ՇԻՐԱԿԻ Մ. ՆԱԼԲԱՆԴՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ

Ավարտական հետազոտական աշխատանք

Թեմա՝ Հաստատուն հոսանքի շղթաների պարզեցման և հաշվարկման մեթոդները ավագ դպրոցի ֆիզիկայի դասընթացում

Կատարող՝ Հայկանուշ Աբգարյան

Ջույգաղբյուրի միջնակարգ դպրոցի ֆիզիկայի ուսուցչուհի

Ղեկավար՝ Վարդան Մանուկյան

Ֆիզմաթ. գիտ. թեկնածու, դոցենտ

ԳՅՈՒՄՐԻ 2022

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Ներածություն

Խնդիրների լուծումը ֆիզիկայի ուսուցման անբաժանելի մասն է, քանի որ խնդիրների լուծման գործընթացում տեղի է ունենում ֆիզիկական հասկացությունների ձևավորում և հարստացում, զարգանում է ուսանողների ֆիզիկական մտածողությունը և կատարելագործվում է նրանց գիտելիքները՝ գործնականում կիրառելու հմտությունները: Խնդիրների լուծման ընթացքում կարող են դրվել և հաջողությամբ իրականացվել հետևյալ դիդակտիկ նպատակները՝

1. խնդրի առաջ քաշում և խնդրահարույց իրավիճակի ստեղծում,
2. նոր տեղեկությունների ամփոփում,
3. գործնական հմտությունների ձևավորում,
4. գիտելիքների խորության և ամրության ստուգում,
5. նյութի ամրագրում, ամփոփում և կրկնություն,
6. պոլիտեխնիզմի սկզբունքի իրականացում,
7. աշակերտների ստեղծագործական ունակությունների զարգացում:

Դրա հետ մեկտեղ, խնդիրների լուծման ժամանակ դպրոցականների մոտ դաստիարակվում են աշխատասիրություն, մտքի ջատագովություն, սրամտություն, դատողությունների ինքնուրույնություն, դասընթացի նկատմամբ հետաքրքրություն, կամք և բնավորություն, առաջադրված նպատակին հասնելու հաստատակամություն: Նշված նպատակների իրականացման համար հատկապես հարմար է օգտագործել ոչ ստանդարտ խնդիրներ:

Հաստատուն հոսանք թեման նույնպես առանց բացառության կարելի է լիարժեք ընկալված և հասկացված համարել միայն այն դեպքում, երբ բացի տեսական նյութի վերարտադրումից սովորողները կարողանում են այն ամրապնդել տարբեր բարդության խնդիրների լուծումով: Շղթաների լուծման եղանակները տարբեր են և դրանց մի մասը ներկայացված է դպրոցական դասագրքում, իսկ մնացածներին էլ առանձին կարելի է հանդիպել ուսումնամեթոդական բնույթի գրականությունում:

Սույն հետազոտական աշխատանքի ***նպատակն է*** ուսումնասիրել, վեր հանել և հնարավորինս ամբողջական կերպով ներկայացնել հաստատուն հոսանքի շղթաների պարզեցման և հաշվարկման եղանակները: ***Աշխատանքի արդիականությունը*** պայմանավորված է ներկայումս օլիմպիադաների ժամանակ հանդիպող շղթաների լուծման համար սովորողներին պարզ և համապարփակ մեթոդական օգնություն տրամադրելու անհրաժեշտությամբ: Հետազոտական աշխատանքի նպատակն իրականացնելու ***համար խնդիր է դրվել*** նախ մանրակրկտորեն՝ համապատասխան օրինակների վերլուծության միջոցով ներկայացնել ռեզիստորներ պարունակող շղթայի տեղամասի պարզեցման ու հաշվման եղանակները և ապա լիարժեք ներկայացնել Օհմի օրենքը ինչպես համասեռ ու լրիվ, այնպես էլ շղթայի անհամասեռ տեղամասի համար:

Հետազոտական աշխատանքը բաղկացած է ներածությունից, երկու գլուխներից եզրակացությունից և օգտագործված գրականության ցանկից: Առաջին գլխի առաջին պարագրաֆում ներկայացված է համարժեք շղթաների մեթոդը, իսկ երկրորդ պարագրաֆում՝ համապոտենցիալ կետերի միավորման եղանակով էլեկտրական շղթաների հաշվարկման խնդիրների լուծման մեթոդաբանությունը: Երկրորդ գլխի առաջին պարագրաֆում ներկայացված է «պոտենցիալների տարբերություն» և «լարում» գաղափարները, ընդհանուր առմամբ դրանց տարբերությունը և մասնավորապես նույնը լինելու պայմանը: Երկրորդ գլխի երկրորդ պարագրաֆում ներկայացված է Օհմի օրենքը լրիվ շղթայի համար, իսկ երրորդ պարագրաֆում՝ Կիրխհոֆի կանոնները և դրանց օգնությամբ շղթայի լուծման մանրամասները: Վերջում համառոտ կերպով բերված են ավարտական աշխատանքի եզրահանգումներն ու օգտագործված գրականության ցանկը:

Գլուխ Ա

Հաստատուն հոսանքի էլեկտրական շղթաների հաշվարկման խնդիրները

Ֆիզիկայի դպրոցական ծրագրի շրջանակում «Հաստատուն հոսանքի շղթաներ» թեմային բավականին ժամանակ է հատկացվում, ուստի աշակերտները շատ թե քիչ տիրապետում են այս տիպի ստանդարտ խնդիրների լուծման մեթոդներին: Բայց օլիմպիական առաջադրանքներում հանդիպում են դպրոցական դասընթացի ծրագրի վրա հիմնված այնպիսի խնդիրներ, որոնք դժվարությամբ են լուծվում աշակերտների կողմից:

Այսպիսով, հաստատուն հոսանքի էլեկտրական շղթաների հաշվարկման ոչ ստանդարտ խնդիրների դասին են պատկանում այն խնդիրները, որոնց սխեմաները՝

1) պարունակում են մեծ թվով տարրեր-կոնդեսատորներ և դիմադրություններ,
2) սիմետրիկ են,
3) կազմված են բարդ խառը միացություններից:

Ընդհանուր առմամբ, ցանկացած շղթա կարող է հաշվարկվել, օգտագործելով Կիրխոֆի օրենքները: Նոր սերնդի դասագրքերում այդ օրենքներն արդեն ներկայացվում են, սակայն միայն հոսքային ուսուցման շրջանակում: Բացի այդ Կիրխհոֆի կանոնների օգնությամբ խնդրի լուծումը հաճախակի բավականին աշխատատար է և ոչ ռացիոնալ: Այդ իսկ պատճառով պետք է կարողանանք օգտագործել մեթոդներ, որոնք թույլ են տալիս ավելի արագ որոշել շղթաների դիմադրությունները:

1.1 Համարժեք սխեմաների մեթոդ

Համարժեք սխեմաների մեթոդն այն է, որ սկզբնական սխեման պետք է ներկայացնել հաջորդական տեղամասերի տեսքով, որոնցից յուրաքանչյուրի վրա սխեմայի տարրերի միացումը հաջորդական է կամ զուգահեռ: Նման ներկայացման համար սխեման պետք է պարզեցնել:

Համարժեք սխեման այնպիսի սխեմա է, որի դեպքում նույն լարումը կիրառելիս սկզբնական և փոխակերպված սխեմաներին, համարժեք տարածքներում, երկու շղթաներում էլ հոսանքը նույնն է լինում: Այս դեպքում բոլոր հաշվարկները կատարվում են փոխակերպված սխեմայով: Բարդ խառը միացումներով դիմադրություններով շղթաները պարզեցնելու համար կարող ենք կիրառել մի քանի հնարքներ:

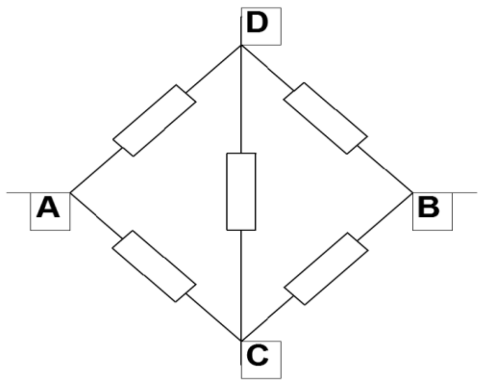
Մենք կսահմանափակվենք մանրամասնորեն դրանցից միայն մեկի՝ համապոտենցիալ հանգույցների մեթոդի, դեպքը քննարկելով: Այս մեթոդը կայանում է նրանում, որ սիմետրիկ սխեմաներում փնտրվում են կետեր, որոնց պոտենցիալները հավասար են: Այս կետերը կապում են միմյանց հետ, և եթե նույնիսկ այդ կետերի միջև ընդգրկված է լինում սխեմայի որևէ որոշակի հատված, ապա այն անտեսվում է, քանի որ պոտենցիալների հավասար լինելու պատճառով, այդ հատվածով հոսանք չի անցնում, և այն չի ազդում շղթայի ընդհանուր դիմադրության վրա:

Այսպիսով, հավասար պոտենցիալների միավորումը բազմաթիվ հանգույցներում, բերում է ավելի պարզ համարժեք սխեմայի: Բայց երբեմն ավելի նպատակահարմար է լինում մեկ կետի փոխարինումը մի միննույն պոտենցիալով քանի կետերի, որի դեպքում չի խախտում էլեկտրական շղթայի համարժեքությունը:

Դիտարկենք այս մեթոդով խնդիրների լուծման օրինակներ:

Խնդիր №1

Հաշվարկել տվյալ շղթայում A և B կետերի միջև դիմադրությունը: Բոլոր դիմադրությունները նույնն են և հավասար են r:

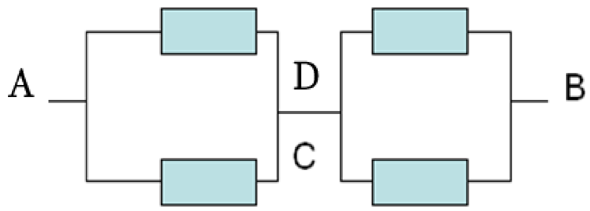


Նկ. 1

Լուծում

Շղթայի ճյուղերի սիմետրիայի շնորհիվ C և D կետերը հավասարապոտենցիալ են: Հետևաբար, մենք կարող ենք հեռացնել նրանց միջև գտնվող դիմադրությունը: C և

D համապոտենցիալ կետերը միացնենք մեկ հանգույցում: Մենք ստանում ենք շատ պարզ համարժեք միացում:

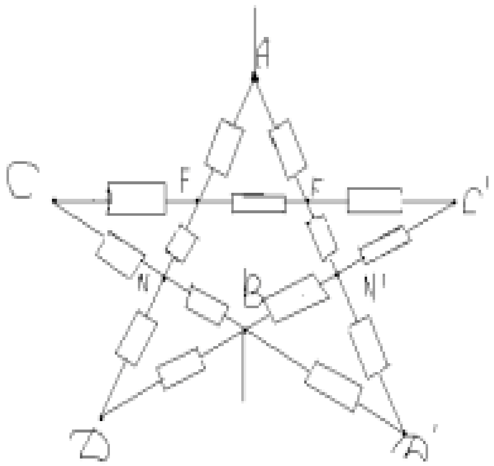


Նկ. 2

Այս դեպքում շղթայի դիմադրությունը կլինի.

$R_{AB}=R_{AC}+R_{CD}=r*r/r*r+r*r/r+r=r$:

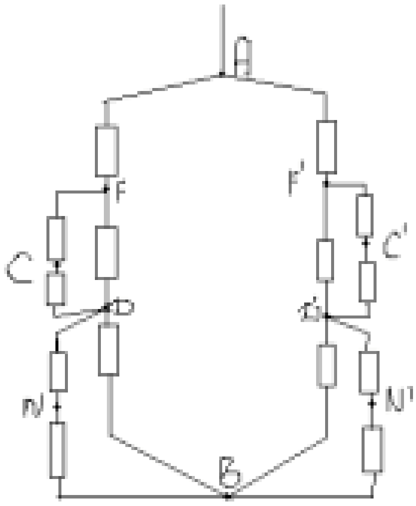
Խնդիր №2



Նկ. 3

Լուծում

F և F΄ կետերում պոտենցիալները հավասար են, ինչը նշանակում է, որ դրանց միջև դիմադրությունը կարող է անտեսվել: Տվյալ միացման համարժեք սխեման կունենա հետևյալ տեսքը.



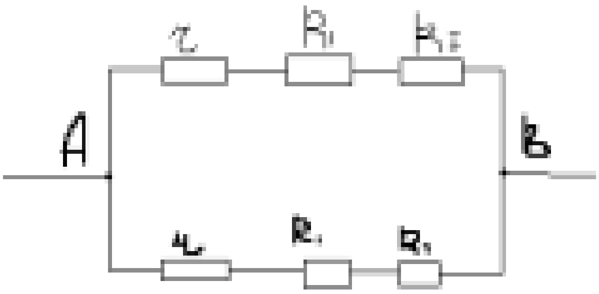
Նկ. 4

DNB; F´C´D´; D´, N´, B´; FCD հատվածներում դիմադրությունները իրար հավասար են և հավասար է R1, հետևաբար կունենանք.

$$1/R1=1/2r+1/r=3/2r;$$

$$R1=2/3*r:$$

Սա հաշվի առնելով կունենանք նոր համարժեք միացման սխեմա.



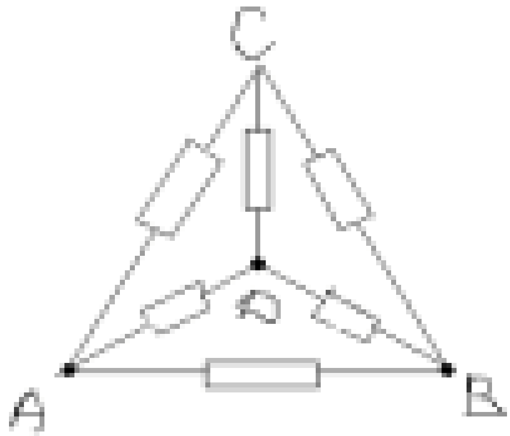
Նկ. 5

Սրա դիմադրությունը և սկզբնական միացման R_{AB}-ի դիմադրությունը հավասար են.

$$1/R_{AB}=1/r+R1+R1+1/r+R1+R1=6/7r;$$

$$R_{AB}=(7/6)*r:$$

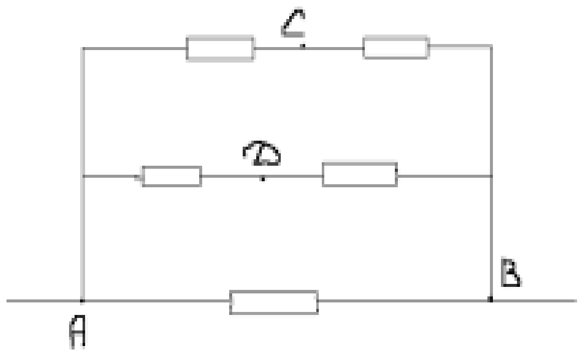
Խնդիր №3



Նկ. 6

Լուծում

C և D կետերը հավասար պոտենցիալներ ունեն: Բացառելով նրանց միջև գտնվող դիմադրությունը, մենք ստանում ենք համարժեք միացման սխեմա.



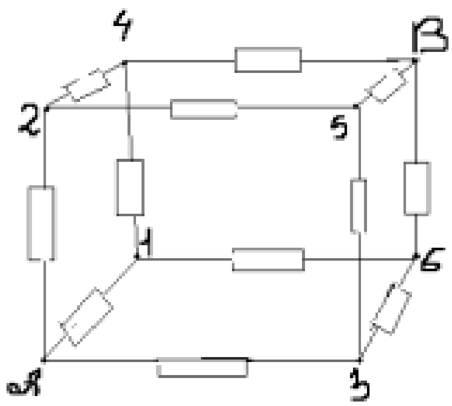
Նկ. 7

Պահանջվող R_{AB} դիմադրությունը հավասար է.

$$1/R_{AB}=1/2r+1/2r+1/r=2/r;$$

$$R_{AB}=r/2:$$

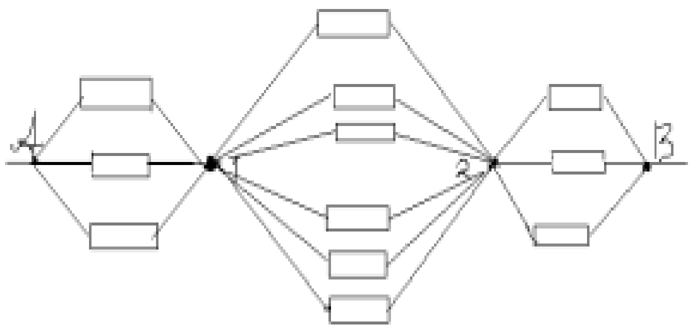
Խնդիր №4



Նկ. 8

Լուծում

Ինչպես երևում է նկ. 8-ում 1,2,3 հանգույցներն ունեն հավասար պոտենցիալ: Միացնենք դրանք 1 հանգույցին: 4,5,6 հանգույցներն ունեն հավասար պոտենցիալ, դրանք միացնենք 2 հանգույցին: Վերջնական արդյունքում ստանում ենք նմանատիպ համարժեք միացման սխեմա.



Նկ. 9

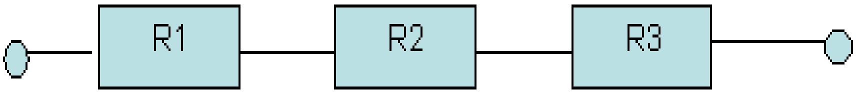
A-1 հատվածում R1 դիմադրությունը հավասար է 2-B հատվածի դիմադրությանը (R3) և հավասար է.

R1=R3=r/3;

1-2 հատվածում դիմադրությունը կլինի՝

$$R2 = r / 6:$$

Այժմ մենք ստանում ենք համարժեք միացման սխեմա՝

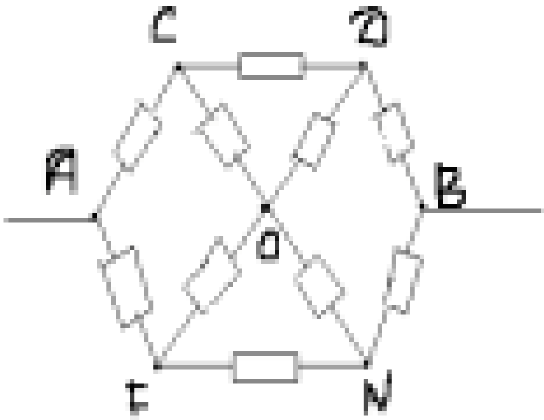


Նկ. 10

Ընդհանուր դիմադրությունը R_{AB}-ն կստացվի.

$$R_{AB}= R1+ R2+ R3=(5/6)*r:$$

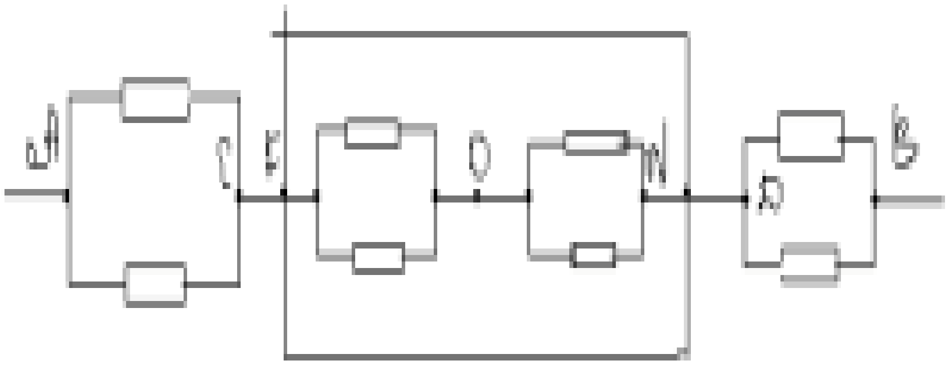
Խնդիր №5



Նկ. 11

Լուծում

C և F կետերը համարժեք են: Միացնենք դրանք մեկ հանգույցի մեջ: Այս դեպքում համարժեք միացման սխեման կունենա հետևյալ տեսքը.



Նկ. 12

AC հատվածում դիմադրությունը կլինի.

$$R_{AC}=r/2;$$

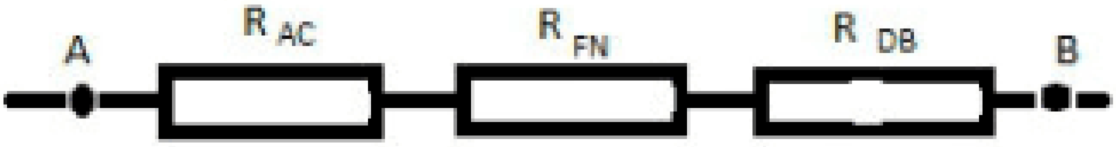
FN հատվածում դիմադրությունը կլինի.

$$R_{FN}=r/3;$$

DB հատվածում դիմադրությունը կլինի.

$$R_{DB}=r/2$$

Ստացվում է համարժեք միացման նմանատիպ սխեմա.

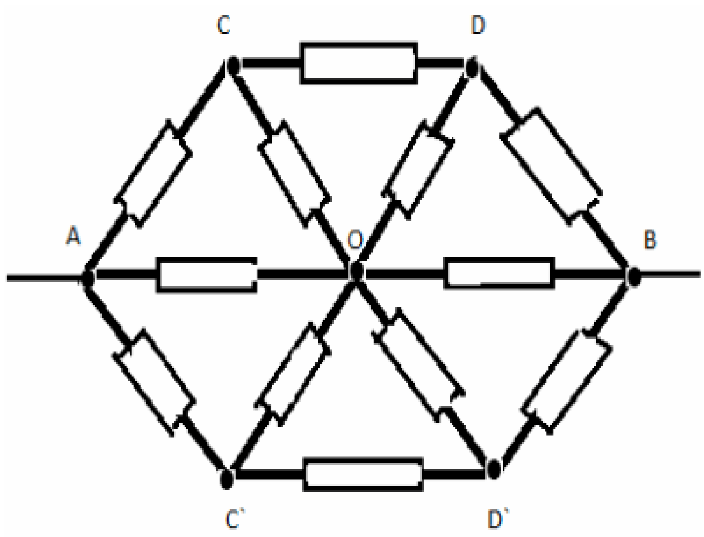


Նկ. 13

Փնտրվող ընդհանուր դիմադրությունը հետևյալն է.

$$R_{AB}= r.$$

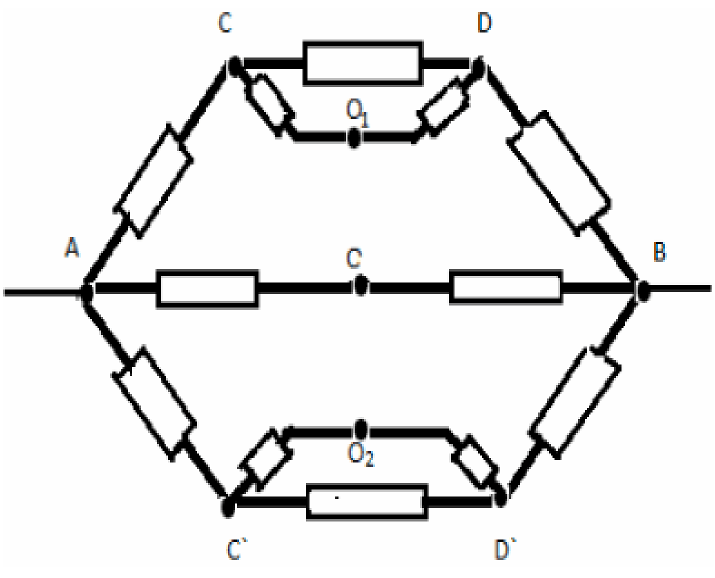
Խնդիր №6



Նկ. 14

Լուծում

Փոխարինենք ընդհանուր հանգույց O-ն երեք՝ հավասար պոտենցիալ ունեցող O, O_1, O_2 հանգույցներով: Կստանանք նմանատիպ համարժեք սխեմա.



Նկ. 15

Դիմադրությունը ABCD հատվածում հավասար կլինի ՝

$$R_1=(3/2)*r:$$

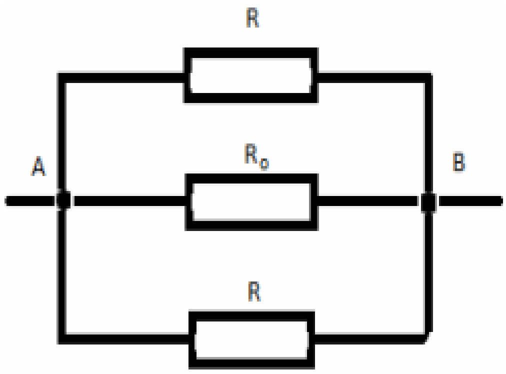
Դիմադրությունը A՛B՛C՛D՛ հատվածում հավասար է ՝

$$R_2= (8/3)*r:$$

ACB հատվածում ունենք հետևյալ դիմադրությունը՝

$$R_3 = 2r.$$

Մենք ստանում ենք համարժեք միացման սխեմա.

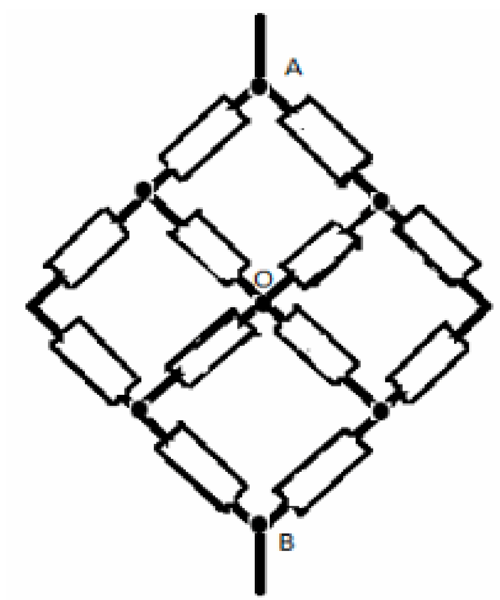


Նկ. 16

Փնտրվող միացման շղթայի R_{AB} ընդհանուր դիմադրությունը հետևյալն է՝

$$R_{AB} = (8/10)*r:$$

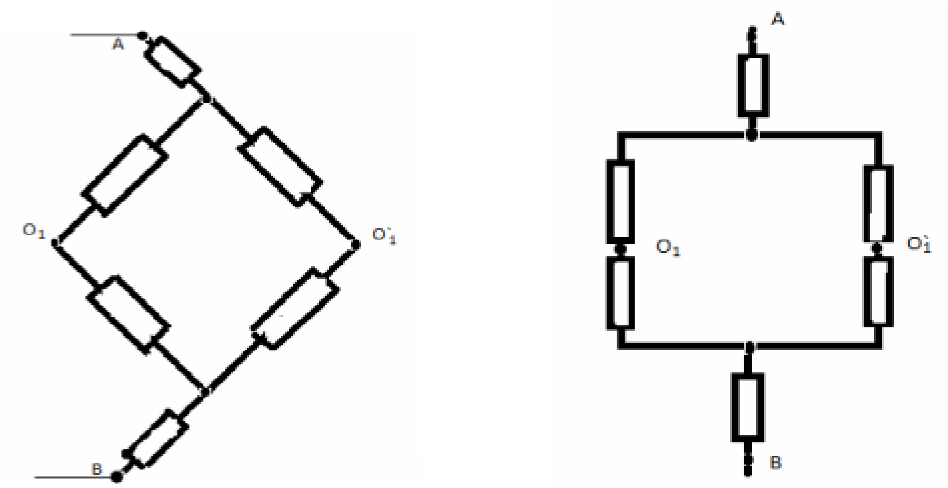
Խնդիր №7



Նկ. 17

Լուծում

Բաժանենք O հանգույցը երկու համապոտենցիալ հանգույցների՝ O_1 և O_2: Այժմ միացման սխեման կարող ենք ներկայացնել որպես երկու նույն սխեմաների զուգահեռ միացում: Հետևաբար, բավական է մանրամասնորեն դիտարկել դրանցից միայն մեկը.



Նկ. 18

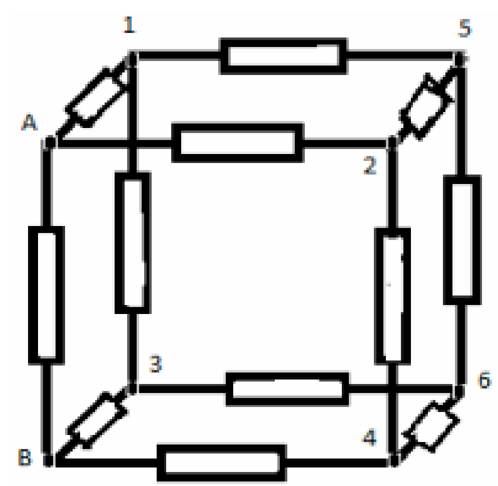
Այս միացման R_1 դիմադրությունը հավասար է՝

$$R_1 = 3r:$$

Այս դեպքում շղթայի ամբողջ դիմադրությունը հավասար կլինի՝

$$R_{AB} = (3/2)*r:$$

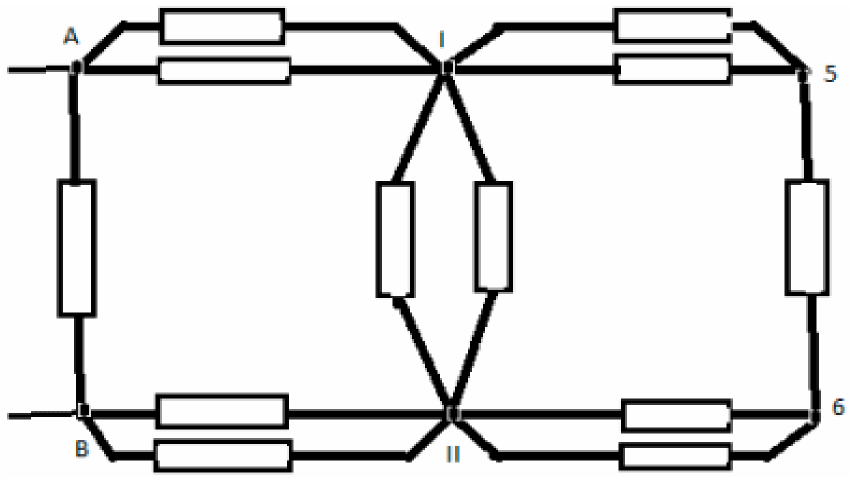
Խնդիր №8



Նկ. 19

Լուծում

1-ին և 2-րդ հանգույցները հավասարազոր են, հետևաբար մենք դրանք կմիավորենք մեկ հանգույցում՝ I: 3-րդ և 4-րդ հանգույցները նույնպես հավասարազոր են՝ դրանք կմիացնենք մեկ այլ II հանգույցում: Համարժեք միացման սխեման ունի հետյալ տեսքը՝



Նկ. 20

A-I հատվածում դիմադրությունը հավասար է B-II հատվածի դիմադրությանը և հավասար է՝

$$R_I = r/2:$$

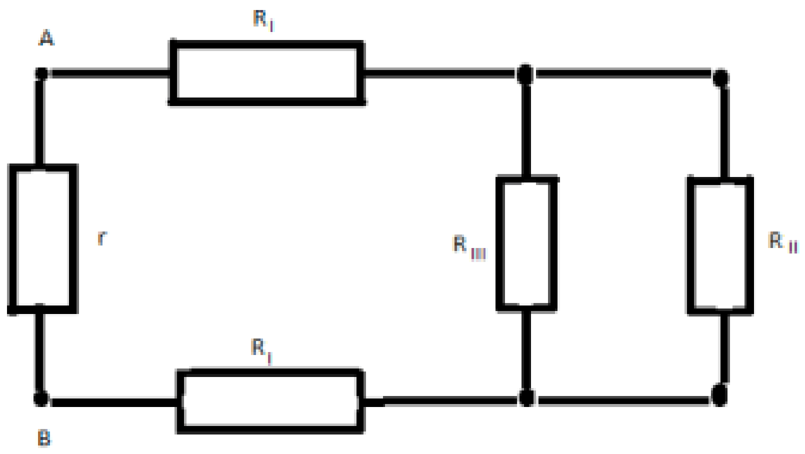
I-5-6-II հատվածի դիմադրությունը հավասար է՝

$$R_{II} = 2r:$$

I-II հատվածի դիմադրությունը հավասար է՝

$$R_{III} = r/2:$$

Մենք ստանում ենք վերջնական համարժեք միացման սխեման՝

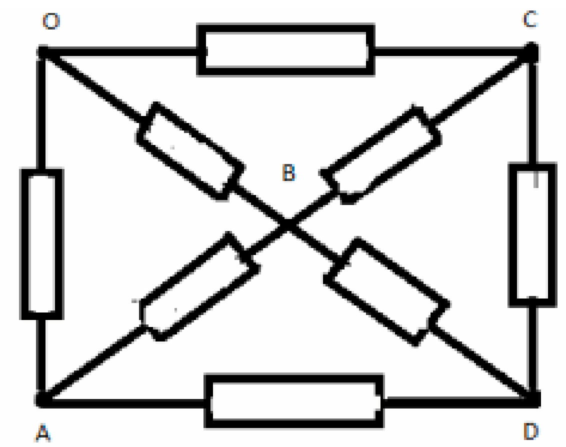


Նկ. 21

Շղթայի ընդհանուր դիմադրությունը վերջնական արդյունքում հավասար է `

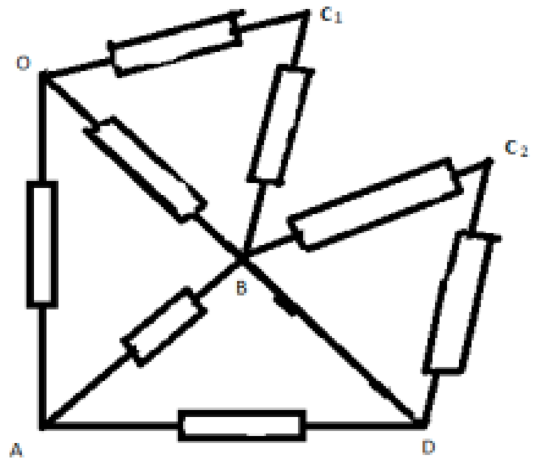
R_{AB}=(7/12)*r:

Խնդիր №9



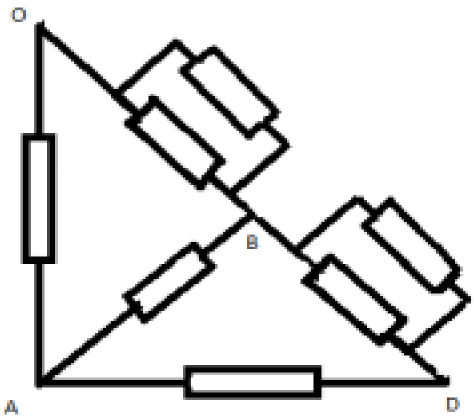
Նկ. 22

OC ճյուղում դիմադրությունը փոխարինում ենք երկու զուգահեռ միացված 2r արժեքով դիմադրություններով: Այժմ C հանգույցը կարելի է բաժանել 2 համաչափ հանգույցների C_1 և C_2: Այս դեպքում համարժեք միացման սխեման կստանա հետևյալ տեսքը`



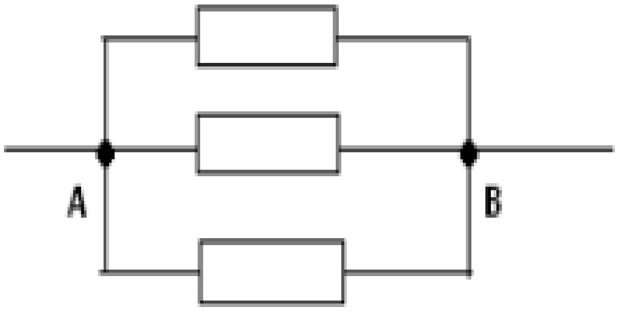
Նկ. 23

OC_IB և $DC_{II}B$ հատվածներում դիմադրությունները նույնն են և հավասար են իրար, քանի որ հեշտ է հաշվարկել 2r: Կրկին գծում ենք համապատասխան համարժեք միացման սխեման.



Նկ. 24

AOB հատվածում դիմադրությունը հավասար է ADB հատվածի դիմադրությանը և հավասար է (7/4)*r: Այսպիսով, մենք ստանում ենք երեք զուգահեռ միացված դիմադրությունների վերջնական համարժեք միացման սխեման, որը հետևյալն է՝

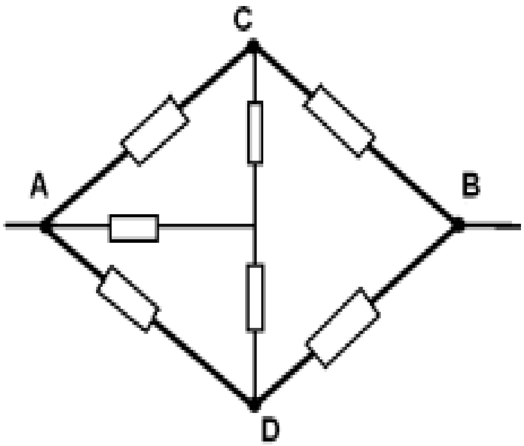


Նկ. 25

Ընդհանուր դիմադրությունը հավասար է՝

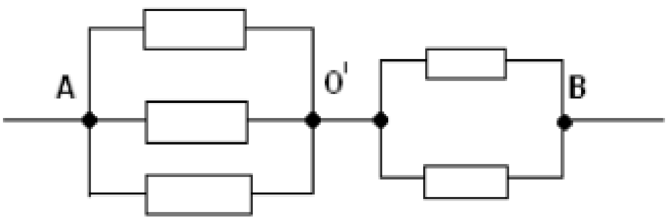
R_{AB}= (7/15)*r:

Խնդիր №10



Նկ. 26

COD կետերը հավասար պոտենցիալ ունեն՝ մենք դրանք միացնում ենք մեկ O^I հանգույցի: Գծապատկերում ներկայացված է համարժեք միացման սխեման՝



Նկ. 27

AO^I հատվածում դիմադրությունը հավասար է r/3: O^IB հատվածում դիմադրությունը հավասար է r/2: Ստանում ենք շատ պարզ համարժեք միացման սխեման՝

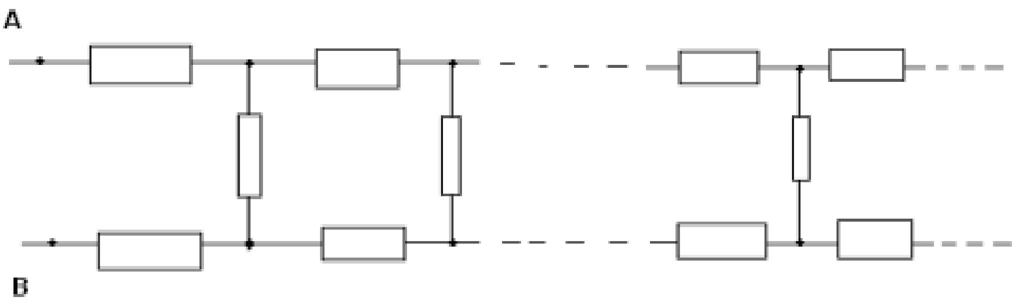
Նկ. 28

Սրա դիմադրությունը հավասար է փնտրվող ընդհանուր դիմադրությանը՝

$R_{AB}=(5/6)*r$:

Խնդիր №11

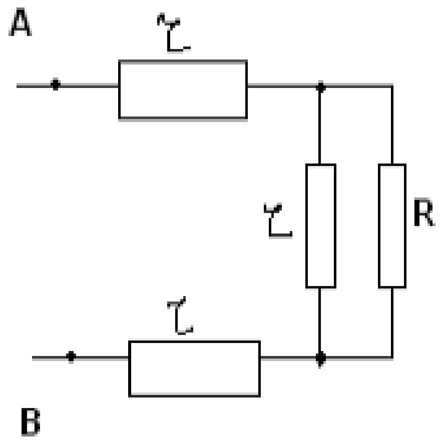
Այս խնդիրը լուծվում է մի փոքր այլ կերպ, քան նախորդները: Տվյալ խնդրի դեպքում այն լուծելու համար օգտագործվում է անսահման շղթաների հատուկ հատկությունը:



Նկ. 29

Լուծում

Առանձնացնում ենք տվյալ շղթայում անվերջ կրկնվող օղակը, որն իրենից ներկայացնում է սկզբնական երեք դիմադրության միացում: Եթե անտեսենք դրանք, ապա անվերջ կրկնվող շղթայի ընդհանուր R դիմադրությունը չի փոփոխվի, քանի որ կստանանք նմանատիպ անվերջ կրկնվող շղթա: Ինչպես նաև ոչինչ չի փոխվի, եթե այդ շղթան կրկին միացնենք անվերջ կրկնվող R դիմադրությանը, սակայն պետք է հաշվի առնել, որ օղակի տվյալ հատվածը և անվերջ շղթայի R դիմադրությունը միացված են զուգահեռ: Այսպիսով, ստանում ենք համարժեք միացման սխեման.



Նկ. 30

Արդյունքում ունենում ենք հետևյալը.

$$R_{AB}=2r+\frac{R*r}{R+r} \quad \text{և} \quad R_{AB}=R;$$

Հավասարեցնելով վերևում գրված արտահայտությունները և լուծելով ստացված քառակուսի հավասարումը կստանանք.

$$R=r(1+\sqrt{3}):$$

1.2. Համապոտենցիալ կետերի միավորման եղանակով էլեկտրական շղթաների հաշվարկման խնդիրների լուծման ուսուցում

Ֆիզիկական խնդիրի լուծման համար աշակերտից պահանջվում է տրամաբանություն և եզրակացություններ անելու կարողություն՝ հիմնված ֆիզիկայի օրենքների և մեթոդաբանության վրա: Այսպիսով, ֆիզիկական խնդիրների շնորհիվ, տեղի է ունենում աշակերտների տրամաբանության ակտիվացում:

Միննույն ժամանակ տեսական գիտելիքները կարելի է համարել ընկալված, երբ դրանք հաջողությամբ կիրառվում են գործնականում: Իսկ ինչպես հայտնի է ֆիզիկայի խնդիրները շատ են հանդիպում առօրյա կյանքում և արտադրական պայմաններում:

Դիտարկենք համապոտենցիալ կետերի միացման եղանակով հաստատուն էլեկտրական շղթաների հաշվարկման խնդիրների լուծման ուսուցում պլանը:

1. Խնդրի պայմանների ընթերցում:
2. Խնդիրների համառոտագրում:
3. Ֆիզիկական մեծությունների արժեքների վերածում ՄՀ միավորների:
4. Շղթայի անալիզ.
   - պարզել արդյոք սխեման հանդիսանում է սիմետրիկ,
   - գտնել հավասար պոտենցիալներով կետերը,
   - ընտրել, որն է ավելի նպատակահարմար, միացնել հավասարապոտենցիալ կետերը, թե ընդհակառակը տարանջատել մի կետը մի քանի այլ կետերի,
   - գծել համարժեք սխեման,
   - գտնել շղթայում հաջորդաբար կամ զուգահեռ միացված դիմադրությունների հատվածը և հաշվել ամեն հատվածի ընդհանուր դիմադրությունը, համապատասխան օրենքներով,
   - գծել համարժեք սխեման փոխարինելով այն հատվածները, որոնց համար արդեն իսկ գտել ենք ընդհանուր դիմադրությունը,
   - կրկնել նախորդ երկու կետերը, քանի դեռ չենք գտել վերջնական ընդհանուր դիմադրությունը:
5. Ստուգել ստացված արդյունքի իրականությունը:

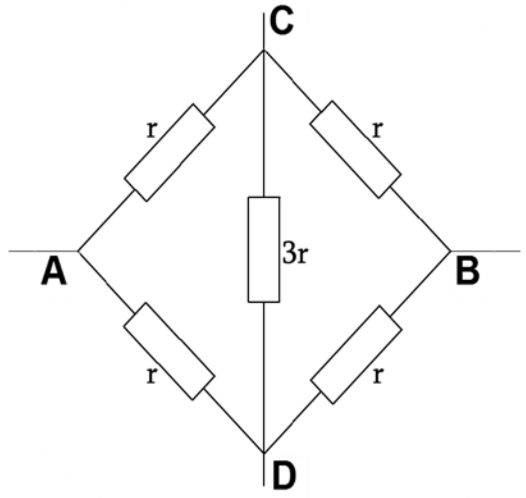
<u>Մանրամասներ շղթայի անալիզի մասին</u>

ա) պարզել հանդիսանում է արդյոք սխեման սիմետրիկ:

<u>Կանոն:</u> Շղթան հանդիսանում է սիմետրիկ, եթե դրա մի հատվածը հանդիսանում է մյուս հատվածի հայելապատկերը: Միևնույն ժամանակ, այն պետք է լինի ոչ միայն տեսքով նույնը, այլ նաև դիմադրությունների ընդհանուր գումարով:

<u>Օրինակներ:</u>

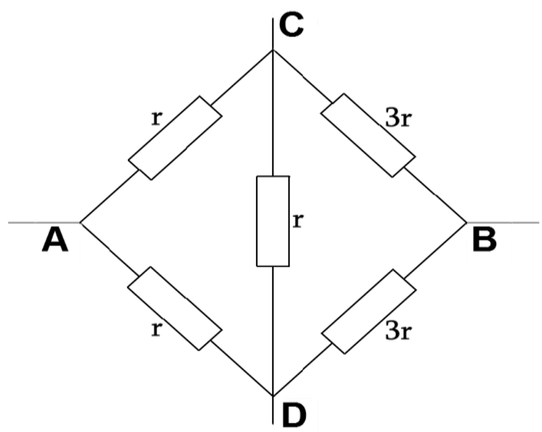
1)



Նկ. 31

Տվյալ շղթան սիմետրիկ է, քանի որ ACB և ADB ճյուղերը սիմետրիկ են, իսկ դիմադրությունը մեկ հատվածում AC:AD=1:1 նույն է, ինչ մյուսում CD:DB=1:1:

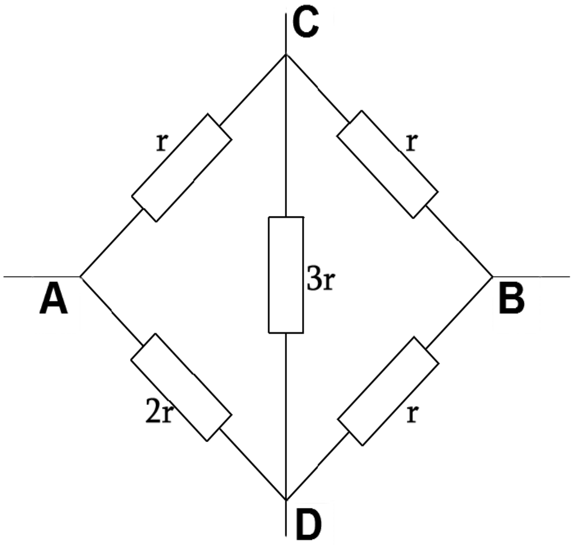
2)



Նկ. 32

Տվյալ շղթան սիմետրիկ է, քանի որ դիմադրությունը AC:AD=1:1 հատվածում նույն է, ինչ մյուսում CD:DB=3:3=1:1:

3)

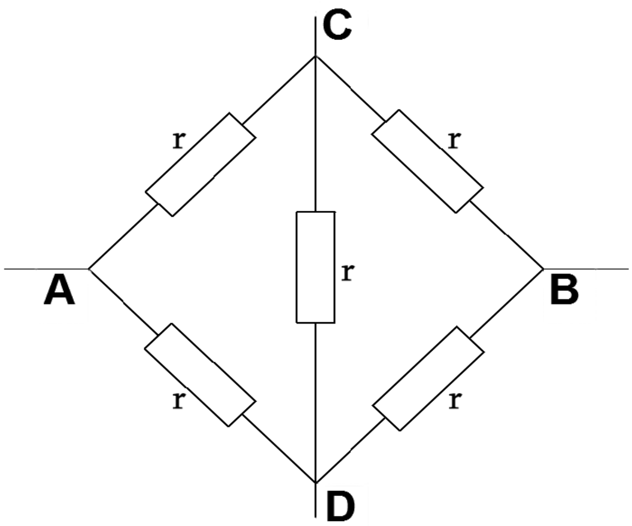


Նկ. 33

Տվյալ սխեման սիմետրիկ չէ, քանի որ գումարային դիմադրությունները նույնը չեն $1:2 \neq 1:1$:

բ) գտնել հավասար պոտենցիալներով կետերը:

<u>Օրինակ:</u>



Նկ. 34

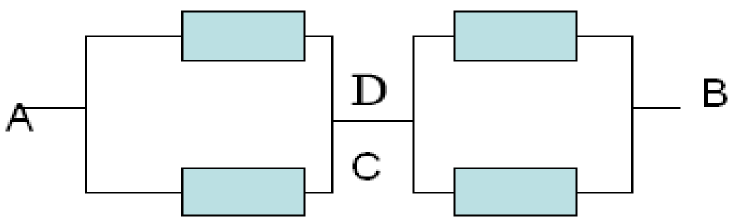
Սիմետրիկության դատողությունից ելնելով կատարում ենք եզրահանգում, որ սիմետրիկ կետերում պոտենցիալները հավասար են: Տվյալ դեպքում սիմետրիկ կետեր են C և D կետերը:

գ) ընտրել, որն է ավելի նպատակահարմար, միացնել հավասարապոտենցիալ կետերը, թե ընդհակառակը տարանջատել մի կետը մի քանի այլ կետերի:

Մենք տեսնում ենք, որ բերված օրինակում (նկ. 34) հավասարապոտենցիալ C և D կետերի միջև միացված է դիմադրություն, որով հոսանք չի անցնելու: Հետևաբար մենք կարող ենք այն անտեսել, իսկ C և D կետերը միացնենք իրար:

դ) գծել համարժեք սխեմա:

Գծում ենք համարժեք սխեման, որի դեպքում C և D կետերը միացնում ենք իրար.



Նկ. 35

ե) գտնել շղթայում հաջորդաբար կամ զուգահեռ միացված դիմադրությունների հատվածը և հաշվել ամեն հատվածի ընդհանուր դիմադրությունը, համապատասխան օրենքներով:

Ստացված համարժեք սխեմայից (նկ. 35) երևում է, որ AC հատվածում ունենք երկու զուգահեռ միացված դիմադրություններ: Սրանց ընդհանուր դիմադրությունը գտնում ենք հետևյալ օրենքով.

$$1/R_{ընդ}=1/R_1+1/R_2+1/R_3+\ldots;$$

այսպիսով.

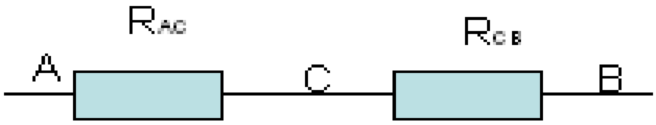
$$1/R_{AC}=1/r+1/r=2/r, \text{ որտեղից } R_{AC}=r/2:$$

CB հատվածում ունենք նմանատիպ պատկեր.

$$1/R_{CB}=1/r+1/r=2/r, \text{ որտեղից } R_{CB}=r/2:$$

զ) գծել համարժեք սխեման փոխարինելով այն հատվածները, որոնց համար արդեն իսկ գտել ենք ընդհանուր դիմադրությունը:

Գծում ենք համարժեք սխեման, տեղադրելով արդեն հաշվարկած R_{AC} և R_{CB} դիմադրությունները.



Նկ. 36

է) կրկնել ե) և զ) կետերը այնքան ժամանակ մինչև, որ մնա մեկ դիմադրություն, որն էլ պահանջվող դիմադրությունն է:

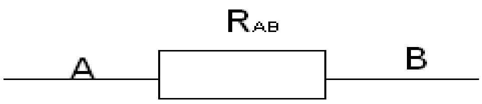
Կրկնում ենք ե) կետը AB հատվածի համար (նկ. 36), որտեղ ունենք հաջորդաբար միացված երկու դիմադրություններ: Ընդհանուր դիմադրությունը գտնում ենք հաջորդաբար միացման սխեմայի օրենքով.

$$R_{ընդ}=R_1+R_2+R_3+\ldots;$$

այսինքն արդյունքում ունենում ենք.

$$R_{AB}=R_{AC}+R_{CB}=r/2+r/2=2r/2=r:$$

Կրկնում ենք զ) կետը և գծում ենք համարժեք սխեմա.



Նկ. 37

Ստացանք մեկ դիմադրությամբ սխեմա, որի արժեքը հավասար է սկզբնական դիմադրության արժեքին: Այսպիսով, որպես պատասխան ստանում ենք.

$$R_{AB}=r:$$

ԳԼՈՒԽ Բ

Օհմի օրենքը հաստատուն հոսանքի շղթայի համար

2.1. Պոտենցիալների տարբերություն և լարում

Էլեկտրական շղթայի այն տեղամասերը, որտեղ էլեկտրական հոսանքը պայմանավորված է միայն էլեկտրաստատիկ դաշտով կոչվում է համասեռ: Օհմի օրենքը՝

$$I=\frac{\varphi_1-\varphi_2}{R},$$

տեսքով ճիշտ է շթայի համասեռ տեղամասի համար, այսինքն՝ այնպիսի տեղամասի, որում էլեկտրաշարժ ուժ չի գործում: Սակայն շղթայի տեղամասում, բացի էլեկտրաստատիկ ուժերից, կարող են լինել նաև ոչ էլեկտրաստատիկ, այսինքն կողմնակի ուժեր: Շղթայի տեղամասը կոչվում է անհամասեռ, եթե դրանում գործում են կողմնակի ուժեր:

Էլեկտրաստատիկ դաշտը բնութագրելու համար էլեկտրական դաշտի լարվածություն վեկտորական ֆիզիկական մեծության հետ միասին սահմանվում է նաև դաշտի պոտենցիալների տարբերություն սկալյար արտադրյալը: Տվյալ երկու կետի պոտենցիալների տարբերությունը հավասար է այդ երկու կետի միջև գ լիցքը տեղափոխելիս էլեկտրաստատիկ դաշտի կատարած աշխատանքի $A_է$ և այդ լիցքի հարաբերությանը՝

$$\varphi_1 - \varphi_2 = A_է/q:$$

Եթե շղթայի տեղամասում գործում են ոչ միայն էլեկտրաստատիկ, այլ նաև կողմնակի ուժեր, ապա լիցքի տեղափոխման A աշխատանքն այդ տեղամասում հավասար է $A_է$ էլեկտրաստատիկ և $A_կ$ կողմնակի ուժերի կատարած աշխատանքների գումարին՝

$$A = A_է + A_կ: \quad (1)$$

Շղթայի տեղամասի լարումը հավասար է այդ տեղամասում q լիցքի տեղափոխման A աշխատանքի և այդ լիցքի հարաբերությանը՝

$$U = \frac{A}{q} : (2)$$

Այսինքն A-ի տակ նկատի ունենք տվյալ տեղմասում գործող բոլոր ուժերի աշխատանքը՝ ինչպես էլեկտրաստատիկ, այնպես էլ կողմնակի: (1) –ից կստանանք՝

$$A/q = A_է/q + A_կ/q : (3)$$

Լիցքը տեղափոխելիս կողմնակի ուժերի կատարած աշխատանքի և այդ լիցքի հարաբերությունը կոչվում է էլեկտրաշարժ ուժ (ԷԼՇՈՒ).

$$\varepsilon = \frac{A_կ}{q} :$$

Նշենք, որ էլեկտրաշարժ ուժը, ինչպես նաև լարումը սկալյար մեծություն է : Այս սահմանումներից, շղթայի տվյալ տեղամասի լարման համար կարող ենք գրել

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon : (4)$$

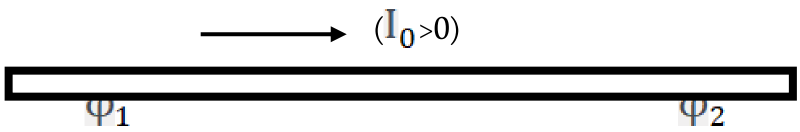
Այս բանաձևում $\varphi_1 - \varphi_2$-ը շղթայի տեղամասի սկզբնակետի և վերջնակետի պոտենցիալների տարբերությունն է, - ն տվյալ տեղամասում աղբյուրների ԷԼՇՈՒ-ների հանրահաշվական գումարը: Այս արտահայտությունից պարզ է <<պոտենցիալների տարբերություն>> և <<լարումը շղթայի տեղամասում>> հասկացությունների տարբերությունը: 2-ից հետևում է, որ ընդհանուր դեպքում շղթայի տեղամասի լարման անկումը հավասար է այդ տեղամասի պոտենցիալների տարբերության և ԷԼՇՈՒ-ների հանրահաշվական գումարին: Եթե շղթայի տվյալ տեղամասում գործում են միայն էլեկտրաստատիկ ուժեր, ապա՝

$$U = \varphi_1 + \varphi_2 :$$

Այսպիսով, միայն մասնավոր դեպքում ,երբ շղթան համասեռ է, <<լարում>> և <<պոտենցիալների տարբերություն>> հասկացությունները համընկնում են:

2.2. Օհմի օրենքը շղթայի անհամասեռ տեղամասի համար

Օհմի օրենքը շղթայի անհամասեռ տեղամասի համար կարող ենք ստանալ օգտվելով էներգիայի պահպանման օրենքից: Դիցուք շղթայի տվյալ տեղամասի ծայրերին պահպանվում է $\varphi_1 - \varphi_2$ պոտենցիալների տարբերությունը:



Նկ. 38

Տեղամասում էլեկտրաշարժ ուժը նշանակենք ε_{12} : Ընտրելով որոշակի ուղղություն, I հոսանքը և ε_{12} էլշու-ն պետք է դիտել որպես հանրահաշվական մեծություններ: Հոսանքը կհամարենք դրական, եթե այն անցնում է սլաքով ցույց տրված ուղղությամբ և բացասական՝ հակառակ ուղղության դեպքում: Նույն ձևով ԷԼՇՈՒ-ն կհամարենք դրական, եթե այն ազդում է սլաքի ուղղությամբ (դա նշանակում է, որ այդ ուղղությամբ տեղաշարժվող դրական լիցքի վրա կողմնակի ուժերը դրական աշխատանք են կատարում) և բացասական, եթե այն ազդում է հակառակ ուղղությամբ:

Եթե շղթայի տեղամասը կազմող հաղորդիչներն անշարժ են , ապա հոսանքի անցման միակ արդյունքը կլինի հաղորդիչների տաքացումը: Այդ պատճառով բոլոր ուժերի (էլեկտրաստատիկ և կողմնակի) կատարած աշխատանքը լիցքակիրների վրա պետք է հավասար լինի անջատվող ջերմությանը: Δt ժամանակում հաղորդչով տեղափոխվում է Δq=IΔt լիցքը: (2)–ից հետևում է, որ շղթայի տվյալ հատվածում լարումը հավասար է էլեկտրաստատիկ և կողմնակի ուժերով միավոր դրական լիցքի տեղափոխելու վրա կատարած աշխատանքին: Ուստի լարման անկումը շղթայի տեղամասում չափվում է այն էներգիայով, որը միավոր լիցքը տալիս է շղթայի տղամասին: Էներգիայի պահպանման օրենքի համաձայն, լարման անկումը հավասար է նույն տեղամասի լարմանը: (3)-ի համաձայն ընտրված տեղամսում այդ լիցքի վրա կատարած աշխատանքը հավասար է՝

$$\Delta A = (\varphi_1 - \varphi_2)\Delta q + \varepsilon_{12}\Delta q:$$

Δt ժամանակում անջատվում է

$$\Delta Q = I^2 R\Delta t = IR\Delta q$$

Ջերմության քանակ: Այստեղ R-ը շղթայի տեղամասի լրիվ դիմադրությունն է: Հավասարեցնելով այս երկու արտահայտությունը, կստանանք՝

$$IR = (\varphi_1 - \varphi_2) + \varepsilon_{12}\ , \quad (1)$$

որտեղից՝

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_{12}}{R}: \quad (2)$$

Այս երկու բանաձևերն արտահայտում են Օհմի օրենքը շղթայի անհամսեռ տեղամասի համար: Եթե նկատի ունենանք (4) –ը ապա Օհմի օրենքն անահամսեռ տեղամասի համար նորից կարող ենք գրել

$$I = \frac{U}{R} \quad (3)$$

տեսքով, բայց պետք է հիշել, որ ընդհանուր դեպքում U և $\varphi_1 - \varphi_2$ մեծությունները իրարից տարբերվում են: Մասնավոր դեպքում, երբ $\varepsilon_{12} = 0$, (2) բանաձևը վերածվում է շղթայի համասեռ համար Օհմի օրենքի արտահայտությանը: Իսկ եթե ընդունենք $\varphi_1 = \varphi_2$, կստանանք Օհմի օրենքը փակ շղթայի համար՝

$$I = \frac{\varepsilon}{R}\ , \quad (4)$$

որտեղ ε-ն փակ շղթայում գոծող էլեկտրաշարժ ուժն է, R-ն փակ շղթայի գումարային դիմադրությունը (ներառյալ հոսանքի աղբյուրների ներքին դիմադրությունը):

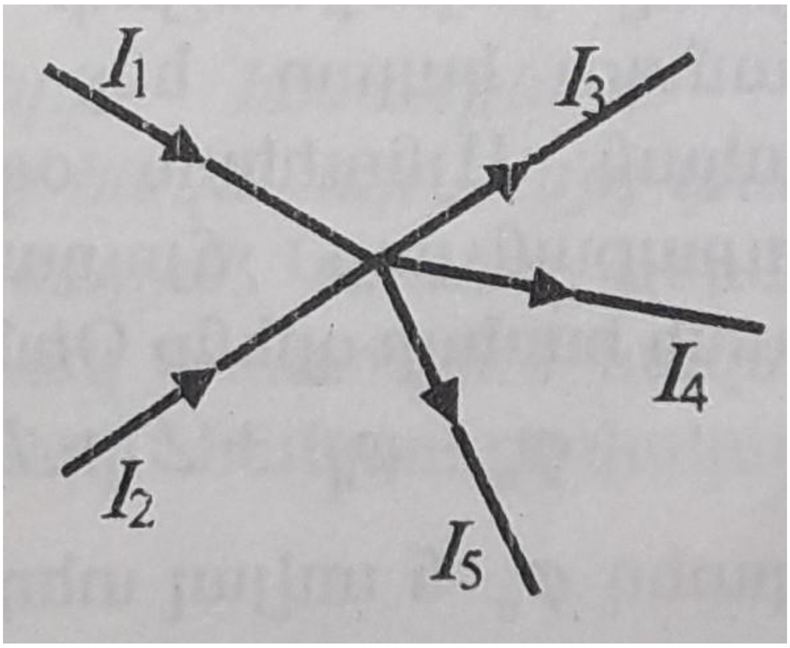
Եթե շղթան բաց է, լարումը R դիմադրության վրա հավասար է զրոյի, ապա `

$$\varepsilon = \varphi_2 - \varphi_1 : (5)$$

Այսպիսով ԷԼՇՈՒ-ն հավասար է հոսանքի աղբյուրի բաց ծայրերում պոտենցիալների տարբերությանը: Այն մեծ է արտաքին լարման անկումից (որը հավասար է փակ աղբյուրի բևեռների պոտենցիալների տարբերությանը) ներքին Ir լարման անկման չափով (r-ը աղբյուրի ներքին դիմադրությունն է):

2.3. Ճյուղավորված շղթաներ: Կիրխոֆի օրենքներ

Ճյուղավորված շղթաների հաշվարկը զգալիորեն պարզեցվում է, եթե օգտվում ենք Կիրխոֆի ձևակերպած օրենքներից: Դրանցից առա-ջինը վերաբերվում է շղթայի հանգույցներին: Հանգույց է կոչվում այն կետը, որտեղ հանդիպում են ավելի քան երկու հաղորդիչ (նկ. 39):



Նկ. 39

Հանգույցի հոսող հոսանքը համարվում է մեկ նշանի (+ կամ -), հանգույցից հոսողը ` մյուս նշանի (- կամ +): Կիրխոֆի առաջին օրենքն ասում է, որ հանգույցում զուգամիտող հոսանքների հանրահաշվական գումարը զրո է `

$$\sum_{k=1}^{n} I_k = 0 \text{:} \ (6)$$

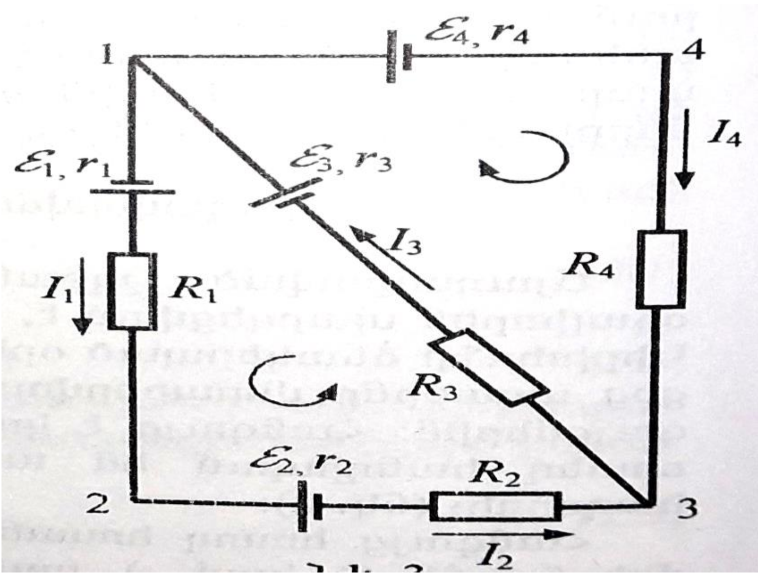
Այստեղ n-ը հանգույցում հանդիպող հաղորդիչների թիվն է: Սովորաբար հանգույցներ մտնող հոսանքները ընդունում են դրական, իսկ դուրս եկողները՝ բացասական: Նկ. 39-ում I_1 և I_2 – ը դրական են, իսկ I_3, I_4, I_5 – ը բացասական:

(6) հավասարումը կարելի է գրել շղթայի N հանգույցների համար, սակայն անկախ են միայն N-1 հավասարումները, իսկ N-րդը կլինի դրանց հետևանքը :

(6) –ը հետևում է լիցքի պահպանման օրենքից: Եթե հոսանքների հանրահաշվական գումարը հանգույցում տարբեր լիներ զրոից, հանգույցում տեղի կունենար լիցքերի կուտակում կամ նվազում, որն իր հերթին կառաջացներ հանգույցի պոտենցիալի և շղթայով անցնող հոսանքների փոփոխում: Որպեսզի շղթայում հոսանքները հաստատուն լինեն պետք է տեղի ունենա (6) պայմանը:

Կիրխոֆի երկրորդ օրենքը վերաբերվում է ճյուղավորված շղթայի առանձին վերցրած փակ կոնտուրներին:

Նկ.40



Նկ.40-ում ցուցադրված են էլեկտրական շղթայի երկու փակ կոնտուր՝ 1, 2, 3, 1 և 1, 4, 3, 1: Յուրաքանչյուր կոնտուրում ընտրենք շրջանցման ուղղություն (օրինակ, ժամացույցի սլաքի ուղղությամբ կամ հակառակը): Շրջանցման ուղղությունը յուրաքանչյուր փակ կոնտուրի համար կարող ենք ընտրել կամայական: Այնուհետև օգտվելով (1) -ից յուրաքանչյուր չճյուղավորված տեղամասի համար գրենք Օհմի օրենքը ՝

$$\varphi_{\text{ա}} - \varphi_{\text{վ}} + \varepsilon = IR, \ (7)$$

Որտեղ $\varphi_{ս}$ – ն տվյալ տեղամասի սկզբնական պոտենցիան է, իսկ $\varphi_{վ}$ –ն՝ վերջնակետի պոտենցիալը, ε – ն ԷԼՇՈՒ-ների գումարը, իսկ R-ը տվյալ տեղամասի դիմադրությունների գումարն է (ներառյալ հոսանքի աղբյուրների ներքին դիմադրությունը): (7) -ից օգտվելով, հավասարումները կազմելիս պետք է հոսանքներին և ԷԼՇՈՒ-ներին վերագրել շրջանցման ընտրված ուղղությանը համապատասխան նշանները: Հոսանքը կհամարենք դրական, եթե այն անցնում է շրջանցման ընտրված ուղղությամբ և բացասական, եթե այն անցնում է շրջանցման հանդիպակաց ուղղությամբ: Նմանապես ԷԼՇՈՒ-ին պետք է վերագրել դրական նշան, եթե այն ստեղծում է շրջանցման ուղղությամբ հոսանք, հակառակ դեպքում ԷԼՇՈՒ-ին պետք է վերագրել բացասական նշան: Հոսանքների ուղղությունները նախորոք ընտրում ենք կամայական: Հոսանքի ուղղությունը ճիշտ է ընտրված թե չէ, կպարզվի հաշվումներից հետո ստացած հոսանքի նշանից:

Այժմ գրենք (7) հավասարումը 1, 2, 3, 1 փակ կոնտուրի երեք տեղամասից յուրաքանչյուրի համար.

1 → 2 տեղամասի համար՝ $\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_1 = I_1 R_1 + I_1 r_1$,

2 → 3 տեղամասի համար՝ $\varphi_2 - \varphi_3 - \varepsilon_2 = I_2 R_2 + I_2 r_2$,

3 → 1 տեղամասի համար՝ $\varphi_3 - \varphi_1 + \varepsilon_3 = I_3 R_3 + I_3 r_3$:

Գումարելով այս հավասարումները, կստանանք

՝ $I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_1 r_1 + I_2 r_2 + I_3 r_3 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3$: (8)

Նմանապես, 1, 4, 3, 1 փակ կոնտուրի համար կունենանք՝

$$I_4 R_4 + I_4 r_4 + I_3 R_3 + I_3 r_3 = \varepsilon_3 - \varepsilon_4 \text{:} \quad (9)$$

(8) և (9) հավասարումներով կապ է ստեղծվում փակ կոնտուրներում առկա հոսանքների, դիմադրությունների և ԷԼՇՈՒ-ների միջև: Օգտվելով այս հավասարումներից դժվար չէ ձևակերպել Կիրխոֆի օրենքը՝

Փակ կոնտուրի բոլոր տեղամասերի հոսանքների և դիմադրությունների արտադրյալների գումարը հավասար է այդ փակ կոնտուրի ԷԼՇՈՒ-ների հանրահաշվական գումարին: Կամ այլ կերպ՝ լարման անկումների գումարը ցանկացած փակ կոնտուրում հավասար է այդ կոնտուրի մեջ մտնող ԷԼՇՈՒ-ների հանրահաշվական գումարին՝

$$\sum_{i=1}^{n} I_i R_i = \sum_{i=1}^{k} \varepsilon_i$$

Այստեղ n-ը փակ կոնտուրի տեղամասերի թիվն է, իսկ k – ն հոսանքի աղբյուրների թիվը: Մենք կարող էինք Կիրխոֆի երկրորդ օրենքը գրել նաև 1, 3, 2, 1 փակ կոնտուրի համար: Սակայն դա անիմաստ է: Առաջարկում ենք 1, 4, 3, 2, կոնտուրի համար կազմել հավասարում և համոզվել, որ այն (8) և (9) հավասարումների հետևանքն է:

(8) և (9) հավասարումներին ավելացնելով որևէ հանգույցի համար գրած հոսանքների հավասարումը (Կիրխոֆի առաջին օրենք) և նկատի ունենալով, որ $I_2 = I_1$, կստանանք I_1, I_3 և I_4 անհայտ հոսանքների համար երեք անհայտով գծային հավասարումների համակարգ՝

$$\begin{cases} I_1(R_1 + R_2 + r_1 + r_2) + I_3(R_3 + r_3) = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 \\ I_4(R_4 + r_4) + I_3(R_{3+}r_3) = \varepsilon_3 - \varepsilon_4 \\ I_3 - I_1 - I_4 = 0 \end{cases}$$

Տված ԷԼՇՈՒ-ների և դիմադրությունների թվային արժեքների համար այս համակարգի լուծումը դժվարություն չի ներկայացնում: Կախված նշված թվային արժեքներից I_1, I_3 և I_4 -ի համար կարող ենք ստանալ ինչպես դրական, այնպես էլ բացասական արժեքներ: Դրական արժեքների դեպքում նկ.40-ում ընտրված հոսանքների ուղղությունները կհամընկնեն փորձի հետ, հակառակ նշանի դեպքում՝ փորձում կունենանք նկարում նշված ուղղությանը հակառակ հոսանք:

Կիրխոֆի առաջին և երկրորդ օրենքների համաձայն կազմած անկախ հավասարումների թիվը հավասարվում է ճյուղավորված շղթայով հոսող տարբեր հոսանքների թվին: Այդ պատճառով, եթե բոլոր ճյուղավորված տեղամասերի համար տրված են ԷԼՇՈՒ-ները և դիմադրությունները (ներառյալ հոսանքի աղբյուրների ներքին դիմադրությունները), ապա բոլոր հոսանքները կարելի է հաշվել: Հնարավոր է լուծել նաև այլ կարգի խնդիրներ. օրինակ, գտնել այն հնարավոր ԷԼՇՈՒ-ները, որոնք պետք է միացնել շղթայի տեղամասերից յուրաքանչյուրում անհրաժեշտ հոսանքներ ստանալու համար՝ տրված դիմադրությունների դեպքում:

Եզրակացություն

Հետազոտական աշխատանքում քննարկված մեթոդներն ու խնդիրների վերլուծությունները թույլ է տալիս գալ հետևյալ հիմնական եզրահանգումներին

- Ինչպես ստանդարտ, այնպես էլ ոչ ստանդարտ խնդիրների և դրանց լուծման եղանակների համակողմանի ներկայացումն ու մշակումը կարևոր նշանակություն ունեն ֆիզիկայի ուսուցման գործընթացում, քանի որ նման մոտեցումը աշակերտների մոտ ձևավորվում է կայուն առարկայական գիտելիքներ և դրանք գործնականում կիրառելու հմտություններ:
- Էլեկտրական շղթաների պարզեցումների և հաշվումների տարբեր մեթոդների ծանոթացումը կարող է նպաստել աշակերտների կողմից ինչպես դասագրքային, այնպես էլ օլիմպիական խնդիրների լուծման համար:
- Լարման, պոտենցիալների տարբերության, Օհմի և Կիրխհոֆի օրենքների հստակ և խորը իմացությունը նպաստում է դպրոցում քննարկվող շղթաներում ընթացող ֆիզիկական երևույթների և պրոցեսների լիարժեք պատկերացմանը:

Գրականություն

1. Կ.Ի. Աթայան, Ս.Ս. Մայիլյան, Հ.Ա. Սարգսյան, Լ.Ս. Պետրոսյան, Ֆիզիկայի խնդիրներ, տեսակները և լուծման մեթոդները, Եր.: «Անտարես»: 2004.-29ւ էջ:
2. Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մամյան Ա., Մելիքյան Գ., Մայիլյան Ս. «Ֆիզիկա-11»: Եր.: «Էդիթ Պրինտ»: 2011.-298 էջ:
3. Է.Մ. Ղազարյան, Դպրոցական ֆիզիկայի դասավանդման մեթոդիկայի ընտրովի հարցեր: Եր.: «Էդիթ Պրինտ», 2009. – 308 էջ:
4. Գ.Վ. Գրիգորյան, Բ.Ա. Փախչանյան, Ֆիզիկայի հանրապետական օլիմպիադաներ, 1983-2003, Երևան, <<Էդիթ Պրինտ>>, 2003:
5. Երիցյան Հ.Ս., Յուզբաշյան Է.Ս., Ֆիզիկայի խնդիրների լուծման ձեռնարկ: Եր.: «Շաղիկ», 1995. – 191 էջ:
6. Ե. Սերոբյան, Ֆիզիկայի շտեմարան 3-ի խնդիրների լուծումներ, Եր.: - Հեղ. Հրատ., 2015.- 258 էջ:
7. Бутиков Е.И., Быков А.А., Кондратьев А.С., Физика в примерах и задачах, М.: «Наука», 1979.-464 с.
8. С.В. Бубликов, А.С. Кондратьев. Методика обучения решению олимпиадных физических задач: Пособие для учителей. – СПб.: Издательство Санкт-Петербургского городского дворца творчества юных, 2001. – 115 с.
9. А.А. Данилова. Стандартный подход к решению нестандартных задач по физике Чувашский республиканский институт образования, МОУ «СОШ №1» г. Шумерля, 2008, – 29 с.
10. Гольдфарб Н.И., Сборник вопросов и задач по физике, М.: Высшая школа,1969. - 288 с.
11. С.М. Козел, В.П. Слободянин, Всероссийские олимпиады школьников по физике. 1992-2001,М.Вербум-М, 2003, 264 с.