

Prof. Dr. Mimoza Hafizi Dr. Maksim Shimani Dolores Cipo

FIZIKA 11

Për vitin e dytë gjimnaz

Kurrikula bërthamë



SHBLSH e RE

PËRMBAJTJA

LËVIZJA DHE BASHKËVEPRIMI

LINJA 1

1 FUSHA ELEKTRIKE KONSTANTE

1.1. BASHKËVEPRIMI ELEKTRIK. NGARKESA ELEKTRIKE. LIGJI I RUAJTJES SË NGARKESËS ELEKTRIKE	6
1.2. LIGJI I KULONIT. PARIMI I PAVARËSISË SË VEPRIMIT TË FORCAVE	9
1.3. ZGJIDHJE DETYRASH	12
1.4. FUSHA ELEKTRIKE. FUSHA E KRIJUAR NGA NJË OSE DISA NGARKESA	15
1.5. PARAQITJA GRAFIKE E FUSHËS ELEKTRIKE. FUSHA ELEKTRIKE E PËRÇUESVE TË NGARKUAR	18
1.6. ZGJIDHJE DETYRASH	21
1.7. PUNA E FORCËS SË FUSHËS ELEKTRIKE. ENERGJIA POTENCIALE ELEKTRIKE	24
1.8. POTENCIALI I FUSHËS ELEKTRIKE. POTENCIALI I NJË DHE DISA NGARKESAVE	27
1.9. DIFERENCA POTENCIALE E FUSHËS ELEKTRIKE. SIPËRFAQET EKUIPOTENCIALE	30
1.10. ZGJIDHJE DETYRASH	33
1.11. KAPACITETI ELEKTRIK. KONDENSATORI	36
1.12. ENERGJIA E NJË KONDENSATORI TË NGARKUAR. ENERGJIA E FUSHËS ELEKTRIKE	39
1.13. ZGJIDHJE DETYRASH	42
1.14. PROJEKT: ZBATIME TË ELEKTRICITETIT STATIK NË TEKNIKË DHE TEKNOLOGJI (4ORË TË SHTRIRA GJATË VITIT)	45
1.15. PËRSËRITJE	47
1.16. DETYRË KONTROLI	52

2 RRYMA ELEKTRIKE

2.1. RRYMA ELEKTRIKE. INTENSITETI I RRYMËS ELEKTRIKE	54
2.2. LIGJI I OMIT PËR NJË PJESË TË QARKUT. REZISTENCA ELEKTRIKE	57
2.3. VARËSIA E REZISTENCËS ELEKTRIKE NGA TEMPERATURA. SUPERPËRÇUESHMËRIA	60
2.4. ZGJIDHJE DETYRASH	63
2.5. PUNA DHE FUQIA E RRYMËS ELEKTRIKE. LIGJI I XHAUL - LENCIT.	66
2.6. RRYMA ELEKTRIKE ALTERNATIVE. FUQIA E RRYMËS ALTERNATIVE	69
2.7. ZGJIDHJE DETYRASH	72
2.8. LIDHJA NË SERI E REZISTENCAVE. FUQIA E QARKUT ME LIDHJE NË SERI	75
2.9. LIDHJA NË PARALEL E REZISTENCAVE. FUQIA NË QARKUN ME LIDHJE NË PARALEL	78
2.10. FORCA ELEKTROMOTORE E NJË BURIMI. LIGJI I OMIT PËR NJË QARK TË PLOTË	81
2.11. ZGJIDHJE DETYRASH	84
2.12. PUNË LABORATORI: STUDIMI I VARËSISË SË RRYMËS NGA TENSIONI NË NJË PËRÇUES OMIK ME REZISTENCË R.	87
2.13. PUNË LABORATORI: MATJA E REZISTENCËS SPECIFIKE	88
2.14. PUNË LABORATORI: STUDIMI I LIGJIT TË XHAUL - LENCIT	90
2.15. PËRSËRITJE	92
2.16. DETYRË KONTROLI	96



ENERGJIA DHE TRANSFORMIMET E SAJ

LINJA 2

3 LËKUNDJET DHE VALËT

3.1. LËVIZJET LËKUNDËSE. LËKUNDJET HARMONIKE. KARAKTERISTIKAT DHE ENERGJIA E TYRE	98
3.2. PERIODA DHE EKUACIONI I LËKUNDJEVE HARMONIKE	101
3.3. LAVJERRËSI MATEMATIK. LËKUNDJET E DETYRUARA. REZONANCA	104
3.4. ZGJIDHJE DETYRASH	107
3.5. VALA. LLOJET E VALËVE. KARAKTERISTIKAT E VALËS	110
3.6. ENERGJIA E VALËS. INTENSITETI I VALËS	113
3.7. VALA ZANORE DHE KARAKTERISTIKAT E SAJ. EFEKTI DOPLER	115
3.8. ZGJIDHJE DETYRASH	118
3.9. PUNË LABORATORI: STUDIMI I LAVJERRËSIT MATEMATIK	121
3.10. PËRSËRITJE	123

4 MAGNETIZMI

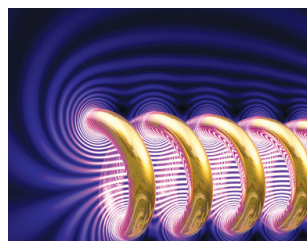
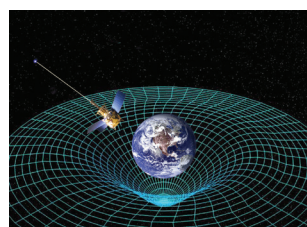
4.1. MAGNETET. BASHKËVEPRIMI MAGNETIK. VIJAT E FORCËS TË FUSHËS MAGNETIKE	128
4.2. INDUKSIONI I FUSHËS MAGNETIKE. RASTE TË VEÇANTA	131
4.3. VEPRIMI I FUSHËS MAGNETIKE MBI PËRÇUESIN ME RRYMË	134
4.4. ZGJIDHJE DETYRASH	137
4.5. FLUKSI I INDUKSIONIT ELEKTROMAGNETIK. INDUKSIONI ELEKTROMAGNETIK. RREGULLA E LENCIT	140
4.6. INDUKTIVITETI. AUTOINDUKSIONI. ENERGJIA E FUSHËS MAGNETIKE	143
4.7. ZGJIDHJE DETYRASH	146
4.8. PËRSËRITJE	149
4.9. DETYRË KONTROLI	152

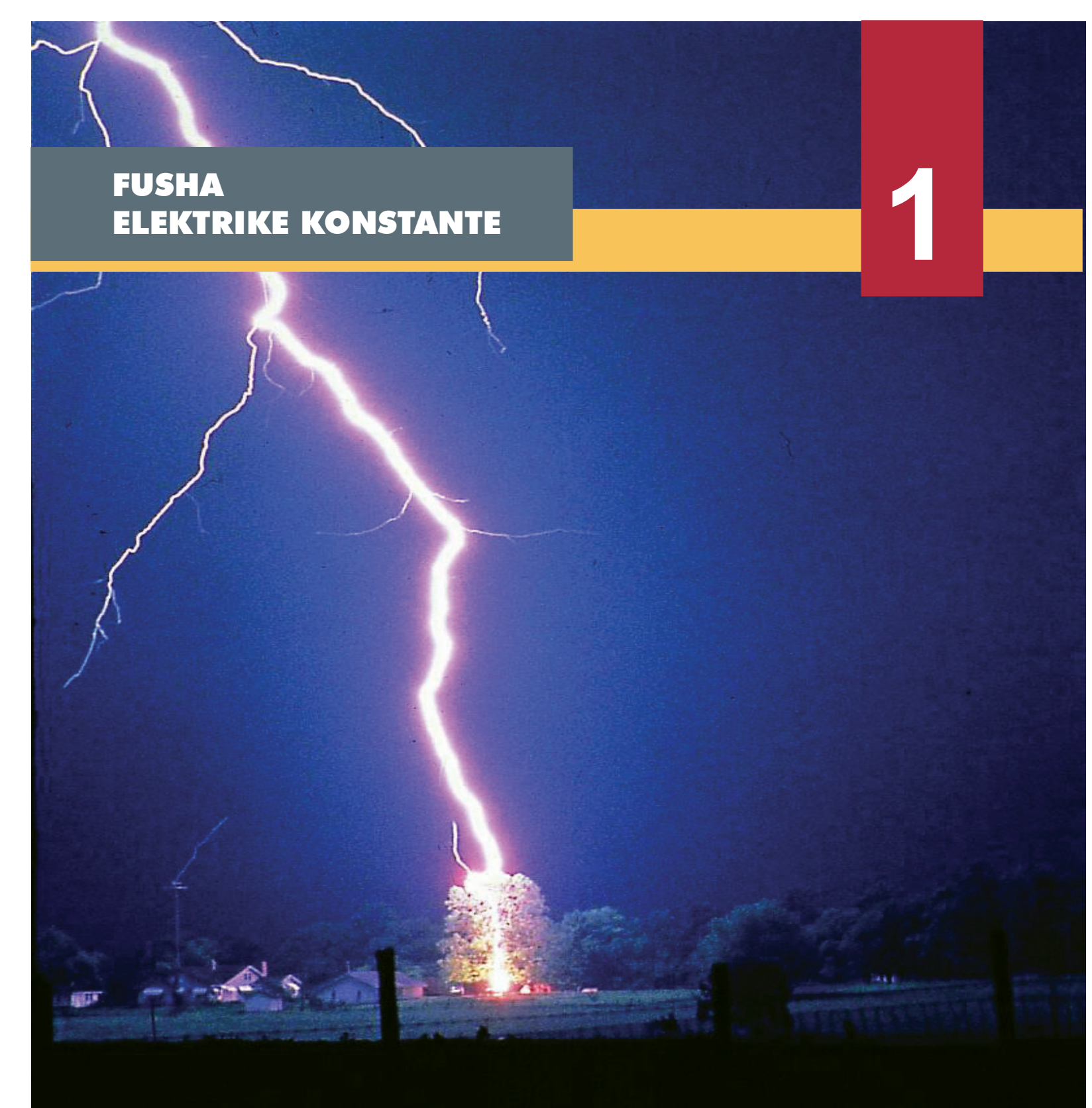
5 OPTIKA VALORE

5.1. FUSHA DHE VALËT ELEKTROMAGNETIKE	154
5.2. SPEKTRI I VALËVE ELEKTROMAGNETIKE. PARIMI I HYGENSIT	157
5.3. PASQYRIMI DHE PËRTHYERJA E DRITËS. SPEKTRI I DRITËS	160
5.4. INTERFERENCA E DRITËS	163
5.5. DIFRAKSIONI I DRITËS	166
5.6. ZGJIDHJE DETYRASH	169
5.7. POLARIZIMI I DRITËS	172
5.8. PUNË LABORATORI: VROJTIMI I DIFRAKSIONIT DHE POLARIZIMIT TË DRITËS	175
5.9. PËRSËRITJE	177

6 FIZIKA MODERNE

6.1. RREZATIMI TERMIK. TRUPI I ZI. LIGJI I VINIT	180
6.2. HIPOTEZA E PLANKUT. KUANTI I RREZATIMIT	183
6.3. FOTOEFEKTI DHE FOTONI	186
6.4. DUALIZMI VALË- GRIMCË. HIPOTEZA E DE BROJIT	189
6.5. BËRTHAMA E ATOMIT. FORCAT BËRTHAMORE	192
6.6. RADIOAKTIVITETI NATYROR DHE ARTIFICIAL. LIGJI I ZBËRTHIMIT RADIOAKTIV	195
6.7. DEFEKTI I MASËS DHE ENERGJIA E LIDHJES. ENERGJIA E REAKSIONEVE BËRTHAMORE	198
6.8. ZGJIDHJE DETYRASH	201
6.9. PËRSËRITJE	204
DETYRË KONTROLI	207





FUSHA ELEKTRIKE KONSTANTE

1

OBJEKTIVAT

PAS STUDIMIT TË KËTIJ KREU JU DO TË JENI TË AFTË TË:

- formuloni kuptimin fizik të ngarkesave elektrike dhe ngarkesës elementare.
- demonstroi eksperimentalisht bashkëveprimin e trupave të ngarkuar.
- përshkruani eksperimentin e Kulonit për përcaktimin e forcave të bashkëveprimit të ngarkesave elektrike pikësore.
- formuloni kuptimin fizik të fushës elektrike, vijave të forcës së fushës elektrike.
- formuloni kuptimin fizik të energjisë portenciale, potencialit, diferencës potenciale.
- përcaktoni lidhjen ndërmjet fushës elektrike dhe diferencës potenciale.
- formuloni kuptimin fizik të kapacitetit elektrik, kondensatorit dhe energjisë elektrike të kondensatorit.
- përdorni saktë njësitë matëse të fushës elektrike, potencialit dhe kapacitetit elektrik.

OBJEKTIVA

- Të tregojë që ngarkesat elektrike negative dhe pozitive janë të lidhura me strukturën e atomit.
- Të shpjegojë si bëhet i mundur elektrizimi i trupave.
- Të shpjegojë ndërtimin dhe parimin e punës së elektroskopit.

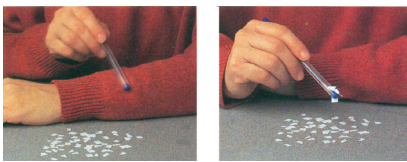


Fig. 1.1

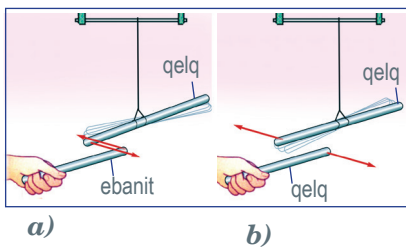


Fig. 1.2

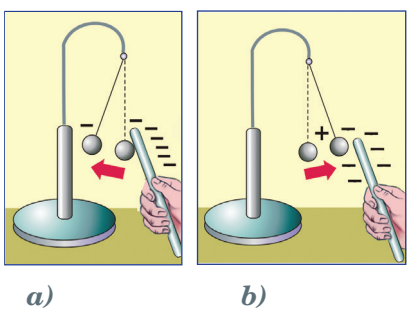


Fig. 1.3

1.1 BASHKËVEPRIMI ELEKTRIK. NGARKESA ELEKTRIKE. LIGJI I RUAJTJES SË NGARKESËS ELEKTRIKE

Zbulimi dhe përdorimi i elektricitetit ka pasur dhe ka ndikim shumë të madh në jetën e njeriut. Nëpërmjet tij është bërë e mundur përdorimi i llambave elektrike për ndriçim, i pajisjeve të tilla, si: televizori, soba elektrike, frigoriferi, kondicioneri, kompjuteri etj. Po kështu ka bërë të mundur punën e mjaft makinave dhe pajisjeve, si: elektromotori, gjeneratori, transformatori etj., që përdoren në shkencë dhe teknikë. Studimin e elektricitetit do ta fillojmë me elektrostatiqën, e cila studion bashkëveprimin e grimcave dhe trupave të elektrizuar në prehje si dhe vetitë fizike të fushës elektrostatiqe, nëpërmjet së cilës realizohet ky bashkëveprim.

Bashkëveprimi elektrik

Në shkollën nëntëvjeçare kemi mësuar se ashtu si qelibari, mjaft trupa, kur fërkohen fitojnë vetinë e tërheqjes së trupave të lehtë (p.sh. copave të letrës), fig.1.1. Kjo dukuri fizike quhet elektrizim me fërkim, kurse trupat që fitojnë këtë veti, quhen trupa të elektrizuar ose të ngarkuar me ngarkesë elektrike.

Një shufër ebaniti e elektrizuar nga fërkimi me një copë të leshtë dhe një shufër qelqi e elektrizuar nga fërkimi me një copë të mëndafshtë (të varura në fije peri) tërhiqen, pra bashkëveprojnë me forca tërheqëse, fig. 1.2a. Kurse dy shufra qelqi të elektrizuara ose dy shufra ebaniti, të elektrizuara shtyhen, pra bashkëveprojnë me forca shtytëse, fig.1.2b. Dukuria e tërheqjes dhe shtytjes të trupave prej ebaniti dhe qelqi të ngarkuar elektrikut vihet re edhe tek trupa që përbëhen nga lëndë të tjera. Eksperimentet tregojnë që trupat e ngarkuar elektrikut grupohen në dy kategori: Në trupa që ngarkohen si shufra plastike e fërkuar me një copë të leshtë dhe në trupa që ngarkohen si shufra e qelqit e fërkuar me një copë të mëndafshtë. Kjo tregon se ekzistojnë dy lloje ngarkesash elektrike.

Shkencëtari amerikan B.Franklin (1706-1790) propozoi i pari një model për shpjegimin e kësaj dukurie. Llojin e ngarkesës elektrike që ka shufra e qelqit, e fërkuar me copë të mëndafshtë, e quajti **ngarkesë pozitive**, kurse atë që ka shufra e ebanitit e fërkuar me copë të leshtë, **ngarkesë negative**. Sipas modelit të tij, trupat e ngarkuar me ngarkesë me të njëjtën shenjë (pozitive ose negative) shtyhen, kurse ata të ngarkuar me ngarkesë me shenja të kundërta tërhiqen.

Një trup mund të elektrizohet edhe kur takon një trup tjetër të elektrizuar si dhe kur ai ndodhet pranë një trupi të elektrizuar. P.sh., kur takojmë me një shufër ebaniti të elektrizuar një sferë të vogël prej palce shtogu, të varur në fije peri, ajo elektrizohet me të njëjtën shenjë me ngarkesën e shufrës dhe për pasojë shtyhet nga shufra e ebanitit, fig.1.3a. Kurse kur shufrën e ebanitit të ngarkuar e afrojmë pranë palcës së shtogut (pa e takuar) vëmë re që ajo tërhiqet drejt shufrës, fig.1.3b.

Në këtë rast palca e shtogut është elektrizuar në distancë, me ndikim, me ngarkesë me shenjë të kundërt me atë të ngarkesës së shufrës.

Ngarkesa elektrike. Ligji i ruajtjes së ngarkesës elektrike

Se ç'është ngarkesa elektrike u bë e qartë pasi u zbulua ndërtimi i atomit. Sot dihet se lënda përbëhet nga atomet. Çdo atom ka bërthamën që përbëhet nga grimca elementare, protonet dhe neutronet si dhe elektronet që vërtiten rreth bërthamës në orbita të caktuara, fig.1.4. Një pjesë e

grimcave elementare, krahas vetisë së tërheqjes gravitacionale (veti e të gjitha grimcave elementare për shkak të masës së tyre), kanë edhe një veti tjetër, atë të tërheqjes dhe shtytjes me njëra - tjetrën, për shkak të ngarkesës elektrike të tyre. Pra, ato zotërojnë vetinë e një lloji tjetër bashkëveprimi, që quhet bashkëveprim elektromagnetik.

Vetinë e bashkëveprimit elektromagnetik nuk e kanë të gjitha grimcat elementare, sepse jo të gjitha kanë ngarkesë elektrike.

Kështu, elektroni ka ngarkesë elementare negative (më e vogla në natyrë), protoni ka ngarkesë pozitive, që është saktësisht e barabartë në vlerë numerike me atë të elektronit, kurse neutroni nuk ka ngarkesë elektrike. Çdo trup i ngarkuar ka një ngarkesë, që është shumëfish i plotë i ngarkesës elementare të elektronit dhe protonit. Duke shënuar me $\pm e$ ngarkesën e protonit dhe elektronit, ngarkesa q , e një trupi çfarëdo është: $q = \pm Ne$, ku N është një numër i plotë.

Eksperimentet tregojnë që: *ngarkesat elektrike me të njëjtën shenjë shtyhen, kurse ato me shenja të kundërta tërhiqen.*

Në sajë të bashkëveprimit tërheqës elektromagnetik, ndërmjet elektroneve dhe protoneve, elektronet vërtiten rreth bërthamës, ashtu si planetët rreth Diellit. Meqë në atom numri i protoneve dhe i elektroneve është i barabartë, atomi është elektrikisht asnjans dhe për pasojë edhe trupi është elektroasnjans ose i pangarkuar.

Kur trupat fërkohen me njëri - tjetrin, p. sh. një shufër qelqi me një copë të mëndafshit, si pasojë e fërkimit një pjesë të atomeve të qelqit i largohen elektrone (ato të shtresave të jashtme) duke i shndërruar ato në jone pozitive. Elektronet e larguara kapen nga një pjesë e atomeve të copës së mëndafshit, duke i shndërruar ato në jone negative.

Si rrjedhim, te shufra e qelqit zvogëlohet numri i përgjithshëm i elektroneve dhe ajo ngarkohet pozitivisht, ndërsa te copa e mëndafshit rritet numri i përgjithshëm i elektroneve (në të njëjtin numër) dhe ajo ngarkohet negativisht, fig.1.5a. E kundërta ndodh kur një shufër plastike e fërkojmë me një copë të leshtë. Shufra plastike ngarkohet negativisht dhe copa e leshtë pozitivisht, fig. 1.5b. Eksperimentet kanë provuar se në një sistem të izoluar trupash (sistem në të cilin as hyjnë dhe as dalin grimca të ngarkuara) *shuma algjebrike e ngarkesave pozitive dhe negative e të gjitha grimcave që përmban sistemi, nuk ndryshon me kalimin e kohës.*

Ky formulim shpreh ligjin e ruajtjes së ngarkesës elektrike, që është një nga ligjet më të rëndësishme të natyrës.

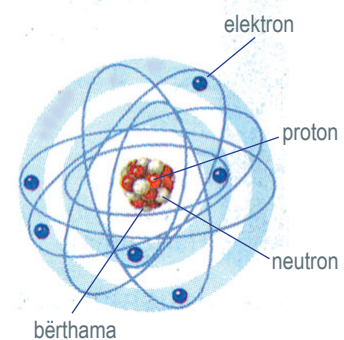


Fig. 1.4

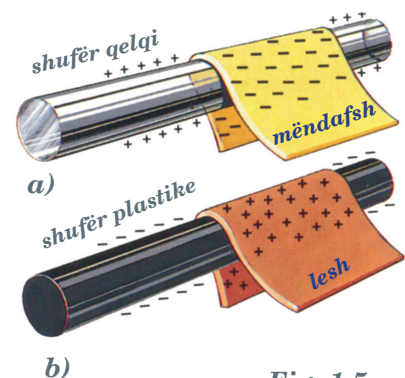


Fig. 1.5

■ Përçues dhe veçues

Disa lëndë, si metalet (p.sh. bakri, alumini, hekuri etj.), janë përçuese të mira të elektricitetit, kurse disa të tjera, si: qelqi, goma, plastmasa etj., nuk janë përçuese të mira të elektricitetit, por veçuese të tij. Te metalet një pjesë e elektroneve të shtresave të jashtme të atomeve shkëputen lehtë nga atomet dhe lëvizin lirisht në metal, duke bërë të mundur përçueshmërinë e mirë të ngarkesave elektrike në këto materiale. Kurse te plastmasa, qelqi, goma, etj., elektronet e lira pothuajse mungojnë dhe për pasojë këto lëndë nuk janë përçuese, por veçuese të elektricitetit.

■ Elektroskopi

Për të vënë në dukje nëse një trup është i elektrizuar ose jo, përdoret elektroskopi, me të cilin jemi njohur më parë në shkollën nëntëvjeçare, fig.1.6. Kur te koka e elektroskopit afrojmë një trup (shufër) të elektrizuar pozitivisht, elektrone të shufrës përçuese të elektroskopit si dhe të fletëve të holla të tij, zhvendosen në drejtim të kokës së elektroskopit. Kjo bën që te koka e elektroskopit të ketë tepriçë elektronesh, pra ajo elektrizohet



Fig. 1.6

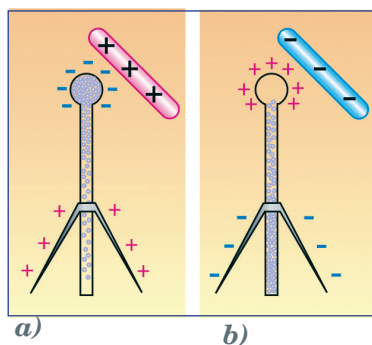


Fig. 1.7

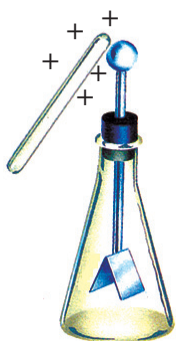


Fig. 1.8

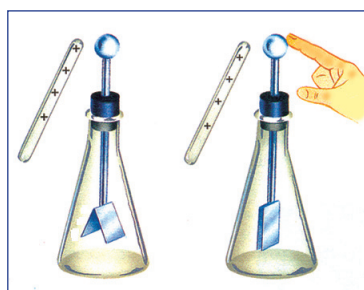
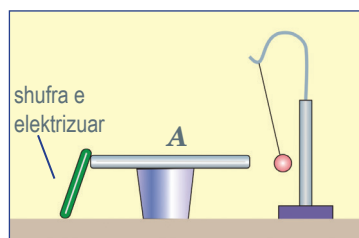
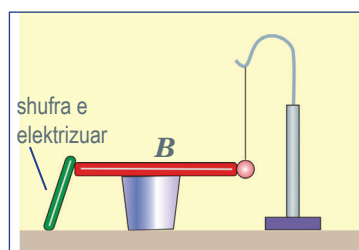


Fig. 1.9



a)



b)

Fig. 1.10

negativisht, kurse fletët (dhe shufra) kanë mangësi elektronesh, pra elektrizohen pozitivisht, gjë që sjell hapjen e fletëve të tij, fig.1.7a. E njëjta dukuri e hapjes së fletëve vihet re edhe kur elektroskopit i afrojmë një trup të elektrizuar negativisht. Në këtë rast koka e elektroskopit ngarkohet pozitivisht, kurse fletët e tij negativisht, fig. 1.7b.

Theksojmë që nëpërmjet elektroskopit mund të përcaktojmë nëse një trup është i ngarkuar apo jo elektrikisht, por nuk mund të përcaktojmë madhësinë e ngarkesës elektrike të tij.

DETYRA

1. Për pohimet e mëposhtme tregoni cilat janë të vërteta **V** dhe cilat të gabuara **G**.

a) Shufra e qelqit e fërkuar me një copë të mëndafshit, elektrizohet negativisht.

V G

b) Copa e leshtë, gjatë fërkimit me një shufër ebaniti, elektrizohet negativisht.

V G

c) Ngarkesat elektrike me të njëjtën shenjë shtyhen, kurse ato me shenja të kundërta tërhiqen.

V G

2. Cili nga pohimet e mëposhtme nuk është i saktë? Pse?

A (Kur një atomi i largohet një ose më shumë elektrone, ai shndërrohet në jon pozitiv.)

B (Kur një atomi i shtohet një ose më shumë elektrone, ai shndërrohet në jon pozitiv.)

C (Elektrizimi i trupave mund të realizohet me anë të fërkimit, takimit dhe me ndikim.)

D (Elektroskopi mund të përcaktojë nëse një trup është i ngarkuar apo jo elektrikisht.)

3. Kur një atomi i largohen 3 elektrone ai shndërrohet në jon:

A (negativ me ngarkesë $-3e$)

B (pozitiv me ngarkesë $3e$)

C (negativ me ngarkesë $-6e$)

D (pa ngarkesë)

4. Tregoni si elektrizohen shufra, fletët dhe koka e elektroskopit kur kjo e fundit takohet me një shufër të elektrizuar pozitivisht, fig.1.8. Pse?

5. Tregoni si elektrizohen shufra, fletët dhe koka e elektroskopit, kur pranë kësaj të fundit afrojmë një shufër të elektrizuar pozitivisht, fig.1.9. Pse? Kur kokën e elektroskopit e takojmë me gisht vemë re që fletët e elektroskopit ulen. Shpjegoni pse ndodh një dukuri e tillë.

6. Shufrat A dhe B të paelektrizuara i takojmë në skaje me një shufër të elektrizuar dhe me një sferë prej palcë shtogu, të varur në fije peri. Vemë re se palca e shtogut që është e takuar me shufrën A shtyhet, kurse ajo që takon shufrën B nuk lëviz, fig.1.10a,b. Ç'mund të themi për shufrat A dhe B? Pse?

Të diskutojmë

Kur pranë një elektroskopi të ngarkuar pozitivisht afrojmë një trup të ngarkuar negativisht, fletët e elektroskopit fillojnë të ulen derisa mbyllen fare. Duke u afruar më tepër trupi i ngarkuar, fletët e elektroskopit hapen përsëri. Diskutoni pse ndodh kjo dukuri.

1.2 LIGJI I KULONIT. PARIMI I PAVARËSISË SË VEPRIMIT TË FORCAVE ELEKTROSTATIKE

Ligji i Kulonit

Dimë që dy grimca ose dy trupa të ngarkuar bashkëveprojnë me forca tërheqëse ose shtytëse, në varësi të shenjës së ngarkesës elektrike që ato kanë. Nga se varet forca elektrike e bashkëveprimit të dy trupave të ngarkuar që ndodhen në prehje? Përgjigjen e kësaj pyetjeje për herë të parë në vitin 1885 e dha fizikani francez Sh. Kulon (1736-1806). Kuloni përdori për këtë qëllim një pajisje të ngjashme me atë që shkencëtari anglez Kevendish përdori, për matjen e konstantes gravitacionale ($\gamma = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$).

Pajisja përbëhej nga një peshore me fije që përdridhet dhe dy sfera të vogla A dhe B të ngarkuara me ngarkesë elektrike, fig.1.11.

Rrezet e sferave janë shumë të vogla në krahasim me largësinë midis tyre, kështu që ato mund të konsiderohen si ngarkesa pikësore.

Në kushte të tilla përmasat dhe forma e trupave nuk ndikojnë në forcën e bashkëveprimit elektrik të tyre. Kuloni nuk mund të përcaktonte madhësinë e ngarkesës elektrike të trupave, por raportin e ngarkesave të tyre. Kur një sferë metalike me ngarkesë q takohet me një sferë tjetër të njëjtë, të pangarkuar, pas ndarjes së tyre secila prej sferave ka ngarkesën $\frac{1}{2}q$.

Duke i takuar ato më tej me sfera të tjera të njëjta, të pangarkuara, Kuloni përftoi sfera me ngarkesa $\frac{1}{4}q, \frac{1}{8}q, \dots$ etj.

Kur largësia ndërmjet sferës A (e palëvizshme) me ngarkesë q_1 dhe sferës B me ngarkesë q_2 , me të njëjtën shenjë, të varur në fije është r , forca elektrike shtytëse që ushtrohet mbi sferën B bën që të rrotullohet shufra horizontale. Ky rrotullim ndodh për aq kohë sa momenti i forcës elektrike, që ushtrohet mbi shufër ekuilibrohet nga momenti i forcës elastike, që lind si pasojë e përdredhjes së fijes. Duke matur këndin e përdredhjes së fijes përcaktohet edhe forca elektrike, që sferat A dhe B ushtrojnë mbi njëra - tjetrën.

Duke zmadhuar (zvogëluar) 2, 3, 4 ... herë ngarkesën e secilës sferë, pa ndryshuar distancën r ndërmjet tyre, eksperimenti tregon që forca elektrike e bashkëveprimit të sferave A dhe B zmadhohet (zvogëlohet), 4, 9, 16, ... herë, fig.1.12a. Pra, forca elektrike e bashkëveprimit të dy trupave pikësorë, të ngarkuar, është në përpjesëtim të drejtë me prodhimin e ngarkesave elektrike të secilit trup ($F \sim q_1 q_2$).

Eksperimenti gjithashtu tregon që kur largësia r ndërmjet sferave zmadhohet (zvogëlohet), 2, 3, 4, ... herë, pa ndryshuar ngarkesat e tyre, forca elektrike e bashkëveprimit të sferave zvogëlohet (zmadhohet), 4, 9, 16, ... herë, fig.1.10b. Ajo është në përpjesëtim të zhdrejtë me katrorin e largësisë ndërmjet tyre ($F \sim \frac{1}{r^2}$).

Bazuar në këto përfundime eksperimentale Kuloni formuloi ligjin themelor të elektrostatikës, që sot mban emrin e tij.

Forca e bashkëveprimit të dy trupave pikësorë të ngarkuar në prehje, është në përpjesëtim të drejtë me prodhimin e ngarkesave të tyre dhe në përpjesëtim të zhdrejtë me katrorin e largësisë ndërmjet trupave.

OBJEKTIVA

- Të përshkruajë ndërtimin e pajisjes që përdori Kuloni.
- Të shpjegojë si përcaktoi Kuloni ligjin e bashkëveprimit të ngarkesave elektrike
- Të tregojë që forcat elektrostатike, ashtu si forcat gravitacionale dhe elastike gëzojnë vetinë mbledhëse.

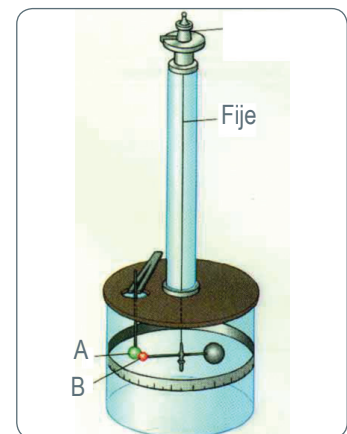


Fig. 1.11



Sharl Kulon
(1736-1806)

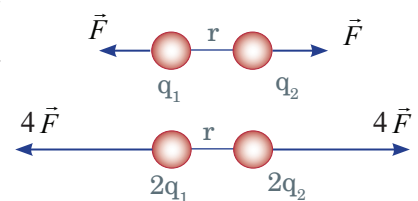


Fig. 1.12a

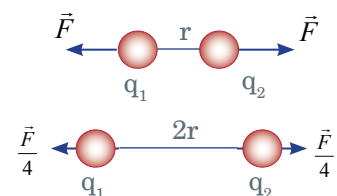


Fig. 1.12b

Matematikisht ky ligj shprehet nëpërmjet relacionit:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (1.2-1)$$

ku q_1, q_2 janë ngarkesat e trupave pikësor, r largësia ndërmjet tyre dhe k një konstante përpjesëtueshmërie. Siç shihet dhe nga relacioni (1.2-1) ligji i Kulonit ka ngjashmëri me atë të ligjit të tërheqjes së

gjithësishtme ($F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$), ku m_1, m_2 janë masat e trupave pikësorë, r

largësia ndërmjet tyre dhe γ konstantja gravitacionale. Forca e tërheqjes së gjithësishtme, është gjithnjë forcë tërheqëse, kurse forca elektrike është tërheqëse dhe shtytëse, në varësi të shenjës së ngarkesave që bashkëveprojnë. Në sistemin SI njësi matëse e ngarkesës elektrike është kuloni (1C). Kjo njësi është shumë e madhe në krahasim me ngarkesat elektrostetike që përftohen me fërkim. Këto ngarkesa janë të rendit μC ($1\mu\text{C} = 10^{-6}\text{C}$). Matjet kanë treguar që vlera e ngarkesës elementare (të elektronit, protonit) është $e = 1.602 \cdot 10^{-19}\text{C}$, kurse ajo e konstantes së proporcionalitetit është $k = 9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$. Konstantja k në ekuacionin (1.2-1) zakonisht shkruhet në funksion të një konstanteje tjetër ϵ_0 , që quhet *konstante elektrike*:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad \text{ku} \quad \epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{C}^2 / \text{Nm}^2$$

■ Konstantja dielektrike e mjedisit

Eksperimentet tregojnë se kur dy ngarkesat elektrike q_1 dhe q_2 janë në një mjedis, forca elektrostetike me të cilën ato bashkëveprojnë, është më e vogël se ajo kur ato janë në zbrazëti. Raporti i forcës me të cilën ngarkesat bashkëveprojnë në zbrazëti me forcën, me të cilën ato bashkëveprojnë në mjedis, quhet *konstante dielektrike relative* e mjedisit në krahasim me zbrazëtinë. Konstantja dielektrike relative shënohet me ϵ :

$$\epsilon = \frac{F_{\text{zbraz}}}{F_{\text{mjedis}}}$$

Ajo është karakteristikë e çdo mjedisi dhe nuk ka njësi matëse. Në tabelën 1 jepen konstantet dielektrike të disa mjedisëve.

■ Parimi i pavarësisë së veprimit të forcave elektrostetike

Forcat elektrostetike ashtu sikurse edhe forcat e studiuara në mekanikë (gravitacionale, elastike etj.), i binden parimit të pavarësisë së veprimit të forcave dhe gëzojnë vetinë aditive (të mbledhjes).

Veprimi i një force elektrostetike mbi një ngarkesë pikësore, nuk varet nga fakti që mbi ngarkesën pikësore veprojnë edhe forca të tjera elektrostetike.

Forca elektrostetike rezultante që disa ngarkesa pikësore $q_1, q_2, q_3, \dots$ ushtrojnë mbi një ngarkesë provë q_0 , është e barabartë me shumën vektoriale të forcave që ushtron secila ngarkesë mbi ngarkesën provë, fig.1.13.

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots \quad (1.2)$$

Ashtu si dhe në mekanikë, forca elektrostetike rezultante gjendet nëpërmjet rregullave të trekëndëshit, paralelogramit ose me metodën e përbërëseve.

Tabela 1

Lënda	Konstantja dielektrike relative
Ajër	1.00059
Helium	1.00007
Hidrogjen	1.00027
Naftë	2.1
Benzol	2.3
Alkool	28
Ujë	80
Parafinë	2.1
Mikë	3 ÷ 6
Porcelan	4 ÷ 7
Qelq	5 ÷ 15

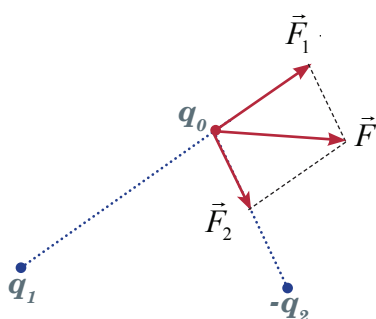


Fig. 1.13

DETYRA

1. Për pohimet e mëposhtme tregoni cilat janë të vërteta V dhe cilat të gabuara G.

a) Forca elektrostатike e bashkëveprimit të dy ngarkesave pikësore është në përpjesëtim të zhdrejtë me prodhimin e ngarkesave të tyre.

V G

b) Forca elektrostатike e bashkëveprimit të dy ngarkesave pikësore, është në përpjesëtim të zhdrejtë me largësinë ndërmjet tyre.

V G

c) Drejtimet e forcave elektrostатike me të cilat bashkëveprojnë dy ngarkesa pikësore, shtrihen gjatë drejtëzës që bashkon këto ngarkesa.

V G

2. Sa elektrone përmbahen në një ngarkesë negative prej 20C?

A ($1.2 \cdot 10^{-10}$ elektrone)

B ($1.4 \cdot 10^{10}$ elektrone)

C ($1.3 \cdot 10^{20}$ elektrone)

D ($2.3 \cdot 10^{30}$ elektrone)

3. Cili nga grafikët e fig.1.14 paraqet saktë forcën elektrostатike të bashkëveprimit të dy ngarkesave pikësore në varësi të $1/r^2$?

A (grafiku 1) B (grafiku 2) C (grafiku 3) D (grafiku 4)

4. Si ndryshon forca elektrostатike e bashkëveprimit të dy ngarkesave pikësore, në qoftë se ngarkesa e njërës sferë zmadhohet 2 herë dhe largësia ndërmjet tyre zmadhohet po aq herë?

A (zvogëlohet 4 herë)

B (zvogëlohet 2 herë)

C (zmadhohet 2 herë)

D (zmadhohet 4 herë)

5. Ç'drejtim ka forca elektrostатike rezultante, që ushtrohet nga dy ngarkesa pikësore $+q$ dhe $-q$, në një pikë C, në të cilën është vendosur ngarkesa provë negative $-q_0$, fig.1.15?

A (drejtimin 1) B (drejtimin 2) C (drejtimin 3) D (drejtimin 4)

6. Bërthama e heliumit e ka ngarkesën $+2e$, kurse ajo e neonit $+10e$. Me ç'forcë e shtyjnë ato njëra-tjetrën, nëse largësia ndërmjet tyre është $4 \cdot 10^{-8}m$? Vizatoni vektorët e forcave të bashkëveprimit elektrik.

7. Dy sfera të vogla me ngarkesa të njëjta, që ndodhen në largësinë $2 \cdot 10^{-3}m$ bashkëveprojnë me njëra - tjetrën me forcën elektrostатike $3 \cdot 10^{-10}N$. Gjeni sa është ngarkesa e secilës sferë.

8. Dy ngarkesa pikësore $q_1 = -4 \cdot 10^{-5}C$ dhe $q_2 = 3 \cdot 10^{-6}C$, që ndodhen në mjedis alkool, veprojnë mbi njëra - tjetrën me forcën elektrostатike 2N. Sa është largësia ndërmjet këtyre ngarkesave? ($\epsilon_{\text{alkoolit}} = 28$)

Detyrë - projekt

Duke shfrytëzuar internetin si dhe librat dhe revistat shkencore, përgatitni një material për aktivitetin shkencor dhe jetën e shkencëtarit të njohur francez Charl Kulon. Referimin tuaj shoqërojeni me demonstrimin e eksperimenteve që nxitin kureshtje si edhe me foto dhe pamje, të cilat i projektoni në ekran.

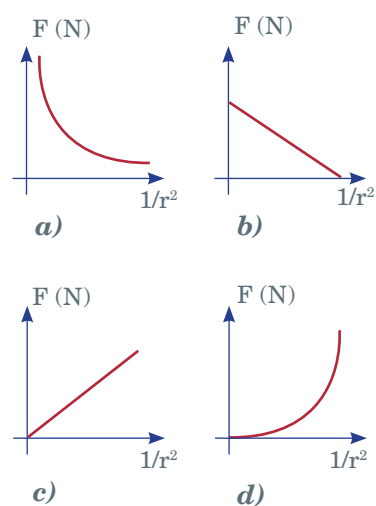


Fig. 1.14

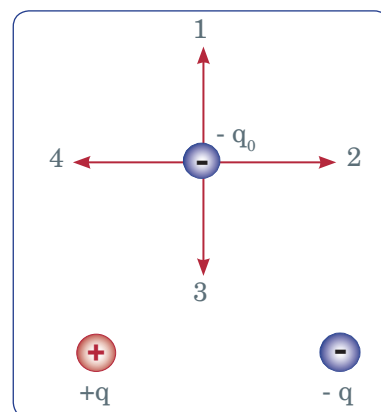


Fig. 1.15

OBJEKTIVA

- Të njehsojë forcën elektrike të bashkëveprimit të dy ngarkesave elektrike.
- Të zbatojë parimin e pavarësisë së veprimit të forcave për gjetjen e forcës rezultante që dy ngarkesa elektrike ushtrojnë mbi një ngarkesë të tretë.

1.3 ZGJIDHJE DETYRASH**Detyra 1**

Një ngarkesë pikësore në prehje $q_1 = -3\text{nC}$, bashkëvepron me forcën 0.03N me një ngarkesë tjetër pikësore në prehje q_2 , që ndodhet në largësinë 115cm nga ajo. Gjeni sa është madhësia e ngarkesës q_2 .

Të dhënat	SI
$q_1 = -3\text{nC}$	$-3 \cdot 10^{-9}\text{C}$
$r = 115\text{cm}$	1.15m
$F = 0.03\text{N}$	
$q_2 = ?$	

Zgjidhje

Nga ligji i Kulonit dimë që forca me të cilën, dy ngarkesa elektrike pikësore në prehje, bashkëveprojnë me njëra - tjetrën, njehsohet me formulën:

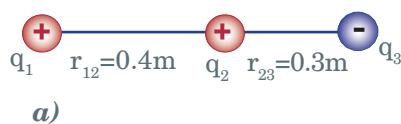
$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \text{që nga} \quad q_2 = \frac{Fr^2}{kq_1} \quad (1)$$

ku $k = 9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$ është konstantja e proporcionalitetit e shprehur në sistemin SI, q_1 e q_2 ngarkesat elektrike dhe r largësia ndërmjet tyre. Pas zëvendësimit në relacionin (1) të vlerave numerike të madhësive të njohura, gjejmë madhësinë e ngarkesës q_2 :

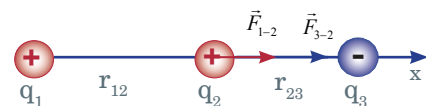
$$q_2 = \frac{0.03 \cdot (1.15)^2}{9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-9}} \approx 0.0015\text{C} = 1.5 \cdot 10^{-3} \mu\text{C}$$

Detyra 2

Tri ngarkesa pikësore në prehje $q_1 = 3\mu\text{C}$, $q_2 = 2\mu\text{C}$ dhe $q_3 = -4\mu\text{C}$ janë vendosur në vijë të drejtë, ashtu siç tregohet në fig.1.16a. Gjeni vlerën dhe drejtimin e forcës rezultante, që vepron mbi ngarkesën q_2 .



a)



b)

Fig. 1.16

Të dhënat	SI
$q_1 = 3\mu\text{C}$	$3 \cdot 10^{-6}\text{C}$
$q_2 = 2\mu\text{C}$	$2 \cdot 10^{-6}\text{C}$
$q_3 = -4\mu\text{C}$	$-4 \cdot 10^{-6}\text{C}$
$r_{12} = 0.4\text{m}$	
$r_{23} = 0.3\text{m}$	
$F = ?$	

Zgjidhje

Mbi ngarkesën q_2 vepron forca $\vec{F}_{1-2}$, që ushtrohet nga ngarkesa q_1 , si dhe forca $\vec{F}_{3-2}$ që ushtrohet nga ngarkesa q_3 me drejtime si në fig.1.16b.

Rezultantja $\vec{F}$ e forcave që veprojnë mbi ngarkesën q_2 gjendet me relacionin vektorial:

$$\vec{F} = \vec{F}_{1-2} + \vec{F}_{3-2} \quad (1)$$

Projektojmë ekuacionin (1) sipas boshtit ox të sistemit të zgjedhur të referimit dhe marrim:

$$F = F_{1-2} + F_{3-2} \quad (1')$$

Vlerat e forcave F_1 dhe F_2 i njehsojmë me anën e ligjit të Kulonit:

$$F_{1-2} = k \frac{q_1 q_2}{r_1^2} \quad F_{1-2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{0.4^2} \approx 0.34\text{N}$$

$$F_{3-2} = k \frac{q_2 q_3}{r_2^2} \quad F_{3-2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{0.3^2} \approx 0.8\text{N}$$

Pas zëvendësimit në relacionin (1') të vlerave të gjetura të forcave F_{1-2} dhe F_{3-2} , gjejmë vlerën e forcës rezultante që vepron mbi ngarkesën provë q_2 :

$$F = 0.34 + 0.8 = 1.14\text{N}$$

Forca rezultante $\vec{F}$ ka drejtimin për nga ngarkesa q_3 .

Detyra 3

Tri ngarkesa pikësore në prehje $q_1 = 3\mu\text{C}$, $q_2 = -2\mu\text{C}$ dhe $q_3 = 1.5\mu\text{C}$, janë vendosur ndaj njëra-tjetrës si në fig.1.17a. Gjeni forcën elektrike rezultante që ushtrohet mbi ngarkesën q_3 nga dy ngarkesat e tjera.

Të dhënat

SI

$q_1 = 3\mu\text{C}$ $3 \cdot 10^{-6}\text{C}$
 $q_2 = -2\mu\text{C}$ $-2 \cdot 10^{-6}\text{C}$
 $q_3 = 1.5\mu\text{C}$ $1.5 \cdot 10^{-6}\text{C}$
 $AB = 2\text{m}$
 $BC = 2\text{m}$
 $F = ?$

Zgjidhje

Mbi ngarkesën pikësore q_3 veprojnë forcat elektrike $\vec{F}_{1-3}$ dhe $\vec{F}_{2-3}$ që ushtrohen nga ngarkesat pikësore q_1 dhe q_2 me drejtime si në fig.1.17b. Forca rezultante $\vec{F}$ që vepron mbi ngarkesën q_3 njehsohet me relacionin vektorial:

$$\vec{F} = \vec{F}_{1-3} + \vec{F}_{2-3} \quad (1)$$

drejtimi i së cilës është ai që paraqitet në fig.1.17b.

Modulet e forcave F_{1-3} dhe F_{2-3} i njehsojmë me anën e ligjit të Kulonit:

$$F_{1-3} = k \frac{q_1 q_3}{r_{1-3}^2} \quad (2) \quad F_{2-3} = k \frac{q_2 q_3}{r_{2-3}^2} \quad (3)$$

ku: $k = 9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$

$$r_{1-3} = AC = \sqrt{(AB)^2 + (BC)^2} \quad r_{1-3} = \sqrt{2^2 + 2^2} \approx 2.8\text{m} \quad r_{2-3} = BC = 2\text{m}$$

Pas zëvendësimit në relacionet (2) dhe (3) të vlerave numerike marrim:

$$F_{1-3} = 9 \cdot 10^9 \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 1.5 \cdot 10^{-6}}{(2.8)^2} \approx 5.2 \cdot 10^{-3} \text{N}$$

$$F_{2-3} = 9 \cdot 10^9 \frac{-2 \cdot 10^{-6} \cdot 1.5 \cdot 10^{-6}}{2^2} \approx -6.8 \cdot 10^{-3} \text{N}$$

Modulin e forcës rezultante e gjejmë me rregullën e përbërëseve:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \quad (4)$$

ku

$$F_x = F_{(1-3)x} + F_{(2-3)x} \quad (5) \quad \text{dhe} \quad F_y = F_{(1-3)y} + F_{(2-3)y} \quad (6)$$

Nga fig.1.17b shohim:

$$F_{(1-3)x} = F_{1-3} \cdot \cos 45^\circ = 5.2 \cdot 10^{-3} \cdot 0.707 \approx 3.7 \cdot 10^{-3} \text{N}$$

$$F_{(2-3)x} = 0$$

dhe

$$F_{(1-3)y} = F_{1-3} \cdot \sin 45^\circ = 5.2 \cdot 10^{-3} \cdot 0.707 \approx 3.7 \cdot 10^{-3} \text{N}$$

$$F_{(2-3)y} = -F_{2-3} = -6.8 \cdot 10^{-3} \text{N}$$

Pas zëvendësimit të vlerave të gjetura në relacionet (5) dhe (6) si dhe të këtyre të fundit në relacionin (4) gjejmë vlerën e rezultantes së forcave elektrike që veprojnë mbi ngarkesën q_3 :

$$F_x = 3.7 \cdot 10^{-3} \text{N}$$

$$F_y = 3.7 \cdot 10^{-3} - 6.8 \cdot 10^{-3} = -3.1 \cdot 10^{-3} \text{N}$$

$$F = \sqrt{(3.7 \cdot 10^{-3})^2 + (-3.1 \cdot 10^{-3})^2} \approx 4.82 \cdot 10^{-3} \text{N}$$

Këndi φ që drejtimi i forcës rezultante F formon me boshtin ox është:

$$\cos \varphi = \frac{F_x}{F} = \frac{3.7 \cdot 10^{-3}}{4.82 \cdot 10^{-3}} \approx 0.767 \quad \text{prej nga} \quad \varphi = 39^\circ 10'$$

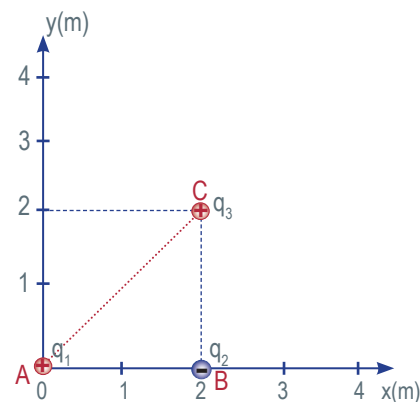


Fig. 1.17a

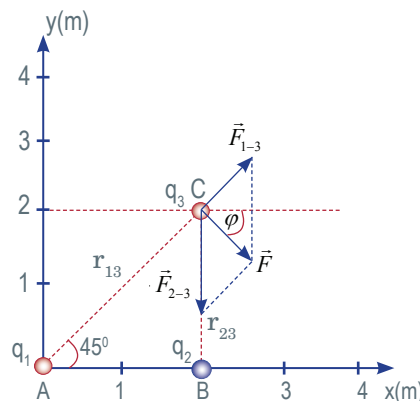


Fig. 1.17b

DETYRA

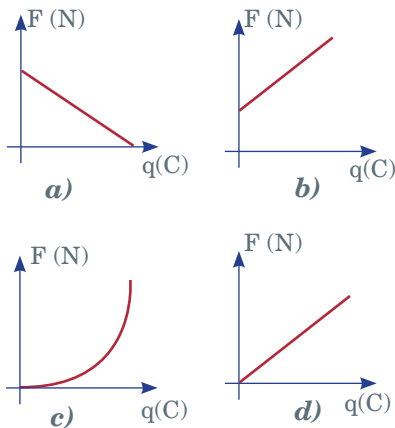


Fig. 1.18

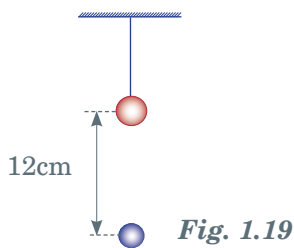


Fig. 1.19

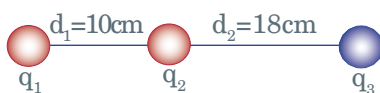


Fig. 1.20

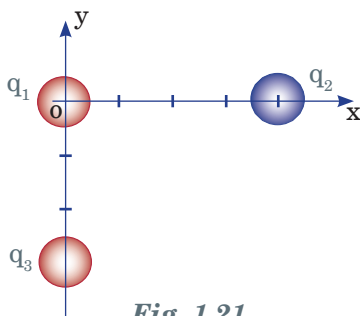


Fig. 1.21

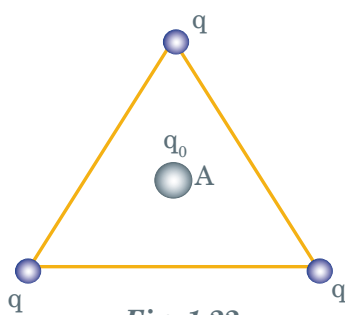


Fig. 1.22

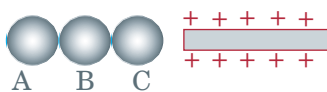


Fig. 1.22a

1. Shpjegoni ç'ndodh kur takojmë sferat e dy elektroskopëve të njëjtë, të ngarkuar me sasi të njëjtë ngarkese elektrike, por me shenjë të kundërt. Po kur janë të ngarkuar me shenja të njëjta?

2. Një sferë A e ngarkuar pozitivisht takohet me një sferë të njëjtë B të pangarkuar. Sfera B pasi largohet nga sfera A takohet me një sferë tjetër të njëjtë C, që është e ngarkuar negativisht me ngarkesë sa gjysma e ngarkesës së sferës A. Shpjegoni ç'ndodh me ngarkesën e sferës B?

3. Cili nga grafikët e fig.1.18 paraqet saktë forcën elektrostатike të bashkëveprimit të dy ngarkesave pikësore në varësi të ngarkesës q? Pse?

A (grafiku 1) B (grafiku 2) C (grafiku 3) D (grafiku 4)

4. Dy ngarkesa pikësore $q_1 = 0.3 \mu\text{C}$ dhe $q_2 = 0.5 \mu\text{C}$, në prehje, ushtrojnë mbi njëra - tjetrën forcën 10N. Gjeni në ç'largësi ndodhen dy ngarkesat pikësore.

5. Një sferë me masë 40g dhe ngarkesë $q_1 = 4 \mu\text{C}$ është varur në një fije peri në largësinë 12cm nga një sferë tjetër me ngarkesë $q_2 = -3 \mu\text{C}$ që është në prehje, fig.1.19. Gjeni sa është tensioni i fijos ku është varur sfera e parë.

6. Dy trupa pikësor të ngarkuar janë 30cm larg njëri - tjetrit. Ata i lëvizim në një largësi të tillë, që forca që ata ushtrojnë mbi njëri - tjetrin rritet tri herë. Sa larg janë trupat në këtë rast?

7. Dy trupa pikësorë të ngarkuar, që ndodhen 1.5m larg, ushtrojnë mbi njëri - tjetrin forcën 2N. Sa është forca që ata do të ushtrojnë ndërmjet tyre, nëse i afrojmë deri në largësinë 30cm.

8. Tri ngarkesa pikësore në prehje, $q_1 = 10 \mu\text{C}$, $q_2 = 20 \mu\text{C}$ dhe $q_3 = -60 \mu\text{C}$ janë vendosur kundrejt njëra-tjetrës në vijë të drejtë, ashtu si në fig.1.20. Gjeni forcën rezultante që ushtrohet mbi ngarkesën q_3 .

9. Tri ngarkesa pikësore në prehje $q_1 = 6 \mu\text{C}$, $q_2 = -3 \mu\text{C}$ dhe $q_3 = 1.5 \mu\text{C}$ janë vendosur ndaj njëra - tjetrës si në fig.1.21 Largësia ndërmjet ngarkesave q_1 dhe q_2 është 0.04m dhe ajo ndërmjet q_1 dhe q_3 është 0.03m. Gjeni forcën elektrike rezultante që ushtrohet mbi ngarkesën q_1 nga dy ngarkesat e tjera.

10. Një sferë e vogël metalike A me ngarkesë $q_0 = 2 \mu\text{C}$ është vendosur në qendër të një trekëndëshi barabrinjës me brinjë 25cm, në kulmet e të cilit janë vendosur tri ngarkesa pikësore të njëjta $q = 0.1 \mu\text{C}$, fig.1.22. Gjeni forcën që secila prej ngarkesave ushtron mbi sferën e ngarkuar si dhe forcën rezultante që ato ushtrojnë mbi të.

Të diskutojmë

Tri sfera të njëjta metalike takohen me njëra - tjetrën si në fig.1.22a. Një shufër metalike e ngarkuar pozitivisht afrohet pranë sferave pa i takuar ato. Diskutoni ç'ngarkesë do të kenë këto sfera pas largimit të sferës B nga dy sferat e tjera.

1.4 FUSHA ELEKTRIKE. FUSHA E KRIJUAR NGA NJË OSE DISA NGARKESA

Fusha elektrike

Dimë që bashkëveprimi elektrik ndodh si në rastin kur trupat e ngarkuar janë të takuar ashtu edhe kur ata janë larg njëri-tjetrit, madje edhe në zbrazi. Ky fakt të çon në mënyrë të natyrshme te pyetja:

Si realizohet bashkëveprimi elektrik mes trupave të ngarkuar?

Eksperimentet tregojnë që ashtu sikurse bashkëveprimi gravitacional kryhet nëpërmjet fushës gravitacionale edhe bashkëveprimi elektrik kryhet nëpërmjet fushës elektrike, që ngarkesat dhe trupat e ngarkuar kanë përreth tyre.

Fusha elektrike që krijohet nga ngarkesat elektrike të palëvizshme quhet *fushë elektrostatiske*.

Ajo nuk ndryshon me kalimin e kohës. Ekzistenca e fushës elektrike, shtrirja në hapësirë dhe vetitë e saj fizike studiohen nëpërmjet veprimit të fushës mbi ngarkesat elektrike.

Kur në një pikë A të fushës elektrostatiske, të krijuar nga një trup (sferë) me ngarkesë pozitive q , vendosim një ngarkesë të vogël provë q_0 (palcë shtogu e ngarkuar pozitivisht) të varur në fije peri, shohim që ajo zhvendoset (shtyhet), fig.1.23. Zhvendosja e ngarkesës provë q_0 ndodh sepse mbi të vepron forca elektrike $\vec{F}$.

Sipas ligjit të Kulonit, forca elektrike është në përpjesëtim të drejtë me ngarkesën provë, që do të thotë se sa herë rritet ngarkesa provë q_0 , po aq herë rritet edhe forca F që vepron mbi këtë ngarkesë:

$$(F \sim q_0)$$

Nga kjo rrjedh që raporti i forcës F me ngarkesën provë q_0 (F/q_0), të vendosur në një pikë të fushës, nuk varet nga vlera e ngarkesës provë. Ajo është madhësi konstante për çdo pikë të fushës.

Duke qenë se raporti (F/q_0) nuk varet nga vlera e ngarkesës provë q_0 , ai mund të shërbejë për të karakterizuar fushën elektrike në çdo pikë të saj.

Raporti i forcës me të cilën fusha elektrike vepron mbi ngarkesën pozitive provë, të vendosur në një pikë të saj, me këtë ngarkesë, quhet fushë elektrike ose intensiteti i fushës elektrike në atë pikë.

Meqë forca është madhësi vektoriale edhe fusha elektrike është madhësi vektoriale.

Drejtimi i fushës elektrike në një pikë të saj përputhet me drejtimin e forcës që vepron mbi ngarkesën pozitive provë, të vendosur në atë pikë të fushës.

Kështu mund të shkruajmë:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad (1.4-1)$$

OBJEKTIVA

-Të përkufizojë fushën elektrike.

-Të bëjë dallimin ndërmjet forcës elektrike dhe fushës elektrike.

-Të tregojë se si përcaktohet fusha elektrike në një pikë të saj.

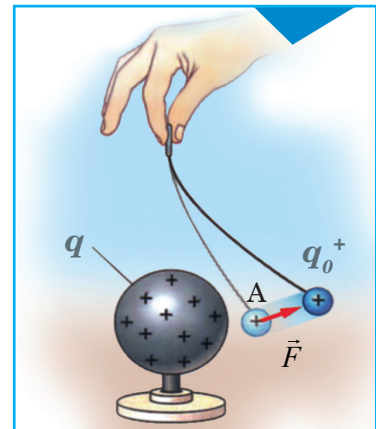


Fig. 1.23

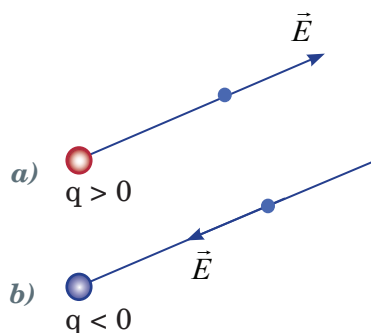


Fig. 1.24

Në sistemin SI të njësive, fusha elektrike në një pikë të saj është një njësi, në qoftë se mbi ngarkesën $q_0 = 1\text{C}$ të vendosur në këtë pikë vepron forca $F = 1\text{N}$.

Kjo njësi quhet njuton për kulon dhe shënohet 1N/C .

■ Fusha e krijuar nga një ose disa ngarkesa pikësore

Forca me të cilën fusha elektrike e ngarkesës pikësore q vepron mbi ngarkesën provë q_0 , të vendosur në një pikë A të saj me largësi r nga ngarkesa, në bazë të ligjit të Kulonit është:

$$F = k \frac{qq_0}{r^2}$$

Kurse fusha elektrike e krijuar nga ngarkesa q në pikën A me largësi r nga ngarkesa është:

$$E = \frac{F}{q_0} \qquad E = k \frac{q}{r^2} \qquad (1.4-2)$$

Siç shihet nga relacioni (1.4-2) intensiteti i fushës elektrike të krijuar nga një ngarkesë pikësore në një pikë të fushës është në përpjesëtim të drejtë me madhësinë e ngarkesës (q) që krijon fushën dhe në përpjesëtim të zhdrejtë me katrorin e largësisë ($1/r^2$) të pikës nga ngarkesa.

Vektori i fushës elektrike, që krijon një ngarkesë pikësore q , në çdo pikë të saj, ka drejtimin për jashtë ngarkesës, në qoftë se ngarkesa q është pozitive dhe për te ngarkesa, kur ngarkesa q është negative (përgjatë vijës që bashkon pikën me ngarkesën), fig.1.24a,b.

Pra fusha elektrike është më e fuqishme pranë ngarkesave elektrike dhe dobësohet me rritjen e largësisë, fig.1.25.

Kur fusha elektrike krijohet nga disa ngarkesa pikësore

$$q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$$

atëherë fusha elektrike rezultante $\vec{E}$ në një pikë çfarëdo të saj, është e barabartë me shumën vektoriale të fushave elektrike

$$\vec{E}_1, \vec{E}_2, \vec{E}_3, \dots, \vec{E}_n,$$

që krijon secila ngarkesë në atë pikë, fig.1.26.

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots + \vec{E}_n \qquad (1.4-3)$$

Pohimi i mësipërm shpreh parimin e mbledhjes së fushave elektrike. Njohja e fushës elektrike $\vec{E}$ në çdo pikë të saj na jep mundësi të përcaktojmë forcën $\vec{F}$ me të cilën ajo vepron mbi ngarkesën elektrike q , të vendosur në çdo pikë të saj.

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

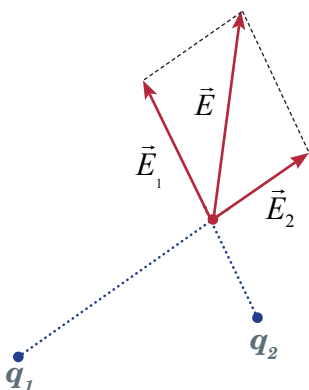


Fig. 1.26

DETYRA

1. Për pohimet e mëposhtme tregoni cilat janë të vërteta **V** dhe cilat të gabuara **G**.

- a) Bashkëveprimi elektrik kryhet nëpërmjet fushës elektrike që ngarkesat dhe trupat e ngarkuar kanë përreth tyre. **V** **G**
- b) Fusha elektrostатike është fusha që krijohet nga ngarkesat elektrike që janë në lëvizje. **V** **G**
- c) Fusha elektrike e një ngarkese pikësore është më e dobët afër ngarkesës dhe më e fuqishme larg saj. **V** **G**

2. Cili nga pohimet e mëposhtme nuk është i saktë? Pse?

A (Ekzistenca e fushës elektrike, shtrirja në hapësirë dhe vetitë e saj fizike studiohen nëpërmjet veprimit të saj mbi ngarkesat elektrike.)

B (Fusha elektrike është madhësi vektoriale, ajo përcaktohet jo vetëm nga vlera numerike, por edhe nga drejtimi i saj.)

C (Fusha elektrike është madhësia e barabartë me raportin e ngarkesës provë pozitive, të vendosur në një pikë të saj, me forcën me të cilën fusha vepron në këtë ngarkesë.)

D (Kur fusha elektrike krijohet nga disa ngarkesa, fusha elektrike rezultante, në një pikë çfarëdo të saj, është e barabartë me shumën vektoriale të fushave, që krijon secila prej ngarkesave në atë pikë.)

3. Si është fusha elektrike në sipërfaqen e një sfere të ngarkuar në krahësim me atë jashtë kësaj sipërfaqeje?

A (më e vogël) B (e njëjtë) C (më e madhe) D (nuk mund ta përcaktojmë)

4. Gjeni sa është fusha elektrike e krijuar nga ngarkesa pikësore $q = -3nC$ në largësinë 12cm nga ngarkesa.

5. Fusha elektrike e një ngarkese pikësore q , një metër (1m) larg saj është $E = 3nC$. Gjeni: a) Sa është ngarkesa elektrike që krijon fushën? b) Sa është fusha elektrike e kësaj ngarkese në largësinë 2.5m?

6. Sa është fusha elektrike në një pikë A të saj, kur dihet që mbi ngarkesën provë $q = 2 \mu C$, të vendosur në këtë pikë, vepron forca $F = 8 \cdot 10^{-4}N$?

7. Cili është drejtimi i fushës elektrike rezultante që dy ngarkesa pikësore të barabarta $+q$ dhe $-q$, krijojnë në pikën C të fushës, që është e baraslarguar nga të dyja ngarkesat, fig.1.27.

A (drejtimi 1) B (drejtimi 2) C (drejtimi 3) D (drejtimi 4)

8. Dy ngarkesa pikësore 1 dhe 2, secila me ngarkesë $2nC$, ndodhen në largësinë 2m nga njëra - tjetra, fig. 1.28. Gjeni:

a) Intensitetin e fushës elektrike që ngarkesa 1 krijon në pikën M, që ndodhet në mesin e largësisë ndërmjet dy ngarkesave. b) Intensitetin rezultant të fushës elektrike që dy ngarkesat krijojnë në pikën M.

9. Dy ngarkesa pikësore, krijojnë në një pikë A, secila fushën elektrike E, drejtimet e të cilave janë pingule. Sa është moduli i intensitetit të fushës elektrike që të dyja ngarkesat krijojnë në këtë pikë?

A (0) B (E) C ($\sqrt{2}E$) D (2E)

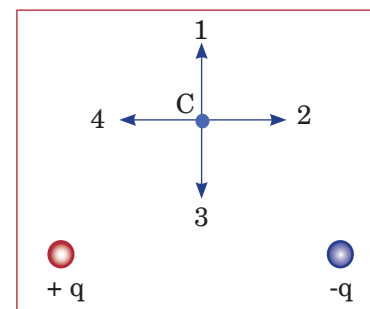


Fig. 1.27

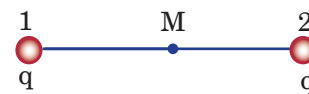


Fig. 1.28

OBJEKTIVA

- Të përkufizojë vijat e fushës elektrike dhe të tregojë përse shërbejnë ato.
- Të tregojë kur një fushë elektrike është homogjene.
- Të tregojë që fusha elektrike në brendësi të përçuesve është zero.

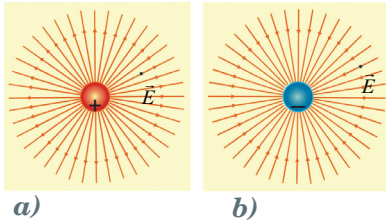


Fig. 1.29

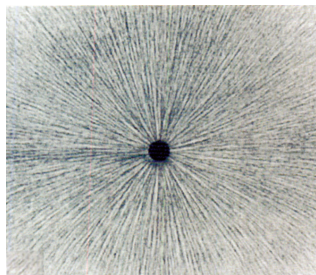
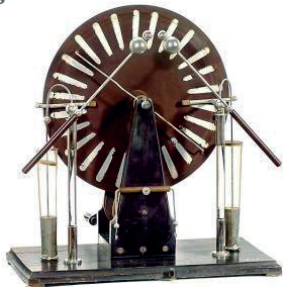
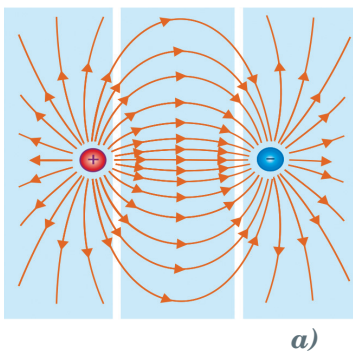


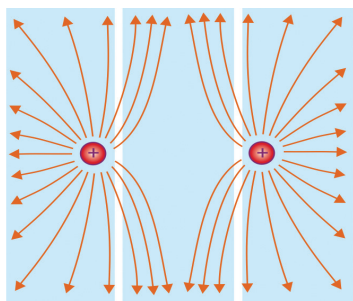
Fig. 1.30



Makina elektrostatike



a)



b)

Fig. 1.31

1.5 PARAQITJA GRAFIKE E FUSHËS ELEKTRIKE. FUSHA ELEKTRIKE E PËRÇUESVE TË NGARKUAR

Paraqitja grafike e fushës elektrike

Fusha elektrike mund të paraqitet grafikisht me anën e vektorëve, që tregojnë intensitetin e fushës në çdo pikë të saj. Kjo paraqitje nuk do ishte praktike, sepse vektorët e fushës duke u vendosur mbi njëri-tjetrin do të krijonin një tablo të ndërlikuar. Për të shmangur këtë, shkencëtari anglez M.Faradei (1791-1867) propozoi përdorimin e vijave të fushës, të cilat tregojnë drejtimin e fushës elektrike $\vec{E}$ në çdo pikë të saj.

Vijat e fushës elektrike, ndryshe quhen edhe vijat e forcës, sepse ato tregojnë drejtimin e forcës së ushtruar mbi një ngarkesë provë pozitive të vendosur në çdo pikë të fushës.

Vijat e fushës elektrike janë vijat që tangjentet në çdo pikë të tyre përputhen me vektorin e fushës elektrike në këto pika.

Për të treguar drejtimin e fushës elektrike dhe të forcës elektrike, që vepron mbi ngarkesën provë pozitive, vijat e fushës paraqiten me shigjetë. Vijat e forcës të fushës elektrike të ngarkesës pikësore pozitive janë vija të drejta, që dalin nga ngarkesa sipas rrezeve, kurse ato të ngarkesave negative futen për te ngarkesa, fig. 1.29.

Formën radiale të vijave të forcës të një ngarkese pikësore mund ta vemë në dukje nëpërmjet një eksperimenti të thjeshtë.

Një sasi kristalesh të vogla gipsi, i hedhim në një enë me dielektrik të lëngët (vajguri ose vazelinë) dhe në të zhytim njërën nga sferat e makinës elektrostatike. Shohim që kristalet nën veprimin e forcave elektrike, vendosen në radhë, sipas rrezeve, fig.1.30.

Theksojmë që vijat e forcës të fushave elektrike nuk ekzistojnë realisht, ato janë vija të menduara, që na lejojnë të përfytyrojmë formën dhe shtrirjen e fushës elektrike në hapësirë. Dendësia e vijave të fushës tregon madhësinë relative të fushës elektrike në pikat e saj. Aty ku vijat e fushës janë më të dendura (më pranë njëra - tjetrës) fusha është më e madhe (e fuqishme) dhe anasjelltas, aty ku vijat janë më të rralla (më larg njëra - tjetrës) fusha është më e vogël (e dobët).

P. sh., vijat e fushës afër ngarkesës pikësore janë më të dendura, më pranë njëra - tjetrës, kurse më larg saj janë më të rralla (më larg njëra - tjetrës).

Në fig.1.31a,b paraqiten vijat e forcës të fushës elektrike të krijuar nga dy ngarkesa pikësore të barabarta në madhësi dhe me shenja të kundërta (dipolit elektrik), si dhe ajo e dy ngarkesave të njëjta.

Fusha elektrike e njëtrajtshme

Kur fusha elektrike në çdo pikë të hapësirës së saj ka të njëjtën vlerë dhe të njëjtin drejtim, fusha quhet e njëtrajtshme (homogjene).

P.sh., fusha elektrike që krijohet në hapësirën ndërmjet dy pllakave paralele, të ngarkuara me të njëjtën ngarkesë, por me shenja të kundërta, është fushë e njëtrajtshme ($E = \text{konstante}$), fig.1.32a,b.

Në hapësirën brenda pllakave vijat e forcës janë paralele, të baraslarguara dhe të orientuara nga pllaka e ngarkuar pozitivisht në pllakën e ngarkuar negativisht. Afër skajeve (anëve) të pllakave fusha nuk është e njëtrajtshme, vijat e forcës përkulen dhe rrallohen.

■ Fusha elektrike e përçuesve të ngarkuar

Deri tani kemi studiuar fushën elektrike të ngarkesave dhe trupave pikësorë të ngarkuar, por jo atë të trupave të ngarkuar me përmasa të konsiderueshme. Lind pyetja:

Si është fusha elektrike brenda dhe jashtë trupave (përçuesve dhe dielektrikëve) të ngarkuar në kushtet e ekuilibrit elektrostatik?

Mund të themi që fusha elektrike në brendësi të një trupi të ngarkuar, në kushtet e ekuilibrit elektrostatik të ngarkesave, është zero, ($E' = 0$), fig.1.33

Kjo sepse po të kishte fushë elektrike në brendësi të përçuesit të ngarkuar të ndryshme nga zero ($E' \neq 0$), atëherë forca e ushtruar nga kjo fushë mbi ngarkesat (elektronet) ($F = qE$) do të bënte që ato të lëviznin në brendësi të përçuesit, derisa të arrinin në pozicione të tilla, ku fusha elektrike dhe forca elektrike që vepron mbi to të bëhet zero, pra të arrihet ekuilibri elektrostatik i ngarkesave.

Në një përçues të ngarkuar në kushtet e ekuilibrit elektrostatik, fusha elektrike në brendësi të tij është zero ($E' = 0$).

Fakti që në brendësi të përçuesit të ngarkuar fusha elektrike është zero ($E' = 0$) na çon në përfundimin e rëndësishëm që në brendësi të tij nuk ka ngarkesa (elektrone) të pakompensuara, pra ato shpërndahen në sipërfaqen e tij. Nëse në brendësi të përçuesit do të kishte ngarkesa të pakompensuara, fusha e krijuar prej tyre do të ishte e ndryshme nga zero, gjë që do të binte në kundërshtim me faktin që fusha elektrike në brendësi të përçuesit është zero.

Në një përçues të ngarkuar në kushtet e ekuilibrit elektrostatik ngarkesat shpërndahen në sipërfaqen e jashtme të tij.

Jashtë përçuesit të ngarkuar, fusha elektrike është e ndryshme nga zero ($E \neq 0$).

Vijat e forcës së fushës elektrike janë pingule me sipërfaqen e jashtme të përçuesit. Nëse fusha elektrike nuk do të ishte pingule me sipërfaqen e jashtme të përçuesit, atëherë ajo do të kishte një përbërëse paralele (tangjente) me sipërfaqen e përçuesit. Elektronet e sipërfaqes do të lëviznin përgjatë sipërfaqes së përçuesit për shkak të forcës elektrike që do të ushtronte mbi ta, nga kjo përbërëse e fushës, gjë që bie në kundërshtim me faktin se përçuesi është në kushtet e ekuilibrit elektrostatik, fig.1.34. Këto cilësi të fushës elektrike janë të vërteta vetëm për përçuesit dhe jo për dielektrikët e ngarkuar, në brendësi të të cilëve ekziston fushë elektrike. Fusha elektrike jashtë dielektrikut nuk është gjithnjë pingule me sipërfaqen e jashtme të tyre.

Nisur nga fakti që fusha elektrike brenda përçuesit metalik është zero ($E' = 0$) shkencëtari anglez M. Faradei (1791- 1867) për herë të parë propozoi dhe eksperimentoi mbrojtjen e trupve përçues prej fushave të fuqishme (shkarkesave) elektrike të jashtme nëpërmjet mbështjellëseve metalike apo rrjetave të dendura metalike. Është kjo arsyeja që sot kjo lloj mbrojtjeje quhet kafazi i Faradeit. Bazuar në kafazin e Faradeit janë zhvilluar eksperimente interesante, si p. sh. ai me njeriun që ndodhet brenda një kafazi hekuri. Shkarkesa të fuqishme elektrike që bien mbi kafazin e hekurit nuk e rrezikojnë aspak jetën e njeriut, fig.1. 35.

Për të mbrojtur trupat (p.sh. aparaturat) nga veprimi i fushave elektrostатike të jashtme ato vishen ose mbulohen me një shtresë të hollë

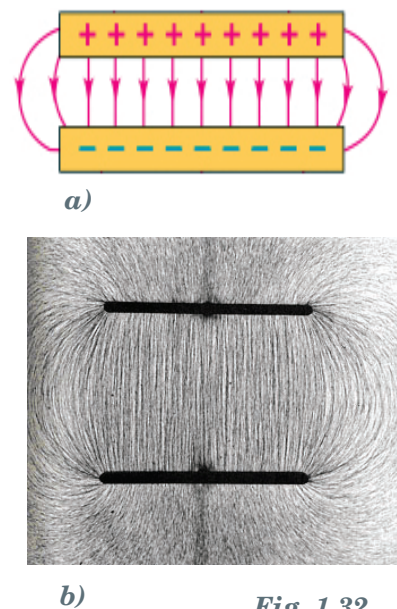


Fig. 1.32

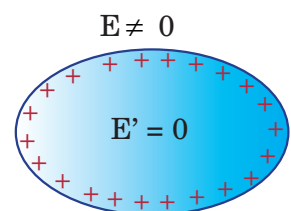


Fig. 1.33

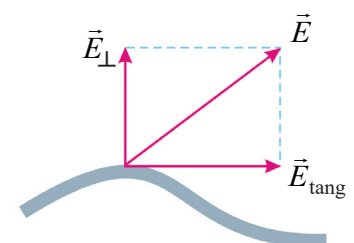


Fig. 1.34



Fig. 1.35



Fig. 1.36

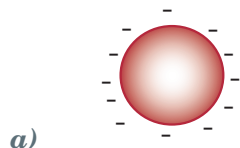
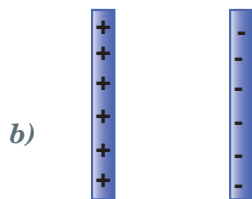


Fig. 1.37

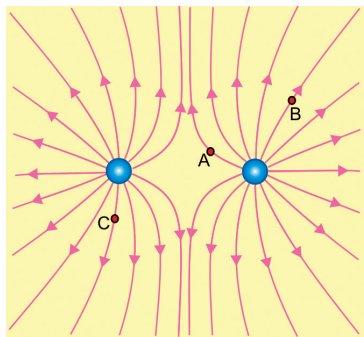


Fig. 1.38

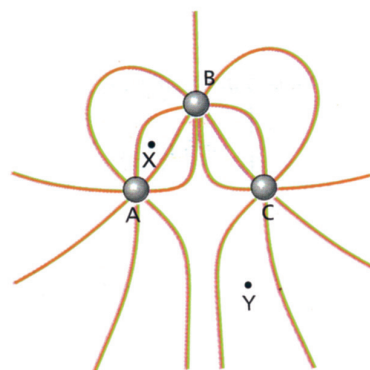


Fig. 1.39

metalike ose me një rrjetë metalike të dendur. Avionët mbrohen prej shkarkesave elektrike gjatë fluturimit nga një mbështjellëse metalike që shërben si “mburojë” për trupin e avionit, fig. 1.36.

DETYRA

1. Për pohimet e mëposhtme tregoni cilat janë të vërteta **V** dhe cilat të gabuara **G**.

a) Vijat e fushës elektrike janë vijat e menduara, tangjentet në çdo pikë të tyre përputhen me vektorin e fushës elektrike në ato pika.

V G

b) Fusha elektrike në brendësi të një trupi të ngarkuar, në kushtet e ekuilibrit elektrostatik të ngarkesave, është e ndryshme nga zero.

V G

c) Në një përçues të ngarkuar në kushtet e ekuilibrit elektrostatik, ngarkesa shpërndahet në sipërfaqen e jashtme të tij.

V G

2. Cili nga pohimet e mëposhtme nuk është i saktë? Pse?

A (Fusha elektrike, që në çdo pikë të saj ka të njëjtën vlerë dhe të njëjtin drejtim, është fushë elektrike e njëtrajtshme ose homogjene.)

B (Aty ku vijat e fushës elektrike të një ngarkese pikësore janë më të dendura, fusha është më e fuqishme, kurse aty ku ato janë më të rralla, fusha është më e dobët.)

C (Vijat e forcës të fushës elektrostатike, afër sipërfaqes së përçuesit të ngarkuar, janë pingule me sipërfaqen.)

D (Fusha elektrike e dielektrikeve të ngarkuar, që nuk kanë elektrone të lira brenda tyre, është zero.)

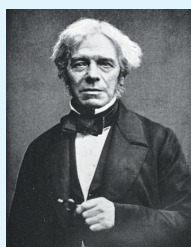
3. Vizatoni nga 8 vija force të fushës elektrike të krijuar nga trupat e ngarkuar të treguar në fig.1.37a,b.

4. Në fig.1.38 paraqiten vijat e fushës elektrike të krijuara nga dy ngarkesa pikësore me shenja të kundërta. Vizatoni drejtimin e forcës elektrike që ushtrohet nga fusha, mbi ngarkesën provë pozitive, në pikat A, B dhe C.

5. Në fig.1.39 tregohen disa vija force të fushave elektrike të krijuara nga tri ngarkesa pikësore A, B dhe C të baraslarguara nga njëra-tjetra. Ngarkesa A është pozitive. Gjeni: **a)** Ç’shenjë kanë ngarkesat B dhe C? **b)** Vizatoni me shigjetë drejtimin e vijave të forcës të fushave elektrike të krijuara nga tri ngarkesat.

c) Në cilën nga pikat x apo y të fushës, fusha elektrike është më e madhe?

Lexim



(1791 - 1867)

Faradei lindi në Londër në vitin 1791 në një familje të varfër. Pas arsimimit të pamjaftueshëm ai u bë shegert në një dyqan libralidhjeje. Faradei e plotësoi arsimimin e tij duke lexuar librat shkencor që vinin në dyqan për t'u lidhur. Kur Ersted demonstroi që rryma elektrike ka efekte magnetike, interesi i Faradeit për rrymën elektrike dhe magnetizmin u rrit shumë. Me anë të një eksperimenti ai shndërroi energjinë elektrike në energji mekanike duke mbështjellë një përçues përreth një magneti (elektromagnetit) i cili tërhoqte trupa prej hekuri. Ky sukses ja rriti shumë famën Faradeit dhe ai u bë drejtor i Institutit Mbretëror. Më vonë Faradei u përpoq të prodhonte rrymë elektrike prej magnetëve. Pas 10 vjet eksperimentesh ai arriti suksesin kur zbuloi që ndryshimi i magnetizmit indukon rrymë elektrike. Kjo i dha mundësi atij të formulonte ligjin e induksionit elektromagnetik, që sot mban emrin e tij.

1.6 ZGJIDHJE DETYRASH

► Detyra 1

Në një pikë, A që ndodhet 45cm larg ngarkesës pikësore q , vendoset ngarkesa provë $q_0 = 3\text{nC}$. Forca me të cilën fusha elektrike e ngarkesës pikësore q vepron mbi ngarkesën provë q_0 , është $F = 6 \cdot 10^{-4}\text{N}$. Gjeni:

a) Madhësinë e fushës elektrike që krijon ngarkesa q në pikën A të saj. b) Madhësinë e ngarkesës pikësore q , që krijon fushën elektrike.

Të dhënat	SI
$q_0 = 3\text{nC}$	$3 \cdot 10^{-9}\text{C}$
$r_A = 45\text{cm}$	0.45m
$F = 6 \cdot 10^{-4}\text{N}$	
$E_A = ?$	
$q = ?$	

Zgjidhje

a) Dimë që madhësia e fushës elektrike në një pikë çfarëdo të saj (pikën A), njehsohet me relacionin:

$$E_A = \frac{F_A}{q_0} \quad (1)$$

ku F_A është forca me të cilën fusha elektrike e ngarkesës pikësore q vepron mbi ngarkesën provë q_0 , të vendosur në pikën A të saj.

Duke zëvendësuar në relacionin (1) vlerat numerike të madhësive të njohura, gjejmë fushën elektrike në pikën A:

$$E_A = \frac{6 \cdot 10^{-4}}{3 \cdot 10^{-9}} = 2 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$

b) Madhësinë e ngarkesës q , që krijon fushën e njehsojmë me relacionin:

$$E_A = k \frac{q}{r_A^2} \quad \text{prej nga} \quad q = \frac{E_A r_A^2}{k} \quad (2)$$

ku $k = 9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$ është konstantja e proporcionalitetit dhe r_A është largësia e ngarkesës provë nga ngarkesa q , që krijon fushën elektrike.

Pas zëvendësimit në ekuacionin (2) të vlerave numerike të madhësive të njohura, gjejmë madhësinë e ngarkesës q :

$$q = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot (0.45)^2}{9 \cdot 10^9} = 4.5 \cdot 10^{-6} \text{C} = 4.5 \mu\text{C}$$

► Detyra 2

Fusha elektrike rezultante, që dy ngarkesa pikësore $q_1 = 16\text{nC}$ dhe $q_2 = -6\text{nC}$ krijojnë në pikën M, që ndodhet në mesin e largësisë ndërmjet tyre, është 550N/C . Gjeni sa është largësia ndërmjet dy ngarkesave pikësore.

Të dhënat	SI
$q_1 = 16\text{nC}$	$16 \cdot 10^{-9}\text{C}$
$q_2 = -6\text{nC}$	$-6 \cdot 10^{-9}\text{C}$
$E = 550\text{N/C}$	
$r = ?$	

Zgjidhje

Me të dhënat e detyrës ndërtojmë skicën që tregohet në fig.1.40. Fusha rezultante që krijojnë dy ngarkesat pikësore në pikën M njehsohet me ekuacionin vektorial:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \quad (1)$$

ku $\vec{E}_1$ dhe $\vec{E}_2$ janë fushat elektrike, që secila prej ngarkesave q_1 dhe q_2 krijojnë në pikën M. Pas projektimit të ekuacionit vektorial (1) në boshtin ox të sistemit të zgjedhur të referimit, marrim:

$$E = E_1 + E_2 \quad (2)$$

Fushat elektrike E_1 dhe E_2 që krijojnë në pikën M dy ngarkesat pikësore, njehsohen me relacionet:

OBJEKTIVA

-Të përcaktojë madhësinë dhe drejtimin e fushës elektrike që krijojnë një ose disa ngarkesa pikësore.

-Të zbatojë saktë formulat për gjetjen e madhësisë së fushës elektrike.

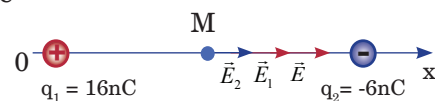


Fig. 1.40

$$E_{1M} = k \frac{q_1}{(r/2)^2} \quad (3) \quad E_{2M} = k \frac{q_2}{(r/2)^2} \quad (4)$$

ku r është largësia ndërmjet tyre dhe $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ konstantja e proporcionalitetit. Pas zëvendësimit të relacioneve (3) dhe (4) në relacionin (2) dhe transformimesh matematike marrim:

$$E = k \frac{q_1 + q_2}{(r/2)^2} \quad \text{që nga} \quad r = \sqrt{k \frac{4(q_1 + q_2)}{E}} \quad (5)$$

Zëvendësojmë në relacionin (5) vlerat numerike të madhësive të njohura dhe gjejmë largësinë ndërmjet ngarkesave pikësore:

$$r = \sqrt{9 \cdot 10^9 \frac{4(16 \cdot 10^{-9} + 6 \cdot 10^{-9})}{550}} \cong 1.2 \text{ m}$$



Detyra 3

Dy ngarkesa pikësore $q_1 = 2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ dhe $q_2 = -2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ ndodhen në largësinë $r = 5 \text{ cm}$ nga njëra - tjetra. Gjeni fushën elektrike rezultante që krijojnë këto dy ngarkesa në pikën A, që ndodhet në largësinë $r_1 = 3 \text{ cm}$ larg nga ngarkesa e parë dhe $r_2 = 4 \text{ cm}$ nga ngarkesa e dytë.

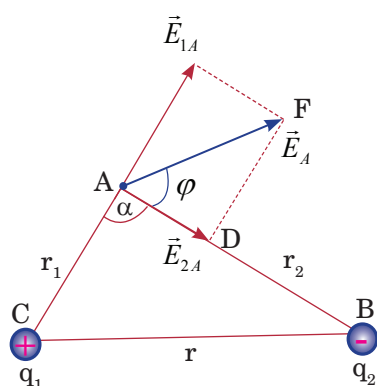


Fig. 1.41

Të dhënat

$q_1 = 2 \cdot 10^{-10} \text{ C}$
 $q_2 = -2 \cdot 10^{-10} \text{ C}$
 $r = 5 \text{ cm}$
 $r_1 = 3 \text{ cm}$
 $r_2 = 4 \text{ cm}$
 $E = ?$

SI

0.05m
 0.03m
 0.04m

Zgjidhje

Me të dhënat e detyrës ndërtojmë skicën që tregohet në fig.1.41. Fusha elektrike rezultante që krijojnë të dyja ngarkesat pikësore në pikën A, njehsohet me ekuacionin vektorial:

$$\vec{E}_A = \vec{E}_{1A} + \vec{E}_{2A} \quad (1)$$

ku $\vec{E}_{1A}$ dhe $\vec{E}_{2A}$ janë fushat elektrike që secila ngarkesë krijon në pikën A. Meqë ngarkesat q_1 dhe q_2 janë pikësore, madhësitë e fushave elektrike të krijuara prej tyre në pikën A, i njehsojmë me relacionet:

$$E_{1A} = k \frac{q_1}{r_1^2} \quad E_{1A} = 9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-10}}{(0.03)^2} = 2 \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

dhe

$$E_{2A} = k \frac{q_2}{r_2^2} \quad E_{2A} = 9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-10}}{(0.04)^2} = 1.125 \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

ku r_1 dhe r_2 janë largësitë e ngarkesave nga pika A dhe $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ konstantja e proporcionalitetit. Trekëndëshi $\triangle ABC$ është kënddrejtë meqë brinjët e tij janë 5cm, 4cm dhe 3cm dhe këndi $CAB = \alpha = 90^\circ$. Këndi ADF është i drejtë, sepse brinjët e tij janë përkatësisht pingule me brinjët e këndit $\alpha = CAB$.

Për trekëndëshin kënddrejtë $\triangle ADF$ mund të shkruajmë:

$$E_A = \sqrt{E_{1A}^2 + E_{2A}^2} \quad (2)$$

Zëvendësojmë në relacionin (2) vlerat e gjetura të fushave elektrike të secilës ngarkesë dhe njehsojmë vlerën e fushës elektrike që krijojnë dy ngarkesat në pikën A:

$$E_A = \sqrt{(2 \cdot 10^3)^2 + (1.125 \cdot 10^3)^2} \approx 2.3 \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

Drejtimitin e fushës elektrike, që ngarkesat krijojnë në pikën A, e gjejmë me anë të relacionit:

$$\sin \varphi = \frac{DF}{AF} = \frac{E_{1A}}{E_A} = \frac{2 \cdot 10^3}{2.3 \cdot 10^3} \approx 0.869 \quad \text{prej nga} \quad \varphi = 60^\circ 20'$$

DETYRA

1. Ngarkesa pikësore $q_1 = 4\text{nC}$ ndodhet 40cm larg një ngarkese tjetër pikësore $q_2 = -3\text{nC}$. Gjeni madhësinë dhe drejtimin e fushës elektrike, që secila ngarkesë krijon në pikën ku ndodhet ngarkesa tjetër.

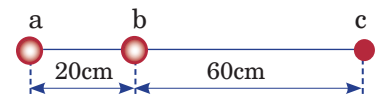


Fig. 1.42

2. Dy ngarkesa pikësore $q_1 = 2 \cdot 10^{-8}\text{C}$ dhe $q_2 = 5 \cdot 10^{-8}\text{C}$ janë vendosur në pikat a dhe b, që janë 20cm larg njëra - tjetrës, fig.1.42. Gjeni intensitetin e fushës elektrike rezultante në pikën c, që është në vijë të drejtë me pikat a dhe b, 60cm larg kësaj të fundit.

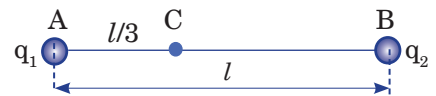


Fig. 1.43

3. Dy ngarkesa q_1 dhe q_2 janë vendosur në largësinë l nga njëra - tjetra. Në pikën C, që ndodhet në largësinë $l/3$, fusha elektrike e krijuar nga ngarkesat është zero, fig. 1.43. Sa është raporti i këtyre ngarkesave në lidhje me njëra - tjetrën?

4. Një proton qëndron pezull, në prehje, në një fushë elektrike me intensitet E . Gjeni intensitetin e fushës elektrike E . Masa e protonit është $m = 1.67 \cdot 10^{-27}\text{kg}$.

5. Një elektron përshpejtohet nga prehja në një fushë elektrike homogjene me madhësi $3 \cdot 10^2\text{N/C}$. Gjeni sa është shpejtësia e elektronit pas 10^{-8}s .

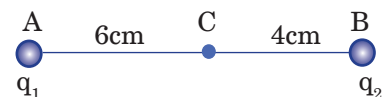


Fig. 1.44

6. Ngarkesat pikësore $q_1 = 5 \cdot 10^{-7}\text{C}$ dhe $q_2 = 8 \cdot 10^{-7}\text{C}$ ndodhen 10cm larg njëra - tjetrës. Gjeni fushën elektrike rezultante që ngarkesat krijojnë në pikën C, që ndodhet 6cm larg ngarkesës q_1 , fig.1.44

7. Gjeni fushën elektrike që dipoli elektrik me ngarkesa $q_1 = 4\text{nC}$ dhe $q_2 = -4\text{nC}$ krijon në pikën b të fushës elektrike të krijuar prej tij, fig.1.45.

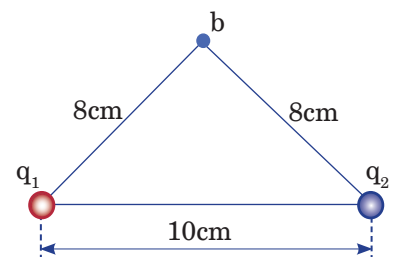


Fig. 1.45

8. Dy ngarkesa pikësore të njëjta $q = 5\text{nC}$ ndodhen 8cm larg njëra - tjetrës. Të gjendet fusha elektrike rezultante në pikën A, që ndodhet 8cm larg secilës ngarkesë.

9. Dy ngarkesa pikësore, $q_1 = 3 \cdot 10^{-9}\text{C}$ dhe $q_2 = 2 \cdot 10^{-9}\text{C}$, janë 2m larg njëra - tjetrës. Gjeni largësinë prej ngarkesës më të vogël, të pikës ku fusha elektrike rezultante është zero.

10. Tri ngarkesa pikësore të njëjta $q = 4 \cdot 10^{-6}\text{C}$ ndodhen në kulmet e një trekëndëshi barabrinjës me brinjë $a = 12\text{cm}$. Gjeni:

a) Fushën elektrike që secila ngarkesë krijon në pikëprerjen O të mesoreve të tij.

b) Fushën elektrike rezultante që të tria ngarkesat krijojnë në pikën O.

11. Tri ngarkesa pikësore $q_1 = 8\mu\text{C}$, $q_2 = 3\mu\text{C}$ dhe $q_3 = -5\mu\text{C}$ janë vendosur në kulmet e një trekëndëshi barabrinjës me brinjë 0.5cm, fig.1.46. Përcaktoni: **a)** Forcën rezultante që dy ngarkesat q_1 dhe q_2 ushtrojnë mbi ngarkesën q_3 .

b) Fushën elektrike që dy ngarkesat q_1 dhe q_2 krijojnë në pikën ku ndodhet ngarkesa q_3 .

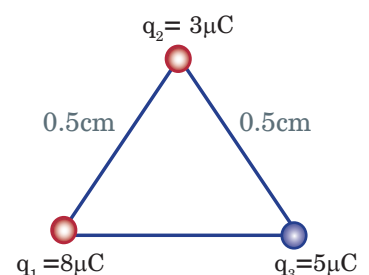
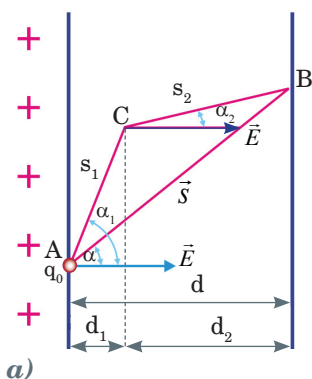
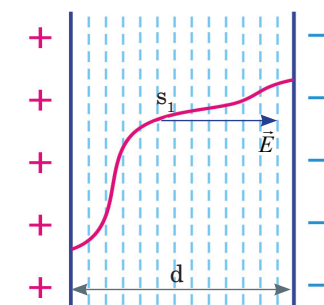


Fig. 1.46

OBJEKTIVA

- Të nxjerrë formulën me të cilën përcaktohet puna që kryen fusha elektrike.
- Të bëjë analogjinë ndërmjet energjisë potenciale gravitacionale dhe asaj elektrike.



b) Fig. 1.47

1.7 PUNA E FORCËS SË FUSHËS ELEKTRIKE. ENERGJIA POTENCIALE ELEKTRIKE**Puna e forcës së fushës elektrike**

Kur një ngarkesë e vendosim në fushë elektrike, mbi të vepron forca elektrike që e zhvendos atë. Pra, forca elektrike, ashtu sikurse forca gravitacionale, elastike, e fërimit etj., kryen punë. Për të njehsuar punën që kryen forca elektrike marrim në shqyrtim një ngarkesë pozitive q_0 , e cila zhvendoset në fushën elektrike të njëtrajtshme me intensitet $\vec{E}$, fillimisht nga pika A në pikën B të saj, fig.1.47a. Gjatë zhvendosjes $AB = \vec{s}$ të ngarkesës q_0 , forca elektrike $F = q_0 E$ kryen punën:

$$A = F s \cos \alpha \quad A = q_0 E d \quad (1.7-1)$$

ku d është projektioni i zhvendosjes $\vec{s}$ sipas drejtimit të vijave të fushës elektrike. Supozojmë tani që ngarkesa q_0 zhvendoset sipas trajektorës ACB. Puna e kryer në këtë rast nga forca elektrike F është e barabartë me shumën e punëve që ajo kryen gjatë zhvendosjeve:

$AC = s_1$ dhe $CD = s_2$ të ngarkesës q_0 , pra:

$$A = A_{AC} + A_{CB}$$

$$A = F s_1 \cos \alpha_1 + F s_2 \cos \alpha_2$$

$$A = q_0 E (d_1 + d_2) = q_0 E d$$

Shohim që edhe në këtë rast, puna e kryer nga forcat e fushës elektrike mbi ngarkesën q_0 është: $A = q_0 E d$

Provohet që edhe në rastin kur trajektorja e lëvizjes së ngarkesës q_0 është e lakuar, fig.1.47b, puna e kryer nga forca e fushës elektrike e njëtrajtshme është përsëri e barabartë me: $A = q_0 E d$

Arrijmë kështu në përfundimin:

Puna e forcës së fushës elektrike nuk varet nga forma e trajektorës së lëvizjes së ngarkesës elektrike, por vetëm nga vendndodhja fillestare dhe përfundimtare e saj.

Pra, fusha elektrike, ashtu sikurse fusha gravitacionale është fushë potenciale. Puna që kryejnë forcat e kësaj fushe, për zhvendosjen e një ngarkese sipas një trajektoreje të mbyllur, është e barabartë me zero.

Energjia potenciale elektrike

Gjatë studimit të mekanikës kemi parë se trupat që bashkëveprojnë ndërmjet tyre zotërojnë energji potenciale. Në sajë të kësaj energjie trupi është i aftë të kryejë punë. Sa më e madhe është energjia potenciale e trupit aq më e madhe është puna që mund të kryejë ai.

P.sh., trupi i ngritur në një farë lartësie nga toka (në fakt sistemi trup-tokë) zotëron energji potenciale gravitacionale në sajë të bashkëveprimit të tij me tokën, fig.1.48a. Duke e lënë të lirë trupin, ai lëviz drejt tokës dhe mund të kryejë punë, p. sh. të ngulë një trup në tokë, fig. 1.48b.

Puna e kryer nga forcat e fushës gravitacionale mbi trupin që bie, p. sh. nga pika A në B është pozitive ($A_{AB} > 0$), kurse energjia potenciale e tij (e sistemit trup-Tokë) zvogëlohet, po kështu dhe aftësia për të kryer punë. Pra, puna që kryejnë forcat e fushës gravitacionale mbi trupin është e barabartë me ndryshimin në shenjë të kundërt të energjisë potenciale të tij.

$$A_{AB} = - (W_{pB} - W_{pA}) = - \Delta W_p$$

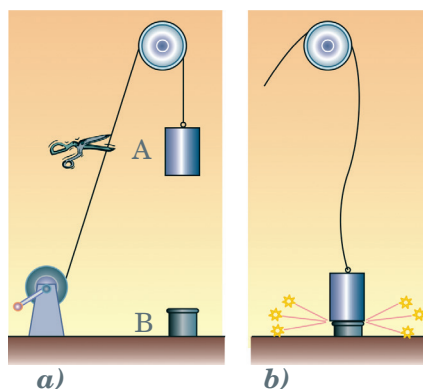


Fig. 1.48

Në mënyrë të ngjashme një ngarkesë provë q_0 që mbahet e palëvizur me anë të një fijeje në fushën elektrike të krijuar nga ngarkesa q negative (ose pozitive), zotëron energji potenciale elektrike, fig. 1.49a. Kur ngarkesa provë q_0 lihet e lirë, ajo tërhiqet (ose shtyhet) në drejtim të ngarkesës negative q , p. sh. nga pika A në pikën B, dhe është e aftë të kryejë punë, fig. 1.49b. Puna e kryer nga forcat e fushës elektrike mbi ngarkesën provë është pozitive, $A_{AB} > 0$, kurse energjia potenciale elektrike dhe aftësia e saj (e sistemit të dy ngarkesave) për të kryer punë zvogëlohen $W_{pB} < W_{pA}$.

Pra, ashtu sikurse edhe për forcat e fushës gravitacionale mund të arrijmë në përfundimin:

Puna e forcave të fushës elektrike, për zhvendosjen e ngarkesës elektrike, është e barabartë me ndryshimin në shenjë të kundërt të energjisë potenciale elektrike të ngarkesës.

$$A_{AB} = - (W_{pB} - W_{pA}) = - \Delta W_p \quad (1.7-2)$$

Energjia potenciale elektrike e dy ngarkesave bashkëvepruese q dhe q_0 varet nga madhësia e ngarkesave si dhe nga vendndodhja e ndërsjellë e tyre. Provohet që energjia potenciale elektrike e ngarkesës provë q_0 , që ndodhet në largësi r nga ngarkesa q , që krijon fushën elektrike njehsohet me relacionin:

$$W_p(r) = k \frac{qq_0}{r} \quad (1.7-3)$$

■ Niveli zero i energjisë potenciale elektrike

Ashtu sikurse energjia potenciale gravitacionale e trupit edhe energjia potenciale e ngarkesës, që ndodhet në një pikë të fushës, varet nga niveli zero i zgjedhur për llogaritjen e saj. Për të shmangur papërcaktueshmërinë e energjisë potenciale të ngarkesës elektrike me marrëveshje është pranuar që energjia potenciale elektrike e ngarkesës në infinit (pambarim) është zero ($W_{p\infty} = 0$). Kur një ngarkesë q_0 zhvendoset nga një pikë A e fushës elektrostatiqe në infinit kemi:

$$A_{A\infty} = - (W_{p\infty} - W_{pA}) = W_A \quad (1.7-4)$$

Energjia potenciale e ngarkesës q_0 , në një pikë të fushës elektrostatiqe, është e barabartë me punën që kryejnë forcat e fushës për zhvendosjen e kësaj ngarkese, nga pika e dhënë e fushës në infinit.

Meqë puna që kryhet nga forcat e fushës elektrike të krijuar nga ngarkesa q , mbi ngarkesën provë q_0 , mund të jetë pozitive ose negative edhe potenciali elektrik i ngarkesës q_0 është pozitiv ose negativ. Kur ngarkesa q dhe ngarkesa provë q_0 kanë të njëjtën shenjë, atëherë energjia potenciale e ngarkesës q_0 është pozitive. Ajo zvogëlohet deri në zero, kur ngarkesa q_0 largohet në infinit. Kurse, kur ngarkesat q dhe q_0 kanë shenja të kundërta, energjia potenciale e ngarkesës q_0 është negative dhe ajo zmadhohet deri në zero kur ngarkesën q_0 e largojmë në infinit. Si nivel zero i energjisë potenciale elektrike merret energjia potenciale e ngarkesës, që ndodhet në sipërfaqen e tokës. Në këtë rast energjia potenciale elektrike e ngarkesës, në një pikë çfarëdo të fushës elektrike, është e barabartë me punën që kryejnë forcat e fushës për zhvendosjen e ngarkesës nga kjo pikë e fushës deri në sipërfaqen e tokës.

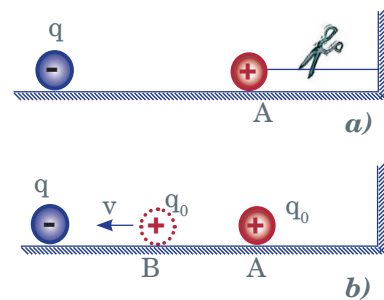


Fig. 1.49

DETYRA

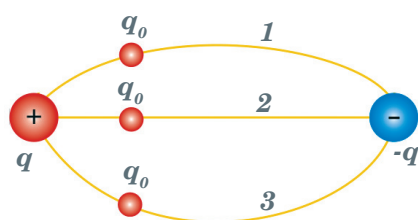


Fig. 1.50

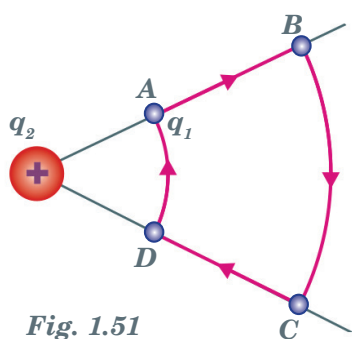


Fig. 1.51

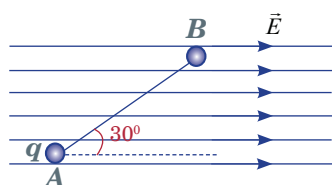


Fig. 1.52

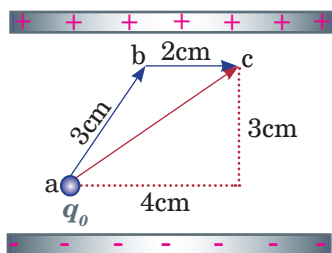


Fig. 1.53

1. Për pohimet e mëposhtme tregoni cilat janë të vërteta **V** dhe cilat të gabuara **G**.

a) Puna e forcave të fushës elektrike varet nga forma e trajektores së lëvizjes së ngarkesës elektrike në fushën elektrike. **V G**

b) Fusha elektrostatische është fushë potenciale, dhe puna e kryer nga forcat e fushës sipas një trajektoreje të mbyllur, është e barabartë me zero. **V G**

c) Kur ngarkesa provë q_0 , lëviz në drejtim të ngarkesës negative q nga pika a në pikën b, puna e kryer nga forcat e fushës elektrike mbi ngarkesën provë është negative, dhe energjia potenciale elektrike e saj zmadhohet. **V G**

2. Cili nga pohimet e mëposhtme nuk është i saktë? Pse?

A (Puna e forcave të fushës elektrostatische nuk varet nga forma e trajektores së lëvizjes së ngarkesës elektrike, por vetëm nga vendndodhja fillestare dhe përfundimtare e saj.)

B (Kur ngarkesën provë q_0 e largojmë nga pika b në pikën a të fushës elektrike të krijuar nga ngarkesa negative q , me anën e forcave të jashtme, forcat e fushës elektrike kryejnë punë pozitive mbi ngarkesën provë dhe energjia potenciale elektrike e saj zvogëlohet.)

C (Puna e forcave të fushës elektrike, për zhvendosjen e ngarkesës elektrike është e barabartë me ndryshimin në shenjë të kundërt të energjisë potenciale elektrike të ngarkesës.)

D (Energjia potenciale e ngarkesës q_0 në një pikë të fushës elektrostatische është e barabartë me punën që kryejnë forcat e fushës për zhvendosjen e kësaj ngarkese, nga pika e dhënë e fushës në infinit.)

3. Ngarkesa provë q_0 zhvendoset në fushën elektrike të një dipoli elektrik me ngarkesë q sipas trajektoreve të treguara në fig.1.50.

Sipas cilës trajektore të lëvizjes së ngarkesës provë q_0 , puna e kryer nga forcat e fushës elektrike të dipolit është më e madhe? Pse?

A (sipas trajektores 1) B (sipas trajektores 2) C (sipas trajektores 3)

D (sipas të tria trajektoreve puna e kryer nga forcat e fushës për zhvendosjen e ngarkesës provë është e njëjtë.)

4. Ngarkesa pozitive q_1 zhvendoset sipas një trajektoreje të mbyllur ABCDA në fushën elektrike të ngarkesës pikësore pozitive q_2 , fig.1.51.

Gjeni: a) Në cilën pjesë të trajektores puna e forcave të fushës elektrike për zhvendosjen e ngarkesës është pozitive, negative dhe e barabartë me zero? b) Si ndryshon energjia potenciale e sistemit? c) Me sa është e barabartë puna e plotë për zhvendosjen e ngarkesës q_1 ?

5. Në një fushë të njëtrajtshme elektrostatische $E = 3 \cdot 10^6 \text{ N/C}$ zhvendoset një ngarkesë elektrike $q = 20 \text{ nC}$ në largësinë $AB = 25 \text{ cm}$ nën këndin 30° me vijat e fushës elektrike, fig.1.52. Gjeni punën që kryejnë forcat e fushës elektrike për zhvendosjen e kësaj ngarkese.

6. Gjeni punën që kryhet nga fusha elektrike e njëtrajtshme 400 N/C e krijuar nga dy pllaka të ngarkuara me shenja të kundërta për zhvendosjen e ngarkesës $q_0 = 200 \mu\text{C}$, njëherë sipas trajektores abc dhe më pas sipas trajektores ac, fig.1.53. Ç'përfundim nxirrni për punën e kryer nga fusha në të dyja rastet?

1.8 POTENCIALI I FUSHËS ELEKTRIKE. POTENCIALI I NJË DHE DISA NGARKESAVE

Potenciali i fushës elektrike

Në mësimin e mëparshëm pamë që energjia potenciale elektrike e ngarkesës pozitive q_0 , që ndodhet në një pikë të fushës elektrike të krijuar nga ngarkesa q , është në përpjesëtim të drejtë me këto ngarkesa dhe në përpjesëtim të zhdrejtë me largësinë r mes tyre. Nëse do të rritim 2, 3... n herë ngarkesën q_0 , po atëherë 2, 3,..... n herë do të rritet edhe energjia potenciale elektrike e kësaj ngarkese. Kjo do të thotë që për një pikë të dhënë të fushës elektrike raporti i energjisë potenciale të ngarkesës q_0 me vetë ngarkesën mbetet i pandryshuar, konstant.

Meqë raporti nuk varet nga madhësia e ngarkesës q_0 , ai mund të na shërbejë për të karakterizuar fushën elektrike nga pikëpamja energjetike.

Madhësia e barabartë me raportin e energjisë potenciale W_{PA} të ngarkesës pozitive q_0 , të vendosur në një pikë të fushës elektrike me këtë ngarkesë, quhet potencial i fushës elektrike në atë pikë të fushës.

$$V_A = \frac{W_{PA}}{q_0} \quad (1.8-1)$$

Ndryshe, potenciali elektrik mund të përcaktohet si madhësia që numerikisht është e barabartë me energjinë potenciale të njësisë së ngarkesës provë pozitive (1C), të vendosur në pikën e dhënë të fushës. Duke ditur që puna e forcave të fushës elektrike për zhvendosjen e ngarkesës pozitive q_0 nga pika A e fushës në infinit, është numerikisht e barabartë me energjinë potenciale të kësaj ngarkese në pikën A, relacioni (1.8-1) mund të shkruhet në formën:

$$V_A = \frac{A_{A-\infty}}{q_0} \quad (1.8-2)$$

Potenciali në një pikë çfarëdo të fushës elektrike është i barabartë me punën që kryejnë forcat e fushës elektrike për zhvendosjen e njësisë së ngarkesës pozitive, nga ajo pikë e fushës në infinit.

Meqenëse energjia potenciale dhe ngarkesa elektrike, janë madhësi skalare edhe potenciali elektrik është madhësi skalare.

Njësia matëse e potencialit elektrik në sistemin SI është 1volt.

$$1V = 1 \frac{J}{C}$$

Potenciali i fushës elektrike është madhësi relative, që varet nga niveli zero i zgjedhur për njehsimin e tij. Me marrëveshje potenciali i pikave që ndodhen në pambarim (infinit) merret zero. Në praktikë si nivel zero për përcaktimin e potencialit merret potenciali i tokës, i cili konsiderohet i barabartë me zero.

Njohja e potencialit në çdo pikë të fushës elektrike na jep mundësi të

OBJEKTIVA

-Të përcaktojë madhësinë e potencialit të fushës elektrike në një pikë të saj.

-Të bëjë dallimin ndërmjet energjisë potenciale dhe potencialit.

-Të tregojë si gjendet potenciali në një pikë të fushës të krijuar nga disa ngarkesa pikësore.

përcaktojmë energjinë potenciale elektrike të ngarkesës pozitive të vendosur në çdo pikë të saj ($W_p = q_0 V$).

■ Potenciali i fushës elektrike i një ngarkese pikësore

Duke pasur parasysh relacionet (1.7-3) dhe (1.8-1) mund të gjejmë potencialin në një pikë çfarëdo të fushës elektrike të krijuar nga ngarkesa pikësore q .

$$V_a = \frac{W_{pa}}{q_0} = \frac{k \frac{qq_0}{r_a}}{q_0} \quad \text{që nga} \quad V_a = k \frac{q}{r_a} \quad (1.8-2)$$

Nga relacioni (1.8-2) shohim që potenciali i fushës elektrike i një ngarkese pikësore pozitive ($q > 0$), është pozitiv në çdo pikë të fushës ($V > 0$), kurse ai i një ngarkese negative ($q < 0$), është negativ ($V < 0$).

Relacioni (1.8-2) na konfirmon gjithashtu faktin që potenciali i fushës në një largësi të pafundme ($r = \infty$) nga ngarkesa pikësore q , është i barabartë me zero ($V_\infty = 0$).

Relacioni (1.8-2) është i vërtetë edhe për njehsimin e potencialit (V) të fushës elektrike të krijuar nga një sferë metalike me rreze R , e ngarkuar njëtrajtësisht, në pikat e saj me largësi ($r \geq R$)

■ Potenciali i fushës elektrike i disa ngarkesave pikësore

Dimë që fusha elektrike ($\vec{E}$) gëzon vetinë e mbledhjes (aditive).

Fusha elektrike rezultante e krijuar nga disa ngarkesa pikësore $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$, në një pikë çfarëdo A të saj, është e barabartë me shumën vektoriale të fushave që secila ngarkesë krijon në atë pikë:

$$\vec{E}_A = \vec{E}_{1A} + \vec{E}_{2A} + \vec{E}_{3A} + \dots + \vec{E}_{nA}$$

Ashtu si fusha elektrike edhe potenciali i fushës elektrike gëzon vetinë e mbledhjes. Potentiali i fushës elektrike i krijuar nga disa ngarkesa pikësore $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ në një pikë çfarëdo A të saj, fig.1.54, është i barabartë me shumën algebrike të potencialeve, që secila prej ngarkesave krijon në atë pikë:

$$V_A = V_{1A} + V_{2A} + V_{3A} + \dots + V_{nA} \quad (1.8-3)$$

Shenja e potencialit (pozitive apo negative) në një pikë të fushës është e njëjtë me shenjën e ngarkesës që e krijon atë.

Në qoftë se largësitë e pikës A të fushës nga ngarkesat:

$$q_1, q_2, q_3, \dots, q_n,$$

që krijojnë fushën, janë përkatësisht:

$$r_{1A}, r_{2A}, r_{3A}, \dots, r_{nA},$$

atëherë potenciali i fushës në këtë pikë është:

$$V_A = k \left(\frac{q_1}{r_{1A}} + \frac{q_2}{r_{2A}} + \frac{q_3}{r_{3A}} + \dots + \frac{q_n}{r_{nA}} \right) \quad (1.8-4)$$

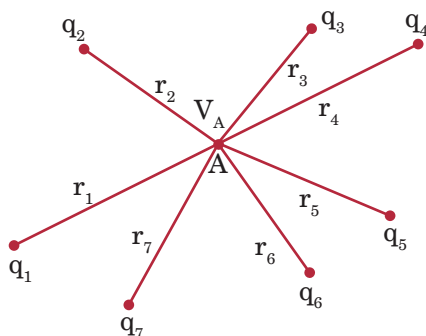


Fig. 1.54

DETYRA

1. Për pohimet e mëposhtme tregoni cilat janë të vërteta **V** dhe cilat të gabuara **G**.

a) Potenciali i fushës elektrike në një pikë të saj, është i barabartë me raportin e energjisë potenciale W_p të ngarkesës pozitive q_0 të vendosur në këtë pikë, me këtë ngarkesë.

V **G**

b) Potenciali i fushës elektrike, ashtu sikurse edhe fusha elektrike, është madhësi vektoriale.

V **G**

c) Vlera e potencialit të fushës elektrike të një ngarkese pikësore në një pikë të saj, është në përpjesëtim të drejtë me largësinë e pikës nga ngarkesa.

V **G**

2. Cili nga pohimet e mëposhtme nuk është i saktë? Pse?

A (Potenciali është madhësia numerikisht e barabartë me energjinë potenciale të njësisë së ngarkesës pozitive provë (1C), të vendosur në pikën e dhënë të fushës.)

B (Potenciali në një pikë të fushës është i barabartë me punën që kryejnë forcat e fushës për zhvendosjen e njësisë së ngarkesës pozitive, nga pika e dhënë e fushës në infinit.)

C (Vlera e potencialit të fushës elektrike të një ngarkese pikësore, në një pikë të saj, është në përpjesëtim të drejtë me madhësinë e ngarkesës.)

D (Në sistemin SI njësia matëse e potencialit elektrik është njuton për metër (1N/m).

3. Potenciali elektrik i një pike të fushës së krijuar nga një ngarkesë q në lidhje me potencialin zero të tokës është 20V. Sa do të jetë potenciali elektrik në këtë pikë të fushës, nëse potencialin e tokës nuk e marrim të barabartë me zero, por -5V?

A (-5V) A (15V) A (20V) A (25V)

4. Gjeni sa është potenciali i fushës elektrike të krijuar nga ngarkesa pikësore $q = 3.2\mu\text{C}$ në një pikë, që është 14cm larg kësaj ngarkese.

5. Dy ngarkesa pikësore $q_1 = 2\mu\text{C}$ dh $q_2 = 4\mu\text{C}$ janë vendosur përgjatë boshtit ox , e para në origjinë dhe e dyta në pikën $x_1 = 20\text{cm}$.

Gjeni potencialin që krijojnë dy ngarkesat në pikën $x_2 = 30\text{cm}$.

6. Potenciali i fushës elektrike që krijon një ngarkesë pikësore, në një pikë A, që ndodhet 20cm larg ngarkesës është 5V. Gjeni sa është vlera e ngarkesës që krijon fushën.

7. Gjeni sa është potenciali i fushës elektrike që dy ngarkesa pikësore, q dhe $-q_2$ krijojnë në pikën A, që është e baraslarguar nga ngarkesat si në fig. 1.55.

8. Dy ngarkesa $q_1 = 15\mu\text{C}$ dhe $q_2 = -20\mu\text{C}$ janë vendosur kundrejt njëra - tjetrës si në fig.1.56. Gjeni potencialin e fushës elektrike të krijuar nga të dyja ngarkesat në pikën P.

9. Tri ngarkesa pikësore $q_1 = -9\mu\text{C}$, $q_2 = 3\mu\text{C}$ dhe $q_3 = 5\mu\text{C}$ janë vendosur kundrejt njëra - tjetrës si në fig.1.57. Gjeni potencialet e fushës elektrike të krijuara nga tri ngarkesat, në pikat A dhe B të saj.

Të diskutojmë

Në fig.1.58 paraqitet grafiku i potencialit elektrik të krijuar nga një sferë përçuese e ngarkuar me rreze R , prej largësisë nga qendra e saj. Diskutoni

a) Si është potenciali i fushës elektrike në pikat për të cilat $r \leq R$? Pse?

b) Ç'ndodh me potencialin për pikat e fushës për të cilat $r > R$? Pse?

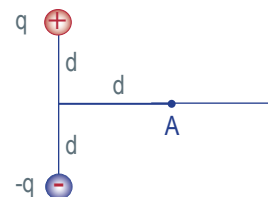


Fig. 1.55

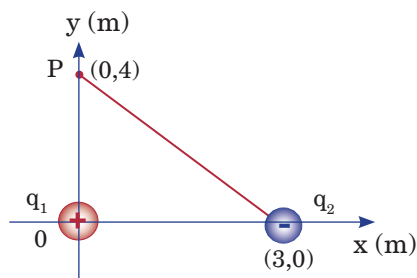


Fig. 1.56

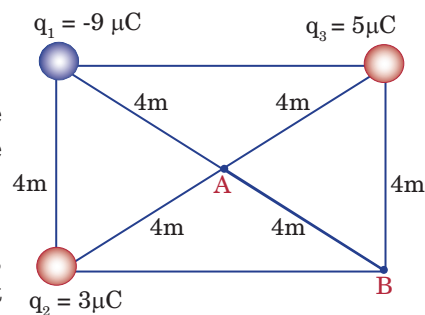


Fig. 1.57

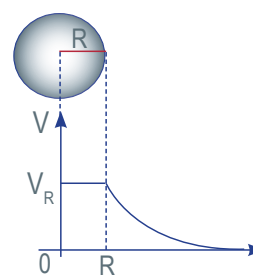


Fig. 1.58

OBJEKTIVA

- Të përkufizojë ç'është diferenca e potencialit ndërmjet dy pikave të fushës elektrike.
- Të tregojë cila është lidhja e fushës elektrike me diferencën e potencialit.
- Të tregojë ç'janë sipërfaqet ekuipotenciale.
- Të shpjegojë ndërtimin dhe parimin e punës së elektrometrit.

1.9 DIFERENCA E POTENCIALIT E FUSHËS ELEKTRIKE. SIPËRFAQET EKUIPOTENCIALE**Diferenca e potencialit e fushës elektrike**

Megenëse vlera e energjisë potenciale dhe potenciali elektrik varen nga niveli zero i referimit, rëndësi praktike nuk ka vetë vlera e potencialit, por diferenca e potencialit (tensioni U) ndërmjet dy pikave të fushës, e cila nuk varet nga zgjedhja e nivelit zero të referimit. Dimë se puna që kryhet nga fusha elektrike e ngarkesës q , për zhvendosjes e ngarkesës pozitive q_0 , nga një pikë A e fushës në një pikë tjetër B të saj, është e barabartë me ndryshimin në shenjë të kundërt të energjisë potenciale të ngarkesës q_0 :

$$A_{AB} = -\Delta W_p = -(W_{PB} - W_{PA}) \quad (1.9-1)$$

Duke patur parasysh relacionin (1.8-1) relacioni (1.9-1) shkruhet në formën:

$$A_{AB} = -q_0(V_B - V_A) = q_0(V_A - V_B) = q_0 U_{AB}$$

$$\text{që nga} \quad V_A - V_B = U_{AB} = \frac{A_{AB}}{q_0} \quad (1.9-2)$$

Pra arrijmë në përfundimin:

Diferenca e potencialit (tensioni) ndërmjet dy pikave A dhe B të fushës elektrike, është e barabartë me raportin e punës A_{AB} që forcat e fushës elektrike kryejnë për zhvendosjen e ngarkesës pozitive q_0 nga pika A në pikën B të fushës, me vetë ngarkesën q_0 .

Diferenca e potencialit midis dy pikave të fushës është 1V, atëherë kur gjatë zhvendosjes së ngarkesës elektrike 1kulon ($q_0 = 1C$) nga një pikë e fushës në një tjetër, fusha elektrike kryen punën një xhaul ($1V = 1J/C$).

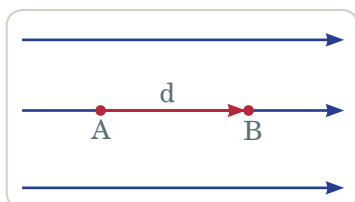


Fig. 1.59

Lidhja e fushës elektrike me diferencën e potencialit

Fusha elektrike e njëtrajtshme lidhet me diferencën e potencialit me një relacion të thjeshtë. Për të gjetur këtë lidhje marrim në shqyrtim ngarkesën provë q_0 , që zhvendoset sipas vijave të fushës elektrike të njëtrajtshme $\vec{E}$ nga pika A në pikën B, që ndodhen në largësinë d nga njëra-tjetra, fig.1.59. Fusha elektrike kryen mbi ngarkesën q_0 punën:

$$A_{AB} = q_0 E d \quad (1.9-3)$$

Sipas relacionit (1.9-2) kjo punë përcaktohet edhe nëpërmjet diferencës së potencialit (tensionit) me relacionin:

$$A_{AB} = q_0(V_A - V_B) = q_0 U_{AB} \quad (1.9-4)$$

Duke barazuar anët e djathta të relacioneve (1.9-3) dhe (1.9-4) gjejmë lidhjen ndërmjet fushës elektrike të njëtrajtshme dhe diferencës së potencialit (tensionit) të dy pikave të saj:

$$E = \frac{V_A - V_B}{d} \quad E = \frac{U_{AB}}{d} \quad (1.9-5)$$

Meqë gjatë zhvendosjes së ngarkesës provë pozitive q_0 , sipas vijave të fushës E , fusha kryen punë pozitive ($q_0(V_A - V_B) > 0$), atëherë potenciali V_A është më i madh se potenciali V_B ($V_A > V_B$). Pra, mund të arrijmë në përfundimin që fusha elektrike drejtohet në anën e zvogëlimit të potencialit. Nga relacioni (1.9-5) shohim që fusha elektrike matet edhe me një njësi tjetër të sistemit SI, me volt për metër ($1V/m = 1N/C$).

Sipërfaqet ekuipotenciale

Ashtu si fusha elektrike, që paraqitet grafiksht me anë të vijave të forcës edhe potenciali elektrik paraqitet grafiksht me anë të sipërfaqeve ekuipotenciale.

Sipërfaqja ekuipotenciale është sipërfaqja e menduar në fushën elektrike, në çdo pikë të së cilës, potenciali ka të njëjtën vlerë.

Meqë të gjitha pikat e sipërfaqes ekuipotenciale kanë potencial të njëjtë, diferenca e potencialit ndërmjet dy pikave çfarëdo të saj është zero.

Kështu, për zhvendosjen e ngarkesave elektrike nga një pikë e sipërfaqes në tjetrën, forcat e fushës elektrike nuk kryejnë punë ($A = 0$), pra ato janë pingule me sipërfaqen ekuipotenciale. Duke u nisur nga kjo arrijmë në përfundimin e rëndësishëm:

Intensiteti i fushës elektrike në një pikë të saj është pingul me sipërfaqen ekuipotenciale që e përmban atë pikë. Vijat e forcës të fushës elektrike janë përkatësisht pingule me sipërfaqet ekuipotenciale.

P.sh., sipërfaqja e një përçuesi të ngarkuar në ekuilibër është sipërfaqe ekuipotenciale. Kjo sepse fusha elektrike në sipërfaqen e tij është zero ($E = 0$) dhe për pasojë potenciali në të gjitha pikat e sipërfaqes është i njëjtë:

$$E = \frac{V_A - V_B}{d} = \frac{U_{AB}}{d} = 0 \quad \text{që nga} \quad V_A = V_B$$

Fakti që vijat e forcës të fushës elektrike dhe sipërfaqet ekuipotenciale janë reciprokisht pingule, na lejon të përcaktojmë pozicionin e sipërfaqeve ekuipotenciale, kur njohim atë të vijave të forcës të fushës. Grafiksht sipërfaqet ekuipotenciale paraqiten me anën e vijave potenciale, të cilat përftohen si rezultat i ndërprerjes së sipërfaqeve ekuipotenciale me planin e figurës (me vijat e forcës të fushës elektrike).

Në fig.1.59a paraqiten vijat potenciale të fushës elektrike të krijuara nga dy pllaka paralele, të ngarkuara uniformisht me të njëjtën ngarkesë, por me shenja të kundërta. Ato janë paralele me sipërfaqet e pllakave.

Në fig.1.59b,c paraqiten vijat potenciale të fushës elektrike të krijuar nga një ngarkesë pikësore pozitive (negative), si dhe dy ngarkesave me shenja kundërta (dipolit elektrik). Te ngarkesat pikësore ato janë sipërfaqe sferike bashkëqendrore, kurse te dy ngarkesat elektrike forma e sipërfaqeve ekuipotenciale është më e komplikuar.

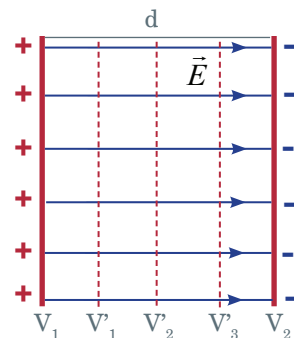


Fig. 1.59a

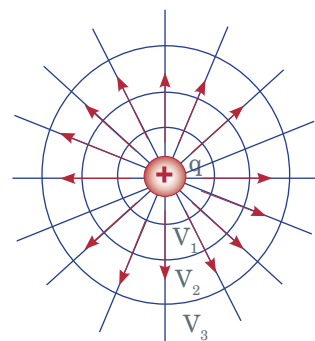


Fig. 1.59b

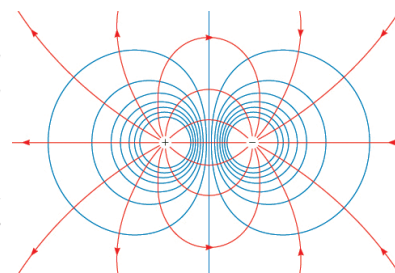


Fig. 1.59c



Fig. 1.60a

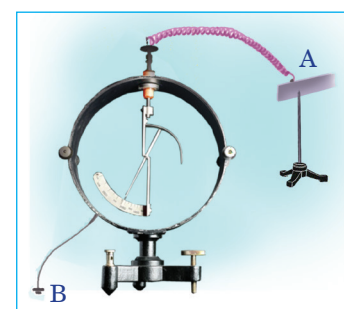


Fig. 1.60b

Elektrometri

Elektrometri është aparati që shërben për matjen e potencialit dhe të diferencës potenciale, fig.1.60a. Ai përbëhet nga trupi metalik që ka dy faqe anësore prej qelqi, si dhe një shufrë metalike e pajisur me shigjetë të lëvizshme, e izoluar nga trupi nëpërmjet një tape.

Për të matur potencialin e një trupi, një pikë A të tij e lidhim me shufrën e elektrometrit, kurse trupin e elektrometrit e lidhim me tokën, në një pikë B të saj, fig.1.60b. Pas lidhjes, sipërfaqja e shufrës dhe e gjilpërës kanë potencialin e trupit (pikës A), (V_A), kurse trupi i elektrometrit, potencialin e tokës (pikës B) që është zero ($V_B = 0$).

Ndërmjet shufrës së elektrometrit dhe trupit të saj ka diferencë potenciali $V_A - V_B = V_A$, e barabartë me potencialin e trupit.

Kjo diferencë potenciali krijon fushën elektrike E, e cila ushtron mbi gjilpërën e lëvizshme forcë elektrike, duke e zhvendosur atë, pra tregon potencialin e trupit në shkallëzimin e saj. Për matjen e potencialit dhe diferencës potenciale në Volt, aparati shkallëzohet me ndihmën e tensioneve të njohura, që përftohen nga bateri etalon.

DETYRA

1. Për pohimet e mëposhtme tregoni cilat janë të vërteta **V** dhe cilat të gabuara **G**.

a) Tensioni ndërmjet dy pikave A dhe B të fushës elektrike është i barabartë me prodhimin e punës që kryen fusha, për zhvendosjen e ngarkesës pozitive q_0 nga pika A në B, me ngarkesën q_0 . **V** **G**

b) Diferenca e potencialit ndërmjet dy pikave të fushës është 1V, atëherë kur gjatë zhvendosjes së ngarkesës një kulon ($q_0 = 1C$) nga një pikë e fushës në një tjetër, fusha kryen punën një xhaul. **V** **G**

c) Intensiteti i fushës elektrike është drejtuar sipas zmadhimit të potencialit të fushës. **V** **G**

2. Cili nga pohimet e mëposhtme nuk është i saktë? Pse?

A (Në sistemin SI, njësia matëse e fushës elektrike është njuton për kulon (1N/C) ose volt për metër (1V/m).

B (Drejtimi i fushës elektrike është në anën e zvogëlimit të potencialit.)

C (Sipërfaqja ekuipotenciale është sipërfaqja e menduar në hapësirën e fushës elektrike, në çdo pikë të së cilës, potenciali ka të njëjtën vlerë.)

D (Sipërfaqja ekuipotenciale është paralele me vijat e forcës të fushës elektrike.)

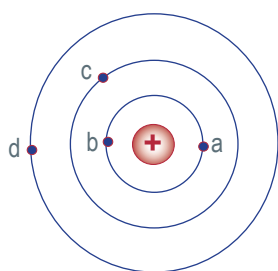


Fig. 1.61

3. Në cilin rast forcat e fushës elektrike të krijuara nga ngarkesa

(+ q), fig.1.61 kryejnë punë më të madhe mbi ngarkesën provë q_0 , kur ajo zhvendoset nga pika a në b, nga b në c apo nga b në d? Pse?

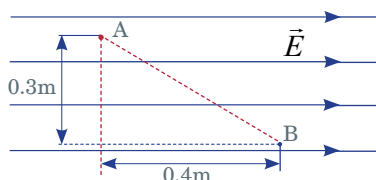


Fig. 1.62

A (Kur zhvendoset nga a në b.)

B (Kur zhvendoset nga b në c.)

C (Kur zhvendoset nga c në d.)

D (Në të tria rastet forcat e fushës kryejnë të njëjtën punë.)

4. Në një fushë elektrike forcat e fushës kryejnë punën $6 \mu J$ për të zhvendosur nga pika A në pikën B të saj ngarkesën $q = 0.95 \mu C$. Gjeni sa është diferenca e potencialit ndërmjet dy pikave A dhe B të fushës.

5. Diferenca e potencialit ndërmjet poleve të një baterie është 24V. Ç'punë kryejnë forcat e fushës elektrike të baterisë për zhvendosjen e një ngarkese pozitive ekuivalente me 10^{18} ngarkesa elementare, nga poli pozitiv për në polin negativ të baterisë?

6. Gjeni sa është diferenca e potencialit ndërmjet pikave A dhe B të fushës elektrike homogjene me intensitet $4000V/m$, fig.1.62.

7. Një ngarkesë $q = 2.5 \mu C$ zhvendoset nga pika C në D të një fushe elektrike të njëtrajtshme me intensitet $5N/C$ sipas drejtimit të vijave të forcës të fushës, fig.1.63. Diferenca e potencialit ndërmjet pikës C dhe D të fushës është $V_C - V_D = 0.4V$. Gjeni:

a) Punën që kryejnë forcat e fushës elektrike për zhvendosjen e ngarkesës. b) Distancën CD që përshkon ngarkesa.

Detyre kërkimore

Mblidhni informacion nga interneti, libra dhe revista shkencore, për dëmet që shkaktojnë rrufetë apo shkarkesat elektrike, si edhe masat që duhen marrë për mbrojtjen ndaj tyre, fig. 1.64.



Fig. 1.64

1.10 ZGJIDHJE DETYRASH

► Detyra 1

Elektroni, me shpejtësi fillestare zero, lëviz sipas vijave të forcës të fushës elektrike të njëtrajtshme me intensitet 1.5 N/C .

Gjeni në ç'largësi shpejtësia e elektronit bëhet 2000 km/s . Ngarkesa dhe masa e elektronit janë: $q_e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ dhe $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

Të dhënat

SI

$$v_{0e} = 0$$

$$E = 1.5 \text{ N/C}$$

$$v_e = 2000 \text{ km/s} \quad 2.10^6 \text{ m/s}$$

$$q_e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$d = ?$$

Zgjidhje

Me të dhënat e detyrës ndërtojmë skicën që tregohet në fig.1.65. Dimë se puna A që kryhet nga fusha elektrike e njëtrajtshme E për zhvendosjen sipas vijave të forcës të fushës së një ngarkese q (elektronit e) në largësinë d njehsohet me relacionin:

$$A = q E d \quad A = e E d \quad (1)$$

Nga teorema e energjisë kinetike dimë se puna që kryhet mbi trupin (elektronin) është numerikisht e barabartë me ndryshimin e energjisë kinetike të trupit (elektronit):

$$A = \Delta E_K = \frac{m_e v_e^2}{2} - \frac{m_e v_{0e}^2}{2} = \frac{m_e v_e^2}{2} \quad \text{sepse } v_{0e} = 0 \quad (2)$$

ku m_e është masa e elektronit dhe v_{0e} dhe v_e shpejtësitë e elektronit. Pas zëvendësimit të relacionit (1) në relacionin (2) dhe transformimesh matematike marrim:

$$e E d = \frac{m_e v_e^2}{2} \quad \text{që nga} \quad d = \frac{m_e v_e^2}{2 \cdot e \cdot E} \quad (3)$$

Zëvendësojmë në relacionin (3) vlerat numerike të madhësive të njohura dhe gjejmë largësinë në të cilën shpejtësia e elektronit bëhet 2000 km/s .

$$d = \frac{9.1 \cdot 10^{-31} (2.10^6)^2}{2 \cdot 1.5 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}} = 7.59 \text{ m}$$

► Detyra 2

Dy ngarkesa pikësore $q_1 = -16 \mu\text{C}$ dhe $q_2 = 50 \mu\text{C}$ janë vendosur kundrejt njëra-tjetrës si në fig.1.66. Gjeni: **a)** Potencialin e fushës elektrike që krijojnë dy ngarkesat në pikat A dhe B.

b) Punën që kryen fusha elektrike e krijuar nga dy ngarkesat për zhvendosjen e një ngarkese të tretë, $q_3 = -8 \mu\text{C}$, nga pika A në B.

Të dhënat

SI

$$q_1 = -16 \mu\text{C} \quad -16 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = 50 \mu\text{C} \quad 50 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_3 = -8 \mu\text{C} \quad -8 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$V_A = ?$$

$$V_B = ?$$

$$A_{AB} = ?$$

Zgjidhje

a) Dimë që potenciali i fushës elektrike të krijuar nga dy ngarkesa pikësore, në një pikë të saj, është i barabartë me shumën algjebrike të potencialeve që krijon secila prej ngarkesave në atë pikë. Potenciali i fushës së krijuar nga dy ngarkesat q_1 dhe q_2 , në pikën A është:

$$V_A = V_{q1A} + V_{q2A} \quad (1)$$

$$V_A = k \left(\frac{q_1}{r_{1A}} + \frac{q_2}{r_{2A}} \right) \quad (2)$$

OBJEKTIVA

-Të njehsojë punën që kryejnë forcat e fushës elektrike për zhvendosjen e një ngarkese nga një pikë e fushës në një pikë tjetër të saj, në situata të ndryshme.

-Të përdorë formulat për njehsimin e punës, potencialit, diferencën e potencialit, fushës elektrike në situata të ndryshme.

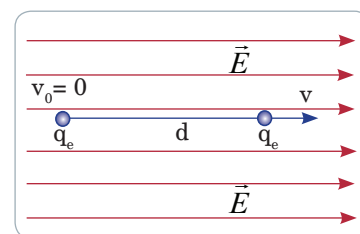


Fig. 1.65

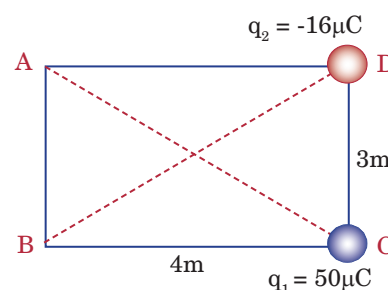


Fig. 1.66

ku V_{q1A} dhe V_{q2A} janë potencialet që krijojnë ngarkesat q_1 dhe q_2 në pikën A dhe $r_{1A} = AC$, $r_{2A} = AD$ janë largësitë e pikës A nga këto ngarkesa dhe $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$. Pas zëvendësimit në relacionin (2) të $r_{1A} = 5\text{m}$ si edhe vlerave numerike të madhësive të tjera të njohura, gjejmë potencialin që dy ngarkesat krijojnë në pikën A:

$$V_A = 9 \cdot 10^9 \left(\frac{50 \cdot 10^{-6}}{5} + \frac{-16 \cdot 10^{-6}}{4} \right) = 5.4 \cdot 10^4 \text{ V}$$

Potenciali i fushës së krijuar nga dy ngarkesat q_1 dhe q_2 në pikën B është:

$$V_B = V_{q1B} + V_{q2B}$$

$$V_B = k \left(\frac{q_1}{r_{1B}} + \frac{q_2}{r_{2B}} \right) \quad V_B = 9 \cdot 10^9 \left(\frac{50 \cdot 10^{-6}}{4} + \frac{-16 \cdot 10^{-6}}{5} \right) = 8.7 \cdot 10^4 \text{ V}$$

ku V_{q1B} dhe V_{q2B} janë potencialet që krijojnë ngarkesat q_1 dhe q_2 në pikën B dhe $r_{1B} = BC$, $r_{2B} = BD$.

b) Puna e kryer nga fusha elektrike e dy ngarkesave për zhvendosjen e ngarkesës q_3 nga pika A në B është:

$$A_{AB} = q_3 (V_A - V_B) \quad A_{AB} = -6 \cdot 10^{-6} (-8.7 \cdot 10^4 + 5.4 \cdot 10^4) = 3.3 \cdot 10^4 \text{ J}$$



Detyra 3

Për zhvendosjen nga pika A në B të ngarkesës pikësore pozitive q_0 sipas vijave të fushës elektrike të njëtrajtshme, të krijuar nga dy pllaka paralele të ngarkuara me shenja të kundërta, kryhet puna $2 \cdot 10^{-4} \text{ J}$, fig.1.67. Fusha elektrike ndërmjet pllakave është 250 N/C , kurse largësia ndërmjet tyre është 5 mm . Gjeni: **a)** Diferencën e potencialit ndërmjet dy pllakave.

b) Vlerën e ngarkesës provë që zhvendoset nga pika A në pikën B.

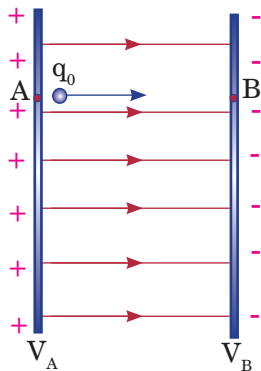


Fig. 1.67

Të dhënat

$$A_{AB} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

$$d = 5 \text{ mm}$$

$$E = 250 \text{ N/C}$$

$$V_A - V_B = ?$$

$$q_0 = ?$$

SI

$$5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Zgjidhje

Fusha elektrike e njëtrajtshme E lidhet me diferencën e potencialeve ($V_A - V_B$) ndërmjet pikave A dhe B në largësinë d me relacionin:

$$E = \frac{V_A - V_B}{d} \quad \text{që nga} \quad V_A - V_B = E d \quad (1)$$

Zëvendësojmë në relacionin (1) vlerat numerike dhe gjejmë diferencën e potencialit ndërmjet dy pllakave.

$$V_A - V_B = 250 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 1.25 \text{ V}$$

Dimë që puna A_{AB} e kryer nga fusha elektrike e njëtrajtshme, për zhvendosjen e ngarkesës pozitive q_0 sipas vijave të fushës, nga një pikë A e saj në pikën B, njehsohet me relacionin:

$$A_{AB} = q_0 (V_A - V_B) \quad \text{prej nga} \quad q_0 = \frac{A_{AB}}{V_A - V_B} \quad (2)$$

Pas zëvendësimit në relacionin (2) të vlerave numerike të madhësive të njohura, gjejmë vlerën e ngarkesës q_0 .

$$q_0 = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{1.25} = 1.6 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

DETYRA

1. Ngarkesa provë pozitive $3\mu\text{C}$ ndodhet 5cm larg ngarkesës $4\mu\text{C}$. Gjeni sa është energjia potenciale elektrike e ngarkesës provë.

2. Në pikën A potenciali i fushës elektrike të krijuar nga ngarkesa pikësore $5\mu\text{C}$ është 60V , kurse në pikën B është 40V , fig.1.68. Gjeni sa është potenciali i fushës në pikën C, që ndodhet në mesin e largësisë AB.

3. Tri ngarkesa pikësore $q_1 = 6\mu\text{C}$, $q_2 = 2\mu\text{C}$ dhe $q_3 = -4\mu\text{C}$ janë vendosur në kulmet e një trekëndëshi barabrinjës, me brinjë 20cm , fig.1.69. Gjeni sa është potenciali i fushës elektrike, që tri ngarkesat krijojnë në qendrën O të trekëndëshit.

4. Katër ngarkesa pikësore të njëjta, $q = 5\mu\text{C}$, janë vendosur në kulmet e drejtkëndëshit me brinjë $a = 10\text{cm}$ dhe $b = 20\text{cm}$, fig.1.70. Gjeni potencialin që krijojnë ngarkesat në qendrën O të drejtkëndëshit.

5. Nga pika M e sipërfaqes së një sfere metalike të ngarkuar, një ngarkesë elektrike zhvendoset në pikën N, sipas tri trajektoreve të ndryshme: 1. në brendësi të sferës, 2. jashtë sferës dhe 3. sipas sipërfaqes së sferës, fig. 1.71. Sipas cilës trajektore forcat e fushës elektrike kryejnë punë më të madhe? Pse?

6. Gjeni ç'punë duhet kryer për të zhvendosur ngarkesën $-8\mu\text{C}$ nga toka, në një pikë ku potenciali është 80V .

7. Ngarkesa elektrike 2C lëviz në një fushë elektrike nga një pikë A e fushës në një pikë tjetër B me potencial 150V . Për zhvendosjen e ngarkesës nga pika A në B nga fusha u krye puna 4000J . Gjeni potencialin e fushës në pikën A.

8. Gjeni sa është intensiteti i fushës elektrike ndërmjet dy pllakave 5.4mm larg njëra - tjetrës, kur diferenca e potencialit ndërmjet tyre është 150V .

9. Një proton zhvendoset nga prehja, nga pika A në B sipas vijave të fushës elektrike me intensitet 800N/C . Largësia ndërmjet dy pikave është 5cm . Gjeni:

a) Diferencën e potencialit ndërmjet pikave A dhe B të fushës.

b) Nxitimën që fiton protoni gjatë kësaj zhvendosjeje.

c) Energjinë kinetike të protonit 3s pas fillimit të lëvizjes.

Ngarkesa dhe masa e protonit janë:

$$q_p = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{C} \text{ dhe } m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}\text{kg}.$$

10. Puna e kryer nga forcat e jashtme për lëvizjen e ngarkesës $-7.5\mu\text{C}$ nga pika A në pikën B të fushës është $24 \cdot 10^{-4}\text{J}$. Nëse ngarkesa nisat nga prehja dhe energjia kinetike e saj kur mbërrin në pikën B është $5.4 \cdot 10^{-4}\text{J}$, sa është diferenca e potencialit ndërmjet pikave A dhe B të fushës?

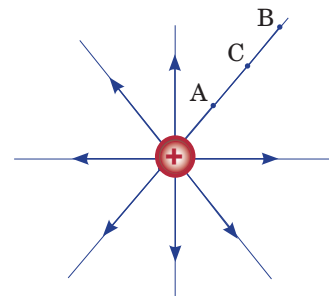


Fig. 1.68

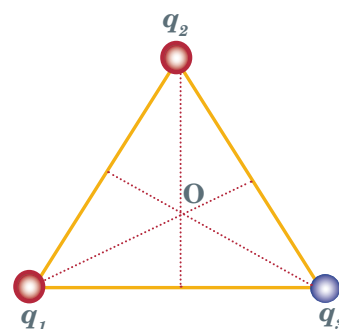


Fig. 1.69

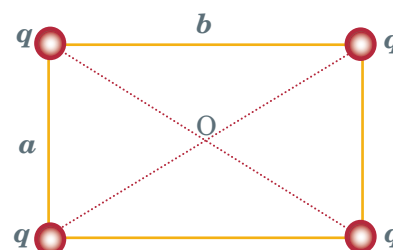


Fig. 1.70

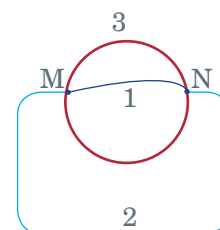


Fig. 1.71