7.4-сүрөт

Акцептордук кошулмасы бар жарым өткөгүчтөрдө көңдөйчөлөрдүн саны, электрондордун санына салыштырмалуу бир топко чоң болгондуктан ($n_{\text{көңдөйчө}} \succ\succ n_{\text{электрон}}$), *негизги заряд ташуучулар* – көңдөйчөлөр, ал эми *негизги эмес заряд ташуучулар* электрондор болуп эсептелет. Бул учурдагы өткөрүмдүүлүк *көңдөйчөлүү өткөрүмдүүлүк,* ал эми мындай өткөрүмдүүлүккө ээ болгон жарым өткөргүч *$p-$типтүү жарым өткөргүч* деп аталат.

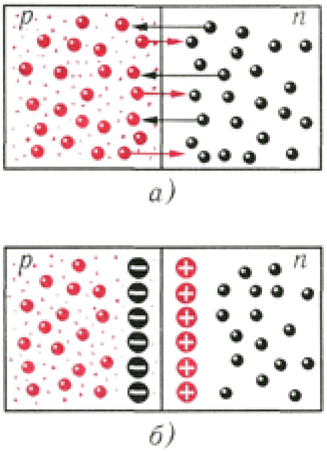
Көңдөйчөлүү өткөрүмдүүлүк коваленттик байланышты түзүүчү электрондордун германийдин атомдорунун биринен экинчисине эстафета түрүндө которулушу менен шартталарын белгилеп кетүү керек.

Жарым өткөргүч диод. Эми, жарым өткөргүчтөрдөгү электр тогунун пайда болуу механизми менен таанышкандан кийин, жарым өткөргүч диоддордун иштөө принцибин үйрөнүүгө өтөлү.

Каалаган жарым өткөргүч прибордо бир же бир нече электрондук-көңдөйчөлүү өтүш бар. *Электрондук-көңдөйчөлүү өтүш* ($n-p-$өтүшү) деп түрдүү өткөрүмдүүлүккө ээ болгон эки жарым өткөргүчтүн контакт болгон жери аталат.

Жогоруда белгилеп кеткендей, $n-$типтүү жарым өткөргүчтө негизги заряд ташуучулар электрондор жана $n_{\text{электрон}} \succ\succ n_{\text{көңдөйчө}}$. Ал эми $p-$типтүү жарым өткөргүчтө негизги заряд ташуучулар көңдөйчөлөр Жана $n_{\text{көңдөйчө}} \succ\succ n_{\text{электрон}}$. $n-$ жана $p-$типтүү эки жарым өткөргүч

идеалдуу контакт болгон кезде, алардын тийишүү беттеринде диффузия процесси башталат: $p-$типтүү жарым өткөргүчтөн көңдөйчөлөр $n-$типтүү жарым өткөргүчкө, ал эми электрондор, тескерисинче, $n-$типтүү жарым өткөргүчтөн $p-$типтүү жарым өткөргүчүнө өтүшөт (7.5-сүрөт). Натыйжада, $n-$зонасынын тийишүү бетине жакын аймагында электрондордун концентрациясы азайып, оң заряддуу катмар пайда боло баштайт. Ал эми $p-$зонасына тиешелүү аймакта көңдөйчөлөрдүн концентрациясы азайып, терс заряддалган катмар пайда боло баштайт. Улам кийинки бөлүкчөлөрдүн бул аймактан өтүшү кыйындап отурат. Анткени, бөлүкчө өтүүчү карама-каршы бетте ал бөлүкчөнүн зарядындай бир аттуу заряддар көбөйүп, улам алардын өтүшүнө каршылык кылган түртүшүү күчтөрү чоңоюп отурат. Белгилүү убакыттан кийин өтүү зонасында түзүлгөн электр талаасы электрондордун жана көңдөйчөлөрдүн андан аркы кыймылына тоскоолдук кыла баштайт да, диффузия токтойт. Контактта, б.а. эки түрдүү өткөрүмдүүлүккө ээ болгон жарым өткөргүчтөр тийишкен жука катмарда потенциалдар айырмасы туруктуу мааниге ээ болот. Контактта пайда болгон ички талаа $\vec{E}_{ички}$ $n-$типтүү жарым өткөргүчтөн $p-$типтүү жарым өткөргүчтү көздөй багытталган болот (7.6-сүрөт).



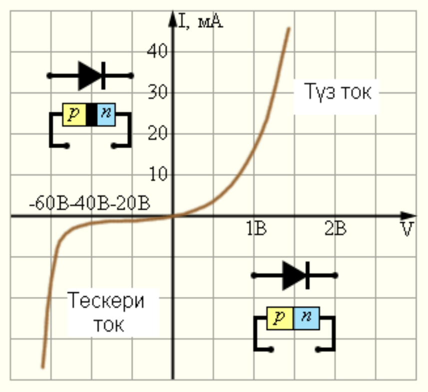
7.5-сүрөт

Эгерде $n-p$-өтүшү бар жарым өткөргүчтү ток булагына $p-$зонасы оң уюлга, ал эми $n-$зонасы терс уюлга туура келгидей кылып туташтырсак, бекитилүүчү катмардагы электр талаасынын чыңалышы азая баштайт. Бул негизги заряд ташуучуларынын контакттык катмар аркылуу өтүүсүн жеңилдетет. $p-$зонасынан көңдөйчөлөр жана $n-$зонасынан электрондор бири-бирин көздөй кыймылга келүү менен $n-p$- өтүшүндө электр тогун пайда кылышат. Мында электр тогунун пайда болушу - негизги заряд ташуучулар аркылуу ишке ашырылат. Бул каралган өтүү *түз өтүш* деп аталат жана $n-p$- өтүшүндөгү ток күчү чыңалуунун чоңоюшу менен чоңоет.

7.6-сүрөт

Эгерде $n-p$- өтүшү бар жарым өткөргүчтү ток булагына $n-$зонасы оң уюлга, ал эми $p-$зонасы терс уюлга туура келгидей кылып туташтырсак, бекитилүүчү катмардагы электр талаасынын чыңалышы чоңоет. Электрондор контакт аркылуу $p-$зонасынан $n-$зонасына, ал эми көңдөйчөлөр $n-$зонасынан $p-$зонасына өтүшөт, б.а. $n-p$- өтүшүндө электр тогу негизги эмес заряд ташуучулар тарабынан пайда кылынат. Бул учурдагы өтүш *тескери өтүш* деп аталат. $p-$типтүү жарым өткөргүчтө эркин электрондор аз, ал эми $n-$типтүү жарым өткөргүчтө көңдөйчөлөр аз болгондуктан, $n-p$- өтүүшүнүн өткөрүмдүүлүгү азайып, каршылыгы чоңоет.

$n-p$- өтүшүнүн токту дээрлик бир багытта гана өткөрүү жөндөмдүүлүгү *жарым өткөргүч диод* деп аталган түзүлүштө колдонулат. Бир $n-p$ - өтүшү бар жарым өткөргүч кристаллын камтыган түзүлүш *жарым өткөргүч диод* деп аталат. Жарым өткөргүч диоддор кремнийдин же германийдин кристаллынан жасалат. Жарым өткөргүч диоддор түзөткүчтөрдө өзгөрмөлүү токту туруктуу токко айландыруу үчүн колдонулат. Кремний диодунун вольт-ампердик мүнөздөмөсү 7.7-сүрөттө көрсөтүлгөн.

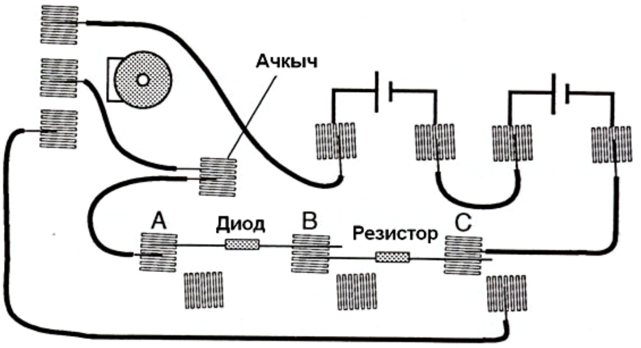


7.7-сүрөт

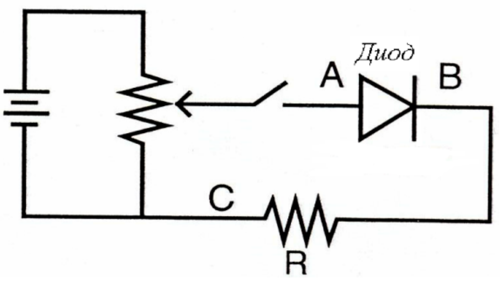
Жарым өткөргүч диоддор вакуумдук диоддорго караганда, кичине өлчөмү, көп убакытка чейин иштеши, механикалык бекемдиги сыяктуу бир топ артыкчылыктарга ээ. Ал эми кемчилиги болуп, алардын параметрлеринин температурадан көз карандылыгы эсептелет. Мисалы, кремний диоддору температуранын $-70\ ^{0}C$ ден $80\ ^{0}C$ ге чейинки диапазонунда гана канааттандырарлык иштей алышат. Германий диоддорунун иштөөсүнүн температуралык диапазону чоңураак.

ИШТИН ТАРТИБИ:

1. 1N4007 диодун жана 1000 Ω дук резисторду колдонуу менен 7.8-сүрөттө көрсөтүлгөндөй чынжыр чогулткула. 7.8-сүрөттөгү чынжырдын схемасы 7.9-сүрөттө берилген. Аны өлчөөлөрдүн жыйынтыктарын жазып алууда көрсөтмө катары колдонгула. Диоддун багытталган тарабын В чекитине жакын болгон кара сызык менен белгилегиле.



7.8-сүрөт



7.9-сүрөт

2. Электр тогу жок кезде (чынжыр ачык учурда), мультиметрдин оң (кызыл) учун А чекитине келтирип, А жана В чекиттердин ортосундагы диоддун каршылыгын өлчөгүлө. (Мультиметрдин бетинде диоддун шартуу белгиси менен көрсөтүлгөн абалын колдонгула). Эми мультиметрдин учтарын, оң (кызыл) учу В чекитине келгидей кылып алмаштырып, каршылыкты өлчөгүлө. Өлчөнгөн маанилерди 7.1-таблицага жазгыла.
3. Чынжырды туюктап, потенциометрди В жана С чекиттеринин ортосундагы чыңалуу (U_{BC}) 0,05 V болгондой кылып жөндөгүлө. Диоддун учтарындагы чыңалууну (U_{AB}) өлчөгүлө. Өлчөнгөн маанини 7.2-таблицанын *Түз өтүш* бөлүгүндөгү тиешелүү жолчого жазгыла.
4. Потенциометрдин жардамы менен U_{BC} чыңалуусунун 0,1 V, 0,2 V, 0,3 V, ..., 2,0 V маанилерин алып, U_{BC} чыңалуусунун бул маанилерине туура келген U_{AB} чыңалуусунун маанилерин өлчөгүлө жана 2-таблицанын тиешелүү бөлүгүнө жазгыла.
5. Чынжырдагы 1000 Ω дук резисторду 330 Ω дук резисторго алмаштыргыла. 3 жана 4 кадамдарды U_{BC} чыңалуусунун 0,3 V, 0,4 V, 0,3 V, ..., 2,0 V маанилери үчүн кайталагыла. Өлчөнгөн маанилерди таблицага жазгыла.
6. Чынжырдагы диодду учтарын тескери алмаштырып таккыла. Диоддун учтарындагы U_{AB} чыңалуусунун 0,5 V, 1,0 V, ..., 3,0 V маанилерине туура келген резистордун учтарындагы U_{BC} чыңалуусунун маанилерин өлчөгүлө. Өлчөнгөн маанилерди 7.2-таблицанын *Тескери өтүш* бөлүгүндөгү тиешелүү жолчолорго жазгыла.
7. Резистордун учтарындагы чыңалуунун (U_{BC}) маанилерин каршылыкка (R_{BC}) бөлүү менен ток күчүнүн маанилерин эсептеп, 7.2-таблицанын тиешелүү бөлүгүнө жазгыла.
8. Ток күчүнүн диоддун учтарындагы чыңалуудан (U_{AB}) көз карандылык графигин чийгиле.
9. Диоддун эки башка уюлдуулукта өлчөнгөн каршылыгынын маанилери кандай болду? Эмне себептен мындай жыйынтыктар алынды? А чекити оң болгон учурда «түз өтүш», ал эми терс болгон учурда «тескери өтүш» деп алынды. Бул терминдерге диоддун каршылыгын эске алуу менен кандай аныктама бересиңер? Алынган графиктин формасын жана бул график жарым өткөргүч диоддун иштөөсү жөнүндө кандай маалымат берерин анализдегиле. Диод 4- жана 5-кадамдарда 6-кадамдагы менен бирдей иштедиби? 4- жана 5-кадамдарда диодго «түз өтүш», ал эми 6-кадамда «тескери өтүш» тиешелүү эле. Алынган маалыматтарга таянуу менен бул терминдерге кандай түшүндүрмө бере аласыңар? Жогорудагы суроолорго оюңарды жыйынтыктап жазгыла.

Диоддун түрү:______________

7.1-таблица

А чекити	*В чекити*	*Каршылык*
Кызыл (+)	Кара (-)	

Кара (-)	*Кызыл (+)*	

7.2-таблица

Түз өтүш				***Тескери өтүш***			
R_{BC} (Ω)	U_{AB} (V)	U_{BC} (V)	I (mA)	R_{BC} (Ω)	U_{AB} (V)	U_{BC} (V)	I (mA)
		0,05			0,5		
		0,1					
		0,2					
		0,3			1,0		
		0,4					
		0,5					
		0,6			1,5		
		0,7					
		0,8					
		0,9			2,0		
		1,0					
		1,1					
		1,2					
		1,3			2,5		
		1,4					
		1,5					
		1,6					
		1,7			3,0		
		1,8					
		1,9					
		2,0					

СУРООЛОР:

1. Кандай касиеттерге ээ болгон заттар жарым өткөргүчтөргө кирет?
2. Таза жарым өткөргүч заттарда электр тогунун пайда болуу механизмин түшүндүрүп бергиле.
3. Донордук кошулмалар деп эмнени айтабыз?
4. $n-$ типтүү жарым өткөргүч деп эмнени айтабыз жана ал кантип алынат?
5. Акцептордук кошулмалар деп эмнени айтабыз?
6. $p-$ типтүү жарым өткөргүч деп эмнени айтабыз жана ал кантип алынат?
7. Жарым өткөргүч диоддун түзүлүшүн жана анын иштөө принцибин түшүндүрүп бергиле.
8. Жарым өткөргүч диоддор кандай колдонулуштарга ээ? Алардын колдонуудагы артыкчылыктары жана кемчилдиктери кандай?

№8 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ
Транзисторлор

***Жабдуулар**:*

- тажрыйба тактасы;
- мультиметр;
- 1000 Ω резистор;
- 100 Ω резистор;
- 2 батарейка;
- транзистор.

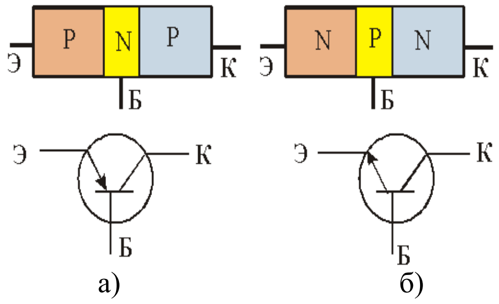
.

Максат: Транзисторлордун иштөө принциби менен таанышуу.

Транзисторлор. Жарым өткөргүчтөрдүн өткөрүмдүүлүгүнүн физикалык негиздери №7 лабораториялык иште кеңири берилгендигин эсиңерге сала кетели. Жарым өткөргүчтөрдөгү $p-n$-өтүш өзгөчөлүктөрүн электр термелүүлөрүн күчөтүү же генерациялоо үчүн триоддор же транзисторлор деп аталган түзүлүштөрдө колдонулат.

Ичине донордук жана акцептордук кошулмалар киргизилген германий же кремний транзисторлорунун бир түрүн талдап көрөбүз. Кошулма атомдордун таралышы мындайча: *p*-тибиндеги жарым өткөргүчтөрдүн эки катмарынын ортосунда *n*-тибиндеги жарым өткөргүчтүн өтө жука (бир нече микрометрчелик) катмарчасы түзүлөт. Бул өтө жука катмарча *негиз* же *база* деп аталат. Кристаллда багыттары карама-каршы болгон эки түз *p-n* өтүүлөр түзүлөт. Бул бириктирүүдө сол жактагы $p-n$ - өтүшү түз болуп эсептелет да, базанын өткөргүмдүүлүгү *p* тибиндеги *эмиттер* деп аталган зонадан бөлүп турат. Өткөрүмдүүлүгү ар түрдүү болгон бөлүктөрдөн чыгарылган үч өткөргүч бул транзисторду 8.1-сүрөттө көрсөтүлгөн схема боюнча бириктирүүгө мүмкүнчүлүк берет. Триоддор же транзисторлор эки *p-n* же *n-p* өтүштөрүнөн турат. Аларды *p-n-p*-типтүү же *n-p-n*-типтүү транзисторлор деп айтабыз.

p-n-p жана *n-p-n* - типтүү транзисторлордун иштөө принциптери бирдей. Алар уюлдары жана заряддуу бөлүкчөлөрдүн кыймыл багыттары менен гана айырмаланат. *p-n-p* тибиндеги транзистордун иштөө принциби менен таанышалы (8.1а-сүрөт).



8.1-сүрөт. *p-n-p* жана *n-p-n* транзисторлору жана алардын электр схемасындагы белгилениши

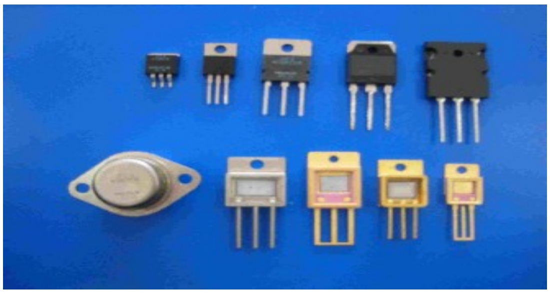
p-типтүү жарым өткөргүчтөрдө негизги заряддалган бөлүкчөлөр оң заряддуу көңдөйчөлөр, ал эми *n*-типтүү жарым өткөргүчтөрдө негизги заряддалган бөлүкчөлөр электрондор экендигин эске сактайлы. Жука катмардуу (бир нече микрон) *n*-типтүү өткөргүч транзистордо *база* деп аталат. Ал бир-бирине карама каршы *p-n* жана *n-p* өтүштөрүн түзүп турат. Бир четки өткөргүч *эмиттер* деп (сол жакта), экинчи четки өткөргүч *коллектор* (оң жакта) деп аталат. База аларды жалпы бириктирүүчү өткөргүчтүн ролун аткарат. Схемада эмиттерге оң потенциал берилгендиктен, эмиттерден көңдөйчөлөр базаны көздөй кыймылда болушат. База өзү ток булагынын терс уюлу менен туташтырылган. Бул учурда база өткөрүүчү абалда болот. Көңдөйчөлөрдүн айрымдары базанын электрондору менен нейтралдашат. База өтө жука болгондуктан, алардын басымдуу бөлүгү базадан коллекторго өтүп кетишет.

Базанын электрондорунун эмиттердин көңдөйчөлөрү менен нейтралдашуусунан базада $I_б$ тогу пайда болот. Анын чоңдугу микроампер менен ченелет. Ал эми базадан коллекторго өтүп кеткен эмиттердин көңдөйчөлөрү батареянын терс уюулунан келген электрондор менен нейтралдашат. Эмиттердин айрым атомдору батареянын оң уюлунун аракети менен электронунан ажырап көңдөйчөгө айланып, коллекторго өтүүчү көңдөйчөлөрдү камсыз кылып турат. Ошентип, көңдөйчөлөрдүн эмиттерден коллекторго, электрондун коллектордон эмиттерге карата кыймылдары

уланып, чынжырда $I_к$ тогу пайда болот. Эмиттерден коллекторго берилген көңдөйчөлөр тогунун ($I_к$), эмиттерден чыккан жалпы токко ($I_к$+ $I_э$) болгон катышы, б.а.

$$\frac{I_k}{I_k + I_э} \cdot 100\% = \alpha$$

күчөтүү коэффициенти деп аталат. *p-n-p* транзисторлорунда ал 99%ти түзөт.



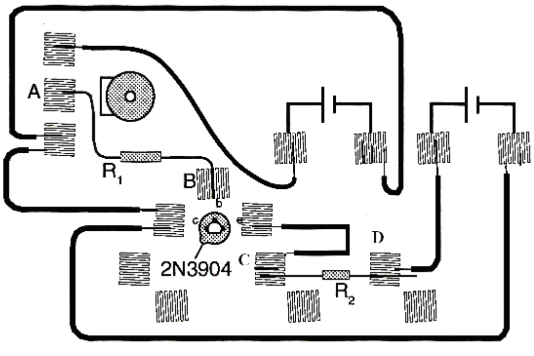
8.23-сүрөт. Транзистордун түрлөрү жана алардын конструктивдик өзгөчөлүктөрү

Транзисторлордун колдонулушу. Азыркы кездеги техникада транзисторлор эң эле кеңири таралган. Мурдагы электрондук лампаларга салыштырганда, транзистордун бирден бир артыкчылыгы жарым өткөргүчтүү диоддор сыяктуу бир кыйла кубаттуулукту, ысытыш үчүн убакытты талап кылуучу кызытма катоддун жоктугу болуп саналат. Мындан сырткары, бул приборлор өлчөмү жана массасы боюнча электрондук лампаларга караганда ондогон жана жүздөгөн эсе кичине болуп саналат. Алар бир кыйла төмөнкү чыңалууда иштешет.

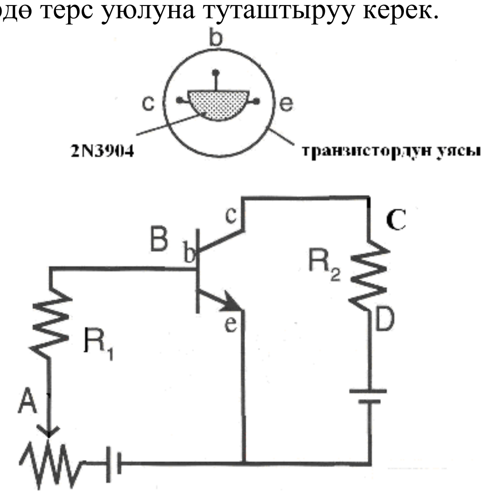
Жарым өткөргүчтүү диоддордогу кемчиликтер транзисторлордо да бар. Булар дагы температуранын жогорулашына, нурланууга жана электр тогунун чоңдугуна өтө сезгич келишет.

ИШТИН ТАРТИБИ:

1. Силерге берилген 2N3904 транзисторду, резисторлорду (R_1=1000Ω; R_2=100Ω) колдонуп, 8.4а-сүрөтүндө көрсөтүлгөн электр чынжырын туташтыргыла. 8.4а-сүрөттөгү чынжырда көрсөтүлгөн чоңдуктарды каттоодо 8.4б-сүрөтүндөгү схемага көңүл бургула.
2. Потенциометрдин жардамы менен *AB* чекиттер ортосундагы U_{AB} чыңалуусу 0.002V (2mV) боло тургандай кылып жөндөгүлө. *AB* аралыгындагы чыңалуунун бул маанисине туура келген *C* жана *D* чекиттер ортосундагы U_{CD} чыңалуусунун маанисин өлчөп, алынган маанилерди 8.1-таблицага жазгыла.
3. Эми U_{AB} чыңалуусун потенциометрдин жардамы менен 0.006; 0.010; 0.015; 0.020; 0.025; 0.035; 0.040; 0.045; 0.050; 0.055; 0.060; 0.080; 0.100; 0.150; 0.200; 0.250V маанилерге келтирип, бул маанилерге туура келген U_{CD} чыңалуусунун маанилерин өлчөп жазгыла .
4. 1-3 кадамдарын R_2 каршылыгынын 330Ω, 560Ω маанилери үчүн кайталагыла.
5. Башка транзисторду алып, иштөө тартибиндеги 1-4 кадамдарын кайталап, тиешелүү чоңдуктарды өлчөгүлө. Эгерде транзистор p-n-p типтеги болсо, анда эмиттерди батареянын терс уюлуна эмес, оң уюлуна, ал эми коллекторду болсо тиешелүү түрдө терс уюлуна туташтыруу керек.



8.4а-сүрөт



8.4б-сүрөт

АНАЛИЗ:

1. Төмөнкү формулалардын жардамы менен базадагы жана коллектордогу ток күчтөрүнүн маанилерин эсептегиле:

$$I_B = \frac{U_{AB}}{R_1} \quad \text{жана} \quad I_C = \frac{U_{CD}}{R_2}$$

Эсептелген ток күчүнүн маанилерин mA менен жазгыла.

2. Миллиметрдик кагазга $I_C(I_B)$ болгон көз карандылык графигин чийгиле.
3. Алынган графикте сызыктын формасы кандай түрдө болду? Алынган сызыкта түз болгон аймак байкалабы? Сызык координата башталышы аркылуу өтөбү? Транзистордун вольт-ампердик мүнөздөмөсү (ВАМ) болгон бул графикти №7 лабораториялык иште диод үчүн алынган график менен салыштыргыла.
4. Ийри сызыктын өзгөрүүсү эмнени түшүндүрөт? Электроникада графиктин аз өзгөргөн түз бөлүгү «каныгуу» областы деп аталат. Экспериментке таянып графиктин «каныгуу» областын кандайча түшүндүрө аласыңар?
5. Графиктин түз бөлүгүн тапкыла. I_C / I_B катышын пайдаланып, базадагы ток күчүнө караганда коллектордогу ток күчү канча эсе чоңойгонун аныктагыла. Транзистордо ток күчүнүн жогорулашын түшүндүргүлө. Алынган эсептөөлөрдү жана графикти анализдегиле.
6. Чынжырдын коллектор бөлүгүндөгү R_2 каршылыгынын өзгөрүүсү кандай таасир этет? Чынжырдагы R_2 каршылыгын 330Ω, 560Ωго өзгөрткөндө чынжырдагы өзгөрүүнү байкагыла. Бул учурларда графиктин формасы бирдейби? Ток күчүнүн күчөшү мурункуга барабарбы? Күчөтүү R_2 каршылыгынан кандай көз каранды?

8.1-таблица

Транзистордун тиби___________

R_1 (Ω)	U_{AB} (V)	I_B (mA)	R_2 (Ω)	U_{CD} (V)	I_C (mA)
	0,002				
	0,006				
	0.010				
	0.015				
	0.020				
	0.025				
	0.030				
	0.035				
	0.040				
	0.045				
	0.050				
	0.055				
	0.060				
	0.080				
	0.100				
	0.150				
	0.200				
	0.250				

СУРООЛОР:

1. Транзистордун түзүлүшүн жана анын иштөө принцибин түшүндүрүп бергиле.
2. Транзистор жарым өткөргүч диоддон эмнеси менен айырмаланат?
3. Күчөтүү коэффициенти кайсы чоңдуктардан көз каранды?
4. Транзистордун электр чынжырындагы функциясы жана анын техникада колдонулушу кандай? Алардын колдонуудагы артыкчылыктары жана кемчиликтери кандай?

№9 ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ
Трансформаторлор

I БӨЛҮК

Жабдуулар:

- стандарттуу түрмөктөр;
- стандарттуу U формасындагы өзөкчө;
- оромдорунун саны түрдүү болгон кошумча түрмөктөр;
- төмөнкү чыңалуунун (0-6 V AC) генератору;
- мультиметрлер;
- резисторлор;
- туташтыруучу зымдар.

Максат:

1. Өз ара электромагниттик индукция кубулушун тажрыйбада байкоо.
2. Трансформатордун иштөө принциби менен таанышуу жана анын иштөөсүнө таасир эткен түрдүү факторлорду изилдөө.
3. Трансформатор үчүн ферромагниттик заттардын ролун аныктоо.
4. Кирген жана чыккан чыңалуулардан сырткары индукциялык токко нормалдуу чоңдуктагы каршылыктарды туташтырып, кирген жана чыккан ток күчтөрүн ченөө.

Магнит талаасы. Магниттик индукция вектору. Электр заряды же заряддалган нерсе өзүнүн айланасында электр талаасын түзгөндөй эле турактуу магниттин же тогу бар өткөргүчтүн айланасында магнит талаасы түзүлөт (Эрстед 1820-ж.). Чөйрөдө электр талаасынын чыңалышы электрдик индукция вектору, б.а. $\vec{D} = \varepsilon_0 \varepsilon \vec{E}$ формуласы менен аныкталган сыяктуу, магнит талаасынын чыңалышы да чөйрөнүн магниттик касиеттери менен аныкталуучу магниттик индукция вектору менен байланышта болот. Ал $\vec{B}$ тамгасы менен белгиленип,

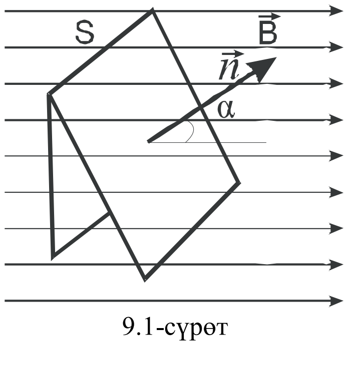
$$\vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H}$$

формуласы менен туюнтулат. Мында μ_0- магниттик турактуулук, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} T \cdot m / A$, μ - чөйрөнүн магниттик өткөрүмдүүлүгү, $\vec{H}$ -магнит талаасынын чыңалышы. Чөйрөнүн магниттик өткөрүмдүүлүгү берилген чөйрөдөгү магниттик индукция вакуумдагы магниттик индукциядан канча эсе чоң экендигин көрсөтүүчү чоңдук болуп эсептелет

$$\mu = B / B_0 \ .$$

Магниттик индукция сызыктары. Электр талаасынын чыңалыш сызыктары оң заряддан башталып, чексиздикте же терс зарядга барып аяктаса, магнит талаасынын күч сызыктары дайыма туюк болот. Магнит талаасынын графикалык сүрөттөлүшү магниттик индукция сызыктары аркылуу берилет. Бул сызыктарга жүргүзүлгөн жаныма $\vec{B}$ векторунун багытын көрсөтөт. Бирдик перпендикуляр бет аркылуу өткөн сызыктардын жыштыгы, б.а. саны $\vec{B}$ векторунун модулуна пропорциялуу.

Магниттик индукция векторунун агымы. Магниттик индукция сызыктарынын кандайдыр бет (туюк эмес) аркылуу өткөн саны, б.а. агымы жөнүндө гана сөз кыла алабыз. Магниттик индукция векторунун багытына кандайдыр бурч менен жайланышкан бетти элестетели. Бул бетке жүргүзүлгөн нормаль $\vec{n}$ менен индукция векторунун түзгөн бурчун α менен белгилесек, анда бул бет аркылуу өткөн магниттик индукция векторунун агымы



9.1-сүрөт

$$\Phi = BS\cos\alpha$$

болот. Эгерде S аянты индукция векторуна перпендикулярдуу болсо, анда $\alpha = 0$ деп

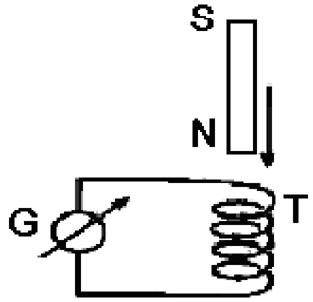
$$\Phi_0 = BS$$

алабыз. Бул формуладан тиешелүү бирдиктерди коюп, магниттик индукция векторунун агымынын бирдигин тапса болот. Ал *вебер* деп аталып,

$$1Wb = 1T \cdot m^2$$

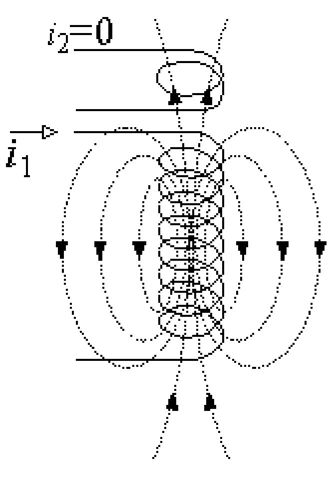
барабар. $1Wb$ - индукциясы $1T$ болгон бир тектүү магнит талаасында $\vec{B}$ векторуна нормаль боюнча жайланышкан $1m^2$ аянттан өткөн магниттик индукция агымы.

Электромагниттик индукция кубулушу. 1831-жылы Фарадей: эгер тогу бар өткөргүчтүн айланасында магнит талаасы пайда болсо, тескерисинче магнит талаасы электр тогун жарата алабы деген суроого жооп берүү максатында зым оромдорунан турган түрмөктү алып, аны гальванометр менен туюктап, турактуу магнитти (каалагандай уюлу менен) түрмөккө жакындатып же алыстатканда, гальванометр чынжырда токтун пайда болушун көрсөткөндүгүн байкаган (9.2-сүрөт). Турактуу магнит кыймылсыз кармалып турса, анда ток пайда болгон эмес. Чынжырда электр кыймылдаткыч күчү (ЭКК) пайда болгондо гана ток пайда болот. Коюлган тажрыйбаларын изилдеп, Фарадей гальванометр туташтырылган контурду кесип өткөн магниттик агымдын өзгөрүшү менен гана токтун пайда болушун байкап, төмөнкүдөй корутунду жасаган: *Контурду кесип өтүүчү магниттик агымдын ар кандай өзгөрүшүндө өткөрүүчү контурда электр тогу пайда болот.* Пайда болгон ток - *индукциялык ток, ЭКК – индукциялык ЭКК,* ал эми кубулуш *электромагниттик индукция кубулушу* деп аталат.



9.2-сүрөт

Өз ара индукция. Электромагниттик индукциянын жеке учуру болуп өз ара индукция кубулушу эсептелет. Эгерде тогу бар өткөргүчтүн же түрмөктүн жанына башка өткөргүчтү же түрмөктү жайгаштырсак, анда биринчи түрмөктүн магниттик агымынын кандайдыр бир бөлүгү экинчи түрмөктү кесип өтөт (9.3-сүрөт). Бул агымдын чоңдугу экинчи түрмөктүн геометриялык формасынан, анын биринчи түрмөккө карата жайланышынан жана чөйрөнүн магниттик касиеттеринен көз каранды болот. Жанаша жайланышкан эки түрмөктүн биринде ток өзгөрүп, өзүнүн айланасында өзгөрмөлүү магнит талаасын пайда кылуу менен экинчи түрмөктө индукциялык электр кыймылдаткыч күчтү пайда кылуу кубулушу *өз ара индукция* деп аталат.



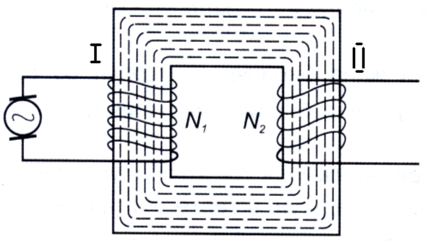
9.3-сүрөт

Трансформаторлор. Генераторлордо иштелип чыккан токторду керектүү жерлерде пайдаланууда чыңалууну же ток күчүн өзгөртүүнү талап кылат. Бул жагынан өзгөрмөлүү токтун турактуу токко караганда артыкчылыгы чоң. Себеби өзгөрмөлүү токтун жалпы кубаттуулугун $(\varepsilon \cdot I)$ өзгөртпөй туруп, анын чыңалуусун жана ага жараша ток күчүн өзгөртүп алууга болот. Мындай жумушту *трансформатор* деп аталган түзүлүштөр иш жүзүнө ашырат.

Өткөргүчтөрдө бөлүнүп чыккан жылуулук ток күчүнүн квадратына пропорциялуу болгондуктан, токту аралыкка берүүдө бул коромжуну азайтуу үчүн, ток күчүн азайтууга туура келет.

Трансформаторлор туюк темир өзөккө оролгон эки түрмөктөн турат. Ток булагына туташтырылуучу түрмөк биринчи, ал эми сырткы чынжырга туташтырылуучу түрмөк экинчи түрмөк деп аталат. Трансформаторлор жогорулатуучу жана төмөндөтүүчү болуп бөлүнүшөт. Трансформатордун өзөкчөсүндө пайда болуучу Фуко тогунун зыяндуу (ысытуу) аракетин азайтуу үчүн ал катталган жука пластиналардан бириктирилип жасалат.

Жогорулатуучу трансформаторлордун биринчи түрмөктөгү оромдорунун саны аз болуп, салыштырмалуу жоон зымдардан жасалат. Экинчи түрмөктөгү оромдор ичке зымдардан жасалып, көбүрөөк санда болот (9.4-сүрөт).



9.4-сүрөт

Темир өзөкчөнүн башкы милдети магниттик агымды көбөйтүү болуп эсептелет. Ферромагниттик заттар, сырткы талаанын аракети менен, өзүнүн ичинде түзүлгөн талааны ондогон-жүздөгөн эсе чоңойтот. Магниттик агым өзөкчө боюнча өтүү менен I жана II түрмөктөрдөгү оромдорду кесип өтөт (пунктир сызык).

Эгерде II түрмөк сырткы чынжыр менен туташтырылбаган болсо, анда I түрмөк өзүнчө туюк чынжырды түзөт. Чынжырдагы ЭКК, анын өзүндө пайда болгон өздүк индукциянын ЭКК барабар болуп калат.

$$\varepsilon_i = -\varepsilon_{o.u.}$$

Ар бир түрмөктө индукцияланууучу өздүк индукциялык ЭКК

$$\varepsilon_{o.u.} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

болот. N_1 орому болгон биринчи түрмөктө

$$\varepsilon_1 = -N_1 \frac{d\Phi}{dt}$$

индукциялык ЭКК пайда болот.

Биринчи түрмөктү кесип өткөн магниттик агым, экинчи түрмөктү кесип өтүп, анда да ЭКК пайда кылат. Аны ε_2 менен белгилеп,

$$\varepsilon_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt}$$

алабыз. Акыркы эки формуладан

$$\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} = -\frac{N_2}{N_1} \quad \text{же} \quad \varepsilon_2 = -\frac{N_2}{N_1}\varepsilon_1 .$$

Демек, экинчи түрмөктө пайда болгон ЭКК ε_2 оромдордун санына N_2ге түз пропорциялуу. Мында « - » белгиси биринчи түрмөктөгү ЭКК ε_1 ге карата экинчи түрмөктөгү ЭКК ε_2 карама-каршы фазада болорун көрсөтөт.

Трансформациялоо учурунда кубаттуулук дээрлик өзгөрбөгөндүктөн (жылуулук бөлүнүп чыгышы дээрлик болбойт), экинчи түрмөктүн сырткы чынжыр менен бириктирилишинде

$$\varepsilon_1 I_1 = \varepsilon_2 I_2$$

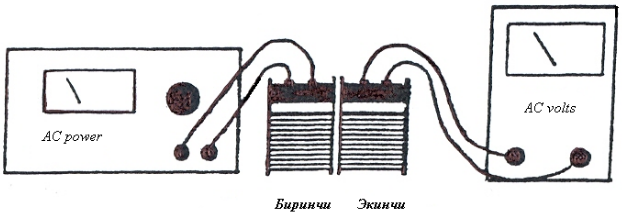
деп жаза алабыз. I_2 - экинчи түрмөктөгү ток күчү.

$$I_2 = -\frac{N_1}{N_2} I_1$$

Экинчи түрмөктөгү оромдордун саны N_2 канчалык көп болсо, экинчи түрмөктө пайда болгон ток күчү I_2, биринчи түрмөктөгү ток күчү I_1 ге салыштырмалуу ошончолук кичине болот. N_1 / N_2 катышы *трансформация коэффициенти* деп аталат.

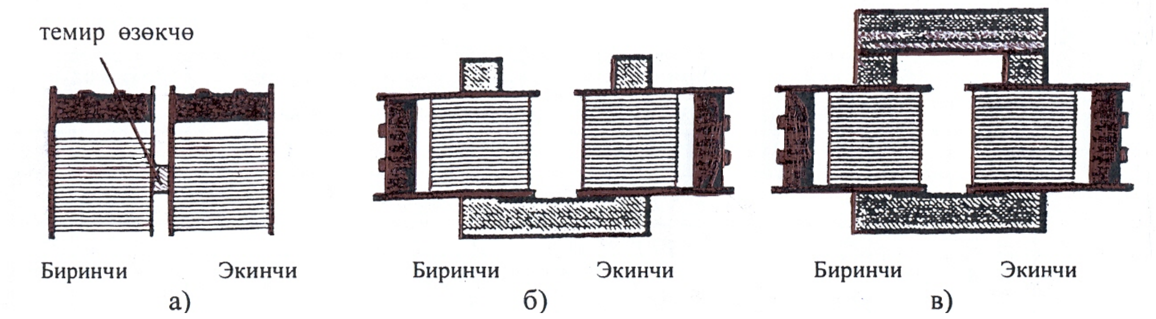
ИШТИН ТАРТИБИ:

1. 9.5-сүрөттүн сол жагындагы I түрмөк биринчи, оң жагындагысы экинчи түрмөк деп аталат. Түрмөктөрдү чиймеде көрсөтүлгөндөй абалда жайгаштырып (А конфигурациясы), биринчи түрмөккө өзгөрмөлүү ток берип, экинчи түрмөктөн чыккан чыңалууну өлчөгүлө.



9.5-сүрөт

2. Биринчи жана экинчи түрмөк үчүн 400-оромдуу түрмөктөрдү колдонуп, генератордон $U_{кириш} = 6V_{(AC)}$ чыңалуу бергиле. Экинчи түрмөктөгү чыккан чыңалууну өлчөп 9.1-таблицага жазгыла.
3. U - формасындагы өзөкчөнүн жогорку түз бөлүгүн түрмөктөргө 9.6а-сүрөттөгүдөй (В конфигурациясы) койгула жана 2-көнүгүүнү кайталагыла.
4. 9.6б-сүрөттө көрсөтүлгөндөй (С конфигурациясы) ачык U-формасындагы өзөкчөнүн эки тарабына тең түрмөктөрдү жайгаштырып, 2-кадамды кайталагыла.
5. Акырында 9.6в-сүрөттө көрсөтүлгөндөй (D конфигурациясы) U-формасындагы өзөкчөнү туюктап, 2-кадамды кайталагыла.



9.7-сүрөт

6. Кирген чыңалууга салыштырмалуу чыккан чыңалуунун мааниси эң чоң болгон өзөкчөнүн конфигурациясын колдонуп, биринчи жана экинчи түрмөктөрдүн бардык комбинациялары үчүн тажрыйбаны кайталагыла. Бардык учурда кирген чыңалуунун мааниси $6V_{(AC)}$ тон ашпашы керек. Алынган чоңдуктарды 9.2- таблицага жазгыла.

АНАЛИЗ:

1. Өзөкчөнүн кандай конфигурациясында экинчи түрмөккө болгон электромагниттик таасир чоң болот? Өзөкчөнүн конфигурациясына жараша экинчи түрмөктө пайда болгон чыңалуунун маанилерин болушун теориянын жардамы менен түшүндүргүлө.
2. 9.2-таблицадагы чоңдуктарга таянып, биринчи түрмөктүн оромдорунун туруктуу маанисинде экинчи түрмөктүн оромдордунун санын өзгөртүп, кирген чыңалуунун чыккан чыңалуудан болгон көз карандылык графигин тургузгула. Чыккан чыңалуу менен экинчи түрмөктүн оромдорунун санынын ортосунда кандай математикалык көз карандылык байкалат?
3. Трансформатордун иштөө мүмкүнчүлүгүн кантип дагы кеңейтсе болот? Биринчи түрмөктөн экинчи түрмөккө индукциянын берилүүсүн арттыруу максатында кандай өзгөртүүлөрдү жасаса болот?

9.1- таблица

	Биринчи түрмөк	Экинчи түрмөк	Өзөкчөнүн конфигура-циясы	Кирген чыңалуу	Чыккан чыңалуу
Оромдордун саны	N_1	N_2		$U_1\ (V)$	$U_2\ (V)$
	400	400	A		
	400	400	B		
	400	400	C		
	400	400	D		

Өзөкчөнүн конфигурациясы: _____________

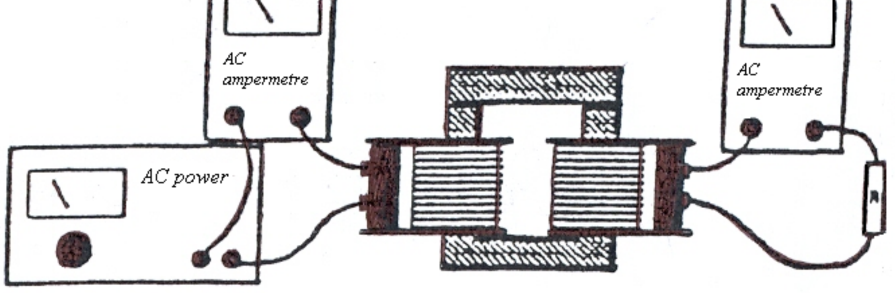
9.2- таблица

	Биринчи түрмөк	Экинчи түрмөк	Кирген чыңалуу	Чыккан чыңалуу	$\frac{N_2}{N_1}$	$\frac{U_2}{U_1}$
Оромдордун саны	N_1	N_2	$U_1\ (V)$	$U_2\ (V)$		
	200	400				
	200	800				
	200	1600				
	200	3200				
	400	200				
	400	800				
	400	1600				
	400	3200				
	800	200				
	800	400				
	800	1600				
	800	3200				
	1600	200				
	1600	400				
	1600	800				
	1600	3200				
	3200	200				
	3200	400				
	3200	800				
	3200	1600				

II БӨЛҮК

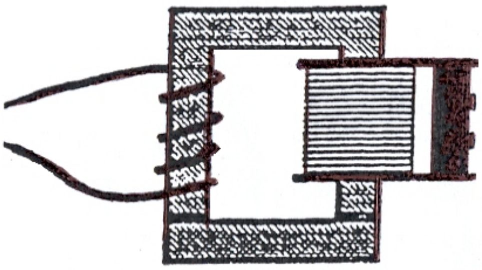
ИШТИН ТАРТИБИ:

1. 9.7-сүрөттө көрсөтүлгөндөй темир өзөкчөгө оромдорунун саны бирдей (400) болгон түрмөктөрдү киргизип, өзөкчөнү туюктап, кирүү жана чыгуу учтарына вольтметр (жарыш) жана амперметрди (удаалаш) туташтыруу менен бирге, экинчи түрмөккө $1000\,\Omega$ дук резисторду туташтырып чынжыр чогулткула.

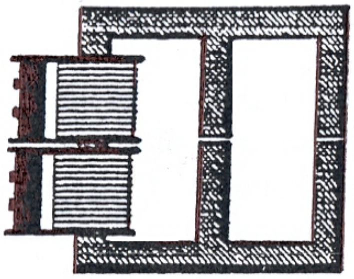


9.7-сүрөт

2. Кирген чыңалууну $6V_{(AC)}$ ко тууралагыла. Экинчи түрмөктө каршылыгы $1000\,\Omega$ дук резистор туташтырылган учурдагы кирген жана чыккан чыңалууларды жана ток күчтөрүн өлчөгүлө. Жыйынтыктарды 9.3-таблицага жазгыла.
3. 1-2-кадамдарды каршылыгы $100\,\Omega$ дук резистор менен кайталагыла.
4. 1-2-кадамдарды каршылыгы $10\,\Omega$ дук резистор менен кайталагыла.
5. Эми экинчи түрмөктөгү оромдордун санын өзгөртүү менен, 1-4-кадамдарды кайталагыла. Кирген жана чыккан түрмөктөгү оромдордун санынын бардык комбинациялары үчүн 1-4-кадамдарды кайталап, тиешелүү чоңдуктарды өлчөгүлө.
6. Экинчи түрмөктү 9.8-сүрөттө көрсөтүлгөндөй кылып, беш-алты жолу ороло тургандай жоон сары зым менен алмаштырып, ага амперметрди туташтырып, кирген чыңалууну $6V_{(AC)}$ ко тууралап, чыккан ток күчүн ченегиле.



9.8-сүрөт

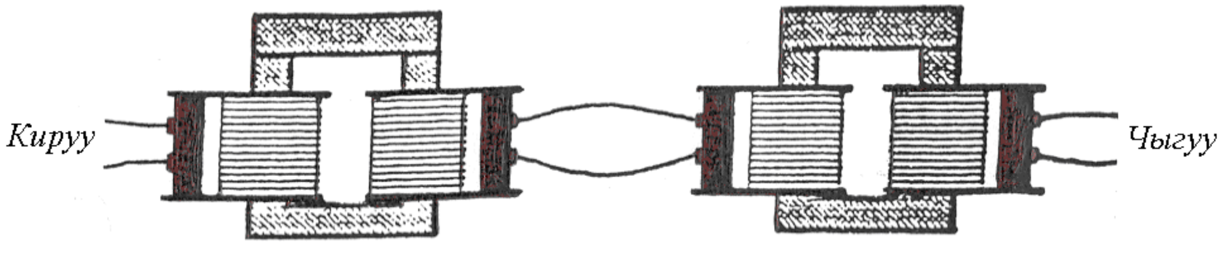


9.9-сүрөт

7. SF-8617 моделиндеги комплектиңиз бар болсо, биринчи жана экинчи түрмөктөрдү 9.9-сүрөттөгүдөй жайланыштырып, кирген жана чыккан тараптарына вольтметрлерди (паралелль) жана амперметрлерди (удаалаш) туташтыруу менен 1-4-кадамдарды кайталагыла.

Эскертүү: Ш *формасындагы өзөкчө менен башка түрдүү конфигурацияларды да изилдесеңиз болот.*

8. Лабораторияда бирден ашык өзөкчө бар болсо, аларды 9.10-сүрөттө көрсөтүлгөндөй туташтырып, кирген жана чыккан ток күчүн өлчөп, анализ жасагыла.



9.10-сүрөт

АНАЛИЗ:

1. 9.3-таблицасында берилген чоңдуктардын маанисин эсептеп чыгаргыла. Эгерде көнүгүүнүн 7-кадамын аткарууга мүмкүн болсо, анда дагы бир таблицаны толтуруу зарыл болот.
2. Каршылыктын турактуу маанисинде оромдорунун саны түрдүү түрмөктөр үчүн кирген жана чыккан токторунун арасында кандай байланыштар бар?
3. Түрмөктөгү оромдордун белгилүү бир комбинациясы үчүн каршылыкты өзгөртүү, кирген токтун чыккан токко болгон катышын кандай өзгөртөт? Бардык комбинациялар үчүн катыш бирдей болобу? Тажрыйбадан алынган натыйжаларга карата жыйынтык чыгаргыла.
4. Биринчи жана экинчи түрмөктөгү оромдордун саны бирдей болгон учурда чыңалуунун идеалдуу өзгөрүшү алынат. Силер жүргүзгөн тажрыйбада чыңалуунун өзгөрүшү (U_2/U_1) идеалдык мааниге (бирге) канчалык жакындады?

5. Идеалдык трансформаторлор бир чыңалуудан экинчи чыңалууга өткөндө, өтө аз кубаттуулукту жоготуу менен (ПАК$\approx$100%), индукциялык ток беришет. Силер жүргүзгөн тажрыйбада кубаттуулуктардын катышы (P_2/P_1) идеалдык трансформатордун кубаттуулуктарынын катышына канчалык деңгээлде жакындады?
6. Экинчи түрмөктү беш-алты жолу ороло тургандай жоон сары зым менен алмаштырганда (6-кадам) кандай жыйынтыктар алынды?

9.3-таблица

	Биринчи түрмөк	Экинчи түрмөк	Каршылык	Кирген чыңалуу	Кирген ток күчү	Чыккан Чыңалуу	Чыккан ток күчү	Кирген кубаттуулук	Чыккан кубаттуулук	Чыңалуулардын катышы	Кубаттуулуктар-дын катышы
Оромдордун саны	N_1	N_2	$R\ (\Omega)$	$U_1\ (V)$	$I_1\ (mA)$	$U_2\ (V)$	$I_2\ (mA)$	$P_1\ (W)$	$P_2\ (W)$	K_1	K_2
	400	200	10								
	400	200	100								
	400	200	1000								
	400	400	10								
	400	400	100								
	400	400	1000								
	400	800	10								
	400	800	100								
	400	800	1000								
	400	1600	10								
	400	1600	100								
	400	1600	1000								
	400	3200	10								
	400	3200	100								
	400	3200	1000								

7. Ш формасындагы өзөкчөлөр менен түрмөктөрдөгү оромдордун түрдүү комбинацияларынан алынган (7-кадам) чыңалуунун жана токтун маанилерине талдоо жүргүзгүлө. Алынган чоңдуктарды U формасындагы өзөкчө менен алынган маанилер менен салыштыргыла. Эки өзөкчөнүн кайсынысы артыкчылыкка ээ? Эмне себептен? Башка өзгөртүүлөрдү жасоо менен бул артыкчылыкты арттырууга мүмкүнбү?
8. 8-кадамды аткарууда биринчи жана акыркы түрмөктөрдүн оромдорунун саны бирдей болсо, кирген жана чыккан чыңалуулар канчалык деңгээлде бири бирине жакындады? Түрмөктөрдүн бардык комбинациялары үчүн кирген жана чыккан кубаттуулуктар кандай өзгөрдү? Тажрыйбанын бул бөлүгү мурунку бөлүктөрүнөн эмнеси менен айырмаланат?

СУРООЛОР:

1. Магнит талаасынын электр талаасынан айырмачылыктары.
2. Магнит талаасын мүнөздөөчү чоңдуктар: магниттик индукция вектору жана магниттик индукция векторунун агымы. Кайсы учурда максималдуу магниттик агым алынат?
3. Электромагниттик индукция закону. Индукциялык токтун булагы эмне? Өз ара индукция деген эмне?
4. Трансформатордун иштөө принциби кайсы кубулушка негизделген? Трансформаторлор кандай функцияны аткарышат?
5. Трансформаторлордун түрлөрү. Трансформация коэффициенти деп эмнени түшүнөбүз?
6. Темир өзөкчөнүн милдети. Ферромагнетиктердин пара- жана диамагниттик заттардан айырмачылыгы?
7. Эмне себептен электр энергиясын ташууда чыңалууну жогорулатуу зарыл?

Пайдаланылган адабияттар:

Деденко Л.Г., Киселев Д. Ф., Петерсон В.К, Слепков А.И. **Общий физический практикум: Механика**, Москва, 1991

Калашников С.Г. **Электричество,** М.:Наука, 1985

Карашев Т., Абдыраманова А.А **Молекулалык физикадан лабораториялык жумуштарды аткаруу боюнча усулдук колдонмо**, Фрунзе, 1990

Карашев Т., Азимбаев Т. К., Карашева Т.Т., Ибрагимов Р.Ш. **Физикалык практикум боюнча усулдук колдонмо**, Бишкек, 2001

Карашев Т., Карашева Т.Т. **Физика курсу**, Бишкек, 2002

Савельев И.В. **Курс общей физики,** т.1, 2, Москва, 1989

Трапицын Н.Ф. **Краткий курс общей физики**, ч.3 Бишкек, 1996

Фриш С. Э. и Тиморева А. В. Курс общей физики. Т.1,2 М.:Лань, 2007.

Яворский Б.М., Селезнев Ю.А. **Справочное руководство по физике**, Москва, 1989.

Instruction Manual and Experiment Guide for the PASCO scientific, Roseville, 1993 (www.pasco.com)