

I.1. Ligji mbi ruajtjen e ngarkesës elektrike

Më herët është përmendur se trupat e fërkuar tërheqin trupa tjerë, dhe mund të themi se me fërkimin e trupave ato elektrizohen.

Ekzistojnë dy lloje të ngarkesave elektrike (sasi elektriciteti), edhe atë:

- trupa që janë të elektrizuara me ngarkesë elektriciteti të llojit të njëjtë të cilët bartin ngarkesë pozitive* (thupra e qelqit e elektrizuar në mëndafsh),
- trupa që janë të elektrizuara me ngarkesë elektriciteti të llojit të njëjtë të cilët bartin ngarkesë negative* (thupra e ebonitit e elektrizuar me leckë prej leshi).

Me prekjen e trupit të elektrizuar, ngarkesën elektrike që e ka trupit, mund të bartet në trupin tjetër neutral, dhe kjo quhet **elektrizim me prekje**.

Që të vërehet nëse një trup është i elektrizuar ose jo, mund të vërtetohet nëpërmjet forcave që paraqiten ndërmjet trupave të elektrizuara, dhe kjo forcë quhet **forcë elektrike**.

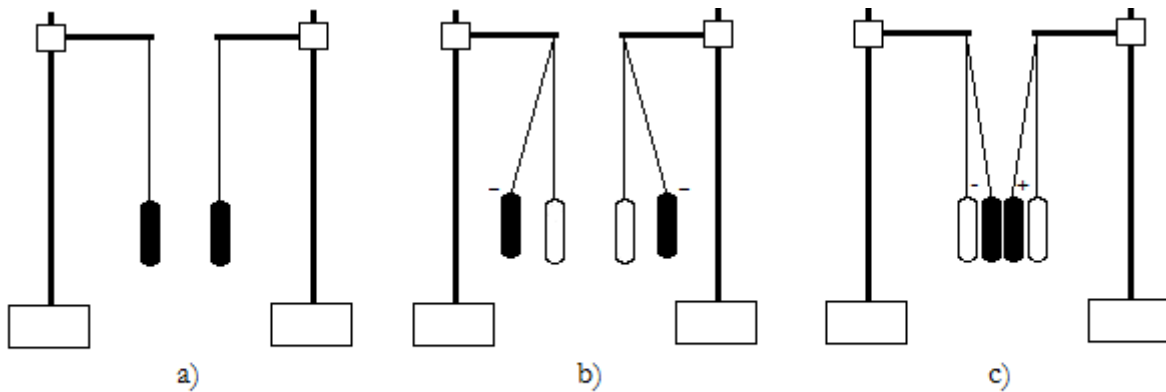


Fig.1. a) të dy cilindrat janë neutral, b) të dy cilindrat janë të elektrizuara me llojin e njëjtë të elektricitetit, dhe c) cilindrat janë të elektrizuara me lloj të ndryshëm të elektricitetit.

Dy trupa që janë të elektrizuara me lloje të njëjta të elektricitetit do të dëbohen, kurse dy trupa që janë të elektrizuara me lloje të ndryshme të elektricitetit do të tërhiqen në mes veti.

Elektroskopi është mjet i cili përdoret për matjen e sasisë së elektricitetit dhe quhet **elektrometër**.

Kur koka e elektroskopit do të preket me një trup të elektrizuar, fletët e tij elektrizohen me lloj të njëjtë të elektricitetit dhe për këtë shkak ato dë të dëbohen ndërmjet veti. Madhësia e dëbimit varet nga madhësia e ngarkesës elektrike të sjellë.

Ngarkesa elektrike

Me nocionet rrymë elektrike, ngarkesë elektrike ose trup i elektrizuar, jemi njohur shumë herë dhe jemi mësuar me to, mirëpo nëse pyetemi se ç'është ngarkesa elektrike, do të vërejmë se përgjigja e kësaj pyetje nuk është aq e thjeshtë.

Ngarkesa elektrike u dedikohet grimcave që e ndërtojnë pjesën më të vogël, e cila ka vetitë e njëjta të cilido element kimik, dhe ato grimca quhen **atome**.

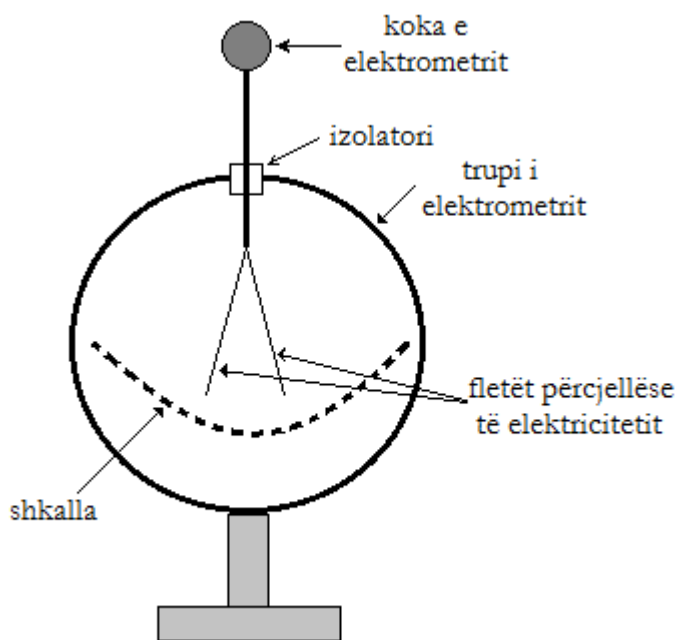


Fig.2. Elektroskopi

Sipas Raderfordit, atomi është i ndërtuar prej bërthamës atomike në të cilën gjenden dy lloje të grimcave: **protonet** dhe **neutronet**, dhe mbështjellësit atomik në të cilin lëvizin **elektronet** të elektrizuara negativisht.

Protonet janë grimca të elektrizuara **pozitivisht**, kurse **neutronet** janë **neutrale**. Grimcat në bërthamën atomike janë fortë të lidhura me forca ekzistuese bërthamore. Këto forca janë më të mëdha se ato elektrostetike dëbuese ndërmjet protoneve. Ngarkesa që e ka çdo elektron është ngarkesë elektrike më e vogël e mundshme dhe quhet **ngarkesë elektrike elementare** (e).

Ngarkesa të barabarta por pozitive për nga shenja bart çdo proton, dhe numri i protoneve është i njëjtë me numrin e elektroneve, prandaj sipas kësaj mund të themi se **atomi si tërësi është elektroneutral**.

Për shkak se masa e protonit është shumë herë më e madhe se masa e elektronit, themi se e tërë masa e atomit është e koncentruar në bërthamë (**protoni**: $1,627 \cdot 10^{-27} \text{kg}$, **elektroni**: $9,11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$).

Elektronet dhe bërthama mbahen në atome me anë të forcave elektrike. Elektronet në atome janë të rradhitura nëpër shtresa. Këto elektrone që gjenden në shtresën më të largët nga bërthama quhen **elektrone valente**.

Në atom nuk mund të ketë më shumë se tetë (8) elektrone valente, ato janë më dobët të lidhura me bërthamën atomike, prandaj për shkak të bashkëveprimeve të jashtme ato mund të kalojnë prej një atomi tek tjetri.

Duke u bazuar se elektronet janë grimca që mund të largohen nga atomi, atëherë mund të themi se trupi i cili është negativisht i elektrizuar ka tepriçë të elektroneve, kurse trupi pozitivisht i elektrizuar ka mungesë të elektroneve gjegjësisht ka tepriçë të ngarkesës pozitive, respektivisht:

$$Q = \pm N e$$

N – është numër i plotë. Domethënë, **ngarkesa elektrike e cilitdo qoftë trup të elektrizuar është numër i plotë multipël i ngarkesës elektrike elementare**.

Njësia për ngarkesën elektrike është **kuloni** (C), kurse madhësia e ngarkesës elektrike elementare (që e ka elektroni) e shprehur në kulonë është:

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Ligji për ruajtjen e ngarkesës

Gjat elektrizimit të trupave vjen deri tek zhvendosja e elektroneve, si p.sh: nëse me krehër kalojmë disa herë nëpër flokët e thata, elektronet që lëvizin lehtë prej fijeve të flokut do të kalojnë në krehër, prandaj ai do të elektrizohet negativisht, ndërsa fija e flokut pozitivisht. Gjat kësaj ngarkese elektrike e krehërit dhe fijeve të flokëve është e njëjtë për nga madhësia, por me shenja të kundërta.

Nga kjo mund të përfundohet:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$$

Shuma algjebrike e ngarkesave në sistem të izoluar ruhet. Nëse në fillim sistemi ka qenë i përbërë prej trupave të paelektrizuar, ngarkesa e përgjithshme është e barabartë me zero.

Ky ligj është pasojë e drejtëpërdrejtë e neutralitetit të atomeve dhe quhet **ligji për ruajtjen e ngarkesës**.

Ky ligj vlen për të gjitha proceset gjer më tani të njohura në Tokë dhe në gjithësi.

I.2. Ligji i Kulonit

Pjesa e elektromagnetizmit që i studion dukuritë e trupave të elektrizuar, tek të cilët ngarkesat janë në qetësi, quhet **elektrostatikë**.

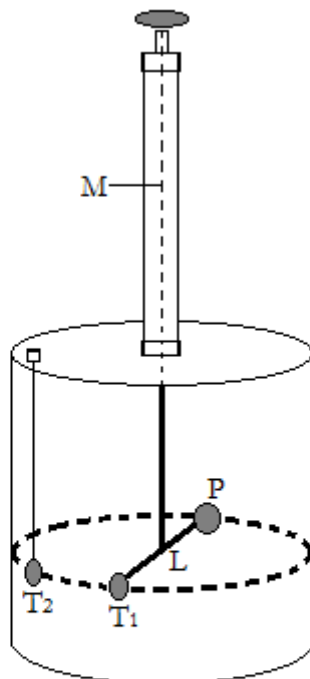


Fig.3. Terezia e Kulonit për matje precize të forcave. Në fijen e hollë metalike **M** është varur lloz i izoluar **L**, në njërin krah është elektrizuar topthi metalik **T₁**, ndërsa në tjetrin kundërpesha **P**. matet forca e bashkëveprimit ndërmjet toptshit **T₁** dhe toptshit tjetër të elektrizuar **T₂** me dimensione të njëjta.

proporcionalitetit **k** e cila varet nga zgjedhja e njësisve me të cilat matet ngarkesa, distanca dhe forca. Në sistemin ndërkombëtar për njësi matëse, në të cilin forca matet me njutna, distanca me metër, kurse ngarkesa elektrike me kulon (C), kjo konstantë ka vlerën:

$$k = 8.9875 \cdot 10^9 \approx 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$$

Ligji i Kulonit për kah forma është i ngjashëm me ligjin e Njutnit për gravitacionin. Dallimi i vetëm është në atë se forcat gravituese ndërmjet trupave janë gjithmonë tërheqëse, kurse forcat elektrostatike mund të jenë edhe tërheqëse edhe dëbuese.

Edhe konstana **k** në ligjin e Kulonit është e ngjashme me konstantën e gravitacionit **G** në ligjin e Njutnit për Grravitacion, por kjo konstantë është shumë më e madhe.

Ligjin themelor në elektrostatikë në mënyrë eksperimentale e ka futur fizicenti francez Charl Kulon në vitin 1785. Ky ligj e jep forcën me të cilën bashkëveprojnë **dy ngarkesa pikore**.

Kuloni ka përdorur terezi torzioni dhe ka arritur deri në përfundimet vijuese:

- *madhësia e forcës për bashkëveprim (dëbim ose tërheqje) është në proporcion të drejtë me madhësinë e ngarkesave Q_1 dhe Q_2 , dhe*

- *madhësia e forcës është në proporcion të zhdrejtë me katrorin e distancës r ndërmjet trupave të ekuilibruar.*

Nëse këtë e shkruajmë në formë ligji, do të fitojmë:

$$F = k \cdot Q_1 Q_2 / r^2 \dots (1)$$

Në këtë barazim hyn konstanta e

I. FUSHA ELEKTRIKE

Me propozim ndërkombëtar ligji i Kulonit shkruhet në të ashtuquajturën formë të racionalizuar, ku sipas së cilës në vend të konstantës k , futet:

$$k = 1 / 4\pi\epsilon_0 \dots (2)$$

ku: $\epsilon_0 = 1 / 4\pi k = 8,85418 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{Nm}^2$, dhe quhet **konstanta elektrike** ose **konstanta dielektrike në vakum**. Kjo konstantë është njëra nga konstantat universale të fizikës dhe zakonisht nuk shprehet në njësi të mëdha, por në njësinë F/m.

Forca është madhësi vektoriale, prandaj ligji i Kulonit duhet të shprehet në formë më të qartë, në fillim vendoset sistemi koordinativ referues në njërin prej trupave (p.sh. trupin 1), vendpozita e trupit të dytë pikor të elektrizuar është përcaktuar me rrezevektorin r (fig.4), prandaj ligji i Kulonit për forcën me të cilën ngarkesa e parë vepron ndaj të dytit shkruhet:

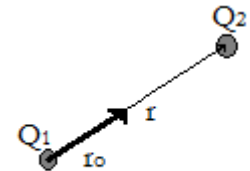


Fig.4

$$F = 1 / 4\pi\epsilon_0 \cdot Q_1 Q_2 / r^2 \cdot r_o \dots (3)$$

ku: r_o është vektori me madhësi 1 i kahëzuar njësoj si rrezevektorin r . Nëse ngarkesa Q_1 dhe Q_2 janë me lloj të njëjtë, forca është dëbuese, e cila është e kahëzuar me drejtim dhe kahje të rrezevektorit. Nëse ngarkesat janë të llojeve të ndryshme, prodhimi $Q_1 Q_2 < 0$, në formulën e 3 do të paraqitet shenja negative “ - “, dhe në këtë rast forca është tërheqëse dhe kahja e saj është e kundërt me atë të rrezevektorit r .

I.3. Karakteristikat e fushës elektrike

Intensiteti i fushës elektrike. Forcat elektrike paraqiten ndërmjet trupave të cilët janë në kontakt me njëri tjetrin, por edhe ndërmjet trupave të cilët nuk janë në kontakt. Në hapësirën rreth cilitdo qoftë trup të elektrizuar krijohet **fushë elektrike**.

Trupi i elektrizuar quhet **burim i fushës elektrike**. Nëse në afërsi të ndonjë burimi të fushës elektrike silltet trup tjetër me ngarkesë Q_{pr} , burimi i fushës do të veprojë në trupin e sjellur me ndënjë forcë. Forca me të cilën vepron burimi ndaj ngarkesës së sjellur varet se ku gjendet ngarkesa, çfarë burimi të forcës ka, dhe nga ajo se sa është madhësia e ngarkesës së sjellur.

Që të futet madhësi fizike e cila do të përshkruajë këtë fushë në një pikë të dhënë, forca me të cilën vepron ndaj ngarkesës së sjellur, do të shkruhet:

$$F = Q_{pr} E \dots (1)$$

Në këtë barazim futet madhësia fizike vektoriale E – **intensiteti i fushës elektrike** e cila shpeshherë quhet **fushë elektrike**. Intensiteti i fushës elektrike mvaret nga burimi i fushës (*ngarkesa dhe shpërndarja*) dhe nga vendpozita e pikës në të cilën na intereson fusha. Intensiteti i fushës elektrike është i ndryshëm në pika të ndryshme. Nëse formulën 1 e shkruajmë në këtë formë:

$$E = F / Q_{pr} \dots (2)$$

mund të japim definicionin që vijon për këtë madhësi fizike:

Intensiteti i fushës elektrike në pikë të dhënë të fushës është përcaktuar me forcën me të cilën fusha vepron ndaj njësisë pozitive të ngarkesës së sjellur në atë pikë.

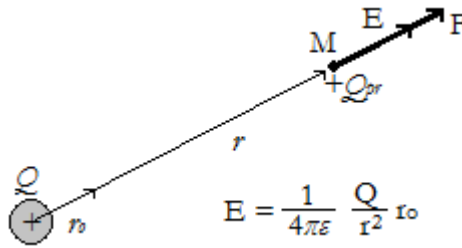
Forca me të cilën veprojnë reciprokisht dy ngarkesa pikore, është e përcaktuar me ligjin e Kulonit. Nëse burimin e fushës Q_1 e shënojmë me Q , ndërsa ngarkesën Q_2 e llogarisim si ngarkesë provuese Q_{pr} , ligji i Kulonit mund të shkruhet si:

I. FUSHA ELEKTRIKE

$$F = 1 / 4\pi\epsilon_0 \cdot QQ_{pr} / r^2 \cdot r_0$$

prandaj për *intensitetin e fushës së krijuar prej ngarkesës* pikore, fitohet:

$$E = F / Q_{pr} = 1 / 4\pi\epsilon_0 \cdot Q / r^2 \cdot r_0 \dots (3)$$



Për të gjitha pikat me distancë të njëjtë, intensiteti i fushës elektrike ka madhësi të njëjtë dhe është e kahëzuar njëjloj në mënyrë radiale si forca, prandaj kjo është *fushë radiale*.

Fusha e ndërlikuar. Shpeshherë fusha nuk është e krijuar prej një ngarkese pikore, por prej më shumë ngarkesave pikore. Në rast të tillë të fushës së ndërlikuar elektrike, nëse në pikë të caktuar intensitetet e fushave të krijuara nga ngarkesa janë $E_1, E_2, E_3, \dots E_n$, fusha përkatëse fitohet si shumë vektoriale e tyre:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n = \sum E_i \dots (4)$$

(shenja $\sum E_i$ (sigma) do të thotë mbledhje të vektorëve)

Mbledhja e këtyllë e fushave quhet *parimi i superpozicionit*. Ky parim është vërtetuar në mënyrë eksperimentale. Mirëpo, fusha elektrike më së shpeshti është krijuar nga trupi i elektrizuar, i cili mund të ketë forma të ndryshme.

Fusha elektrike homogjene. Eksperimentet dhe teoria tregojnë se në afërsi të rrafshit shumë të madh i cili është i elektrizuar njëtrajtësisht, krijohet *fushë elektrike homogjene*. Kjo fushë është e pandryshueshme, sepse madhësia, kahja dhe drejtimi i saj nuk ndryshojnë.

Madhësia e kësaj fushe varet prej dendësisë sipërfaqësore të ngarkesës (σ), të përcaktuar me raportin ndërmjet ngarkesës Q dhe syprinës S të rrafshit të caktuar:

$$\sigma = Q / S \dots (5)$$

Fusha elektrike e krijuar në afërsi të rrafshit mjaft të madh të elektrizuar njëtrajtësisht në mënyrë homogjene, e kahëzuar në drejtim normal me rrafshin dhe me madhësi të përcaktuar, është:

$$E = \sigma / 2\epsilon_0 = Q / 2\epsilon_0 S \dots (6)$$

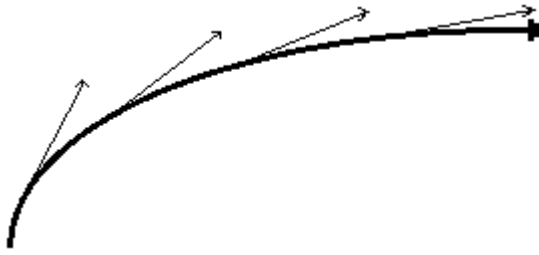
Vektori i fushës E është i kahëzuar normalisht me rrafshin, nëse ai është i elektrizuar pozitivisht, ndërsa në anën e kundërt nëse është i elektrizuar negativisht. Dy rrafshje të elektrizuara me dendësi sipërfaqësore të barabartë por me shenja të kundërta, poashtu krijojnë fushë homogjene, madhësia e së cilës është dy herë më e madhe.

Madhësia e fushës elektrike ndërmjet dy pllakave të elektrizuara njëtrajtësisht, por me lloje të ndryshme është e dhënë me barazimin:

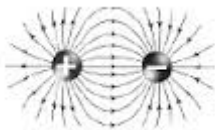
$$E = \sigma / \epsilon_0 = Q / \epsilon_0 S \dots (7)$$

ku: Q është ngarkesa, S syprina e pllakave, ndërsa ϵ_0 është konstanta në vakum.

Vijat e forcave elektrike. Fushë elektrike më të dukshme mund të paraqitet me ndihmën e vijave të forcave elektrike (figura vijuese).

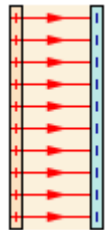


Vijat e forcave elektrike janë vija të paramenduara, tangjenta e të cilave në cilëndo qoftë pikë të saj përputhet me drejtimin dhe kahjen e vektorit të intensitetit të fushës elektrike, nëpër të cilën në gjendje të qetësisë do të lëvizte ngarkesa elektrike provuese pozitive.



Vijat e forcave elektrike fillojnë në vendet në të cilat gjendet ngarkesa pozitive dhe mbarojnë atje ku ngarkesat janë negative. Atje ku vijat e forcave janë më të dendura, fusha elektrike është më e fortë. Në fushën homogjene vijat e forcave elektrike janë të drejta dhe njësoj të dendura.

Meqë në çdo pikë të fushës në të cilën $E \neq 0$, kalon vijë e forcës. Vijat e forcës nuk mund të vizatohen të gjitha, kështuqë vizatohen vetëm ato ku intensiteti i fushës është më i madh. Kjo do të thotë se *numri i vijave të forcave të vizatuara, të cila kalojnë nëpër njësinë syprinë prej sipërfaqes së vendosur normalisht në vijat, është proporcional (i barabartë) me madhësinë e vektorit E .*



I.4. Potenciali dhe tensioni elektrik

Puna që kryhet gjat lëvizjes së ngarkesës prej pozitës 1 në pozitën 2, në cilëndo qoftë fushe elektrike (jo në atë homogjene), nuk mvaret nga trajektorja, kështu që kemi:

$$A = - (W_{p2} - W_{p1}) \dots (1)$$

Energjia potenciale e trupit të elektrizuar në fushë të dhënë varet nga ngarkesa e saj. Mirëpo, madhësia e përcaktuar me raportin ndërmjet energjisë potenciale të trupit dhe ngarkesës provuese të sjellë në pikë të caktuar, është madhësi e cila do të varet vetëm nga vendpozita e asaj pike dhe nga burimi i fushës. Kjo madhësi e përshkruan fushën dhe quhet **potencial elektrik φ** :

$$\varphi = W_p / Q_{pr} \dots (2)$$

Nga ky relacion mund të nxirret kuptimi fizik për madhësinë e potencialit elektrik, që vijon: **Potenciali elektrik në pikë të caktuar të fushës është i përcaktuar me energjinë potenciale që do ta kishte një ngarkesë pozitive e sjellë në atë pikë.**

Në pajtueshmëri me relacionin (1) dhe (2), puna e kryer mund të shkruhet me:

$$A = - Q_{pr} (\varphi_2 - \varphi_1) = - Q_{pr} \Delta\varphi \dots (3)$$

Më së shpeshti në fizikë përdoret madhësia **tension elektrik U** i cili definohet si ndryshim i potencialit ndërmjet pikës fillestare dhe asaj të fundit.

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = - \Delta\varphi \dots (4)$$

Duke i patur parasysh dy barazimet paraprahe, për tensionin fitohet:

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = A / Q_{pr} \dots (5)$$

Tensioni elektrik ndërmjet dy pikave të caktuara të fushës elektrostatiske është masë për punën që kryejnë forcat elektrike gjat lëvizjes së një ngarkese pozitive prej pikës fillestare gjer tek ajo e fundit.

Njësia për matjen e potencialit dhe tensionit në SI është **volti**. Nëse gjat zhvendosjes së një ngarkese pozitive (+1C) prej një pike në tjetrën, kryhet punë prej një xhuli (1J), atëherë ndërmjet atyre dy pikave ekziston tension prej një volti (1V).

Vetëm tensioni, gjegjësisht ndryshimi i potencialeve ndërmjet dy pikave ka një kuptim fizik të caktuar, meqenëse puna plotësisht është e përcaktuar vetëm nëse njihet pika e fillimit dhe ajo e mbarimit të zhvendosjes së ngarkesës.

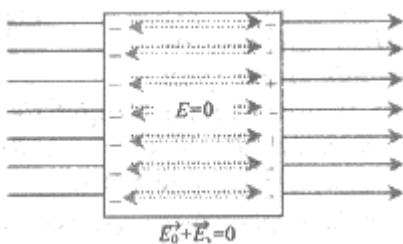
Prandaj, kur flitet për tensionin, çdoherë duhet të kemi në mendje dy pika ndërmjet të cilave ekziston ky tension.

I.5. Përçuesi dhe dielektriku

Vetvetiu mund të nënkuptojmë se fusha elektrostatiske mund të ekzistojë jo vetëm në vakum, por edhe në mjedisin material.

Në përcjellës ekzistojnë grimca të cilat mund të lëvizin lirshëm. Te metalet ato janë elektronet e lira. Më herët kemi përmendur se elektronet nën ndikimin e fushës së jashtme shkaktojnë ndarje të ngarkesave, gjegjësisht dukurinë e *influencës elektrostatiske*.

Në të gjitha provat e elektrizimit, pas lëvizjes së shkurtër ngarkesat do të ndalen, themi se do të gjenden në *kushte të baraspeshës*.



Baraspesha do të arrihet atëherë kur fusha e krijuar në brendinë e E_b do ta kompensojë fushën e jashtme E_o dhe e tërë fusha do të jetë e barabartë me zero, gjegjësisht kur moduli i këtyre dy vektorëve që janë të kahëzuar me kahje të kundërt do të barazohet.

$$E_o - E_b = 0 ; E_o = E_b ; E = 0 \dots (1)$$

Gjat kushteve të baraspeshës së ngarkesave, në brendinë e përcjellësit fusha elektrostatiske është e barabartë me zero.

Në brendinë e përcjellësit nuk ekzistojnë ngarkesa dhe as fushë elektrike, kurse ato gjenden vetëm në pjesën e jashtme të përcjellësit. Mos ekzistimi i fushës elektrike në brendinë e përcjellësit na sjell deri te një përfundim shumë i rëndësishëm, edhe atë: lidhjet ndërmjet intensitetit të fushës E , zhvendosjes ndërmjet dy pikave Δd dhe tensionit ndërmjet tyre U .

$$E = U / \Delta d \dots (2)$$

Nëse fusha është e barabartë me zero, në kushte kur ngarkesat gjenden në baraspeshë, atëherë edhe tensioni, i cili paraqet ndryshim të potencialeve ndërmjet dy pikave të çfarëdoshme është i barabartë me zero. Kjo do të thotë se *sipërfaqja e përcjellësit paraqet sipërfaqe ekuipotenciale*.

Meqenëse vijat e forcave elektrike janë normale në sipërfaqen ekuipotenciale, atëherë *vijat e forcave elektrike janë çdoherë normale në sipërfaqen e përcjellësit*.

Në fushën elektrostatiske elektrizohen edhe *dielektrikët*, dhe kjo dukuri quhet *polarizim i dielektrikëve*. Kjo dukuri te dielektrikët ndodh për shkak se molekulat e substancave të tilla bëhen dipole të cilat kahëzohen nëpër gjatësinë e vijave të forcave të fushës së jashtme. Ky *polaritet induktues* ndodh te molekulat e dielektrikëve të cilët janë neutral jashtë fushe.

Te këto dielektrikë ndodh orientimi i molekulave dipole, ashtuqë pjesa e tyre pozitive kahëzohet në kahje të fushës, kurse ajo negative në kahje të kundërt.

Substancat, molekulat e të cilave janë dipole, jashtë fushës elektrike janë të dezorientuara, ndërsa kur do të gjenden në fushë, vjen deri te orientimi i pjesërishëm i tyre, që është shkak për polarizimin e dielektrikëve.

Ky **polarizim orientues**, gjithashtu shkakton krijimin e fushës së brendshme me kahje të kundërt me fushën e jashtme, që është shkak për zvogëlimin e fushës së jashtme.

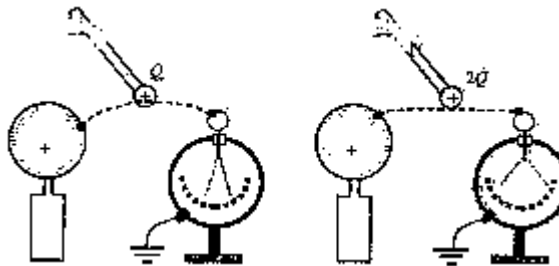
Kur dielektrikët do të gjenden në fushë të jashtme vjen në shprehje polarizimi induktues dhe orientues (molekulat dipole) edhe fusha në brendi të dielektrikut zvogëlohet. Kështu, madhësia e fushës në dielektrik E , vlera e së cilës çdoherë është më e vogël se fusha në vakum E_o , jepet me:

$$E = E_o - E_b \neq 0 \dots (3)$$

Në brendinë e dielektrikut ekziston fushë madhësia e së cilës çdoherë është më e vogël se fusha në vakum.

I.6. Kapaciteti elektrik dhe kondensatori

Nëse në një elektrometër sjellim sasi të barabartë të elektricitetit, do të vërejmë se tensioni elektrik në krahasim me Tokës është aq i madh sa më e madhe të jetë ngarkesa në kokën e elektrometrit.



$$Q = C \cdot \varphi \dots (1)$$

Koeficienti i proporcionalitetit C është konstantë për përcjellësin e dhënë, në rastin konkret për elektrometrin. Nëse ndryshohen dimensionet ose forma e elektrometrit, do të ndryshojë edhe kjo konstantë. Barazimin (1) do ta shkruajmë në formën:

$$C = \frac{Q}{\varphi} \dots (2)$$

Madhësia fizike C , e cila na tregon çfarë sasive elektriciteti është e nevojshme të sillet ose të merret nga përcjellësi që të ndryshohet potenciali i tij për njësi, quhet kapacitet elektrik i përcjellësit.

Kapaciteti elektrik varet prej dimensioneve dhe formës së trupit. Nëse për ngarkesën merret njësia **Kulon (1C)**, ndërsa për potencialin njësia **Volt (1V)**, fitohet njësia në SI e cila quhet **Farad (F)**:

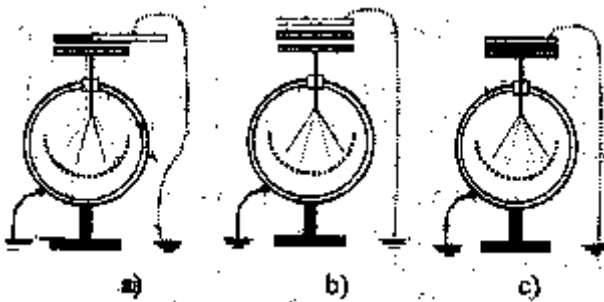
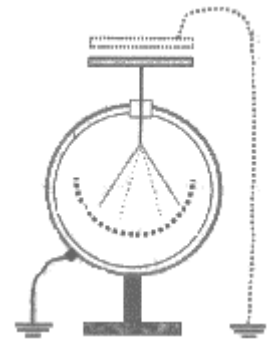
$$C = \frac{Q}{\varphi} \Rightarrow C = \frac{1C}{1V} = 1F$$

Trupi në të cilin duhet të sillet ngarkesë prej një kuloni që të zmadhohet potenciali i tij për një volt, ka kapacitet elektrik prej një farad.

Siç e dimë, ngarkesat shpërndahen vetëm në sipërfaqen e jashtme të përcjellësit, prandaj kapaciteti elektrik i ndonjë trupi nuk varet as prej masës së përcjellësit dhe as prej materialit nga i cili është i ndërtuar, por varet vetëm prej dimensioneve dhe formës së përcjellësit. Poashtu kapaciteti elektrik shumë varet edhe nga madhësia e përcjellësit që gjendet në afërsi të tij.

Shembull konkret është elektrometri dhe pllaka metalike. Nëse në elektrometër afrohet pllakë tjetër metalike, mënjanimi i elektrometrit do të zvogëlohet, dhe ky zvogëlim veçanërisht është më i madh nëse pllaka e dytë metalike është e tokëzuar.

Ngarkesën që e ka ai, nuk ka ndryshuar, mirëpo elektrometri tregon se potenciali i tij është zvogëluar. Duke u bazuar në relacionin (1), kapaciteti i elektrometrit është zmadhuar. Kështu, me afrimin e pllakës së dytë kapaciteti i trupit të parë është zmadhuar. Me këtë kemi arritur që të fitojmë kapacitet më të madh në elektrometër, pa i zmadhuar dimensionet e tij.



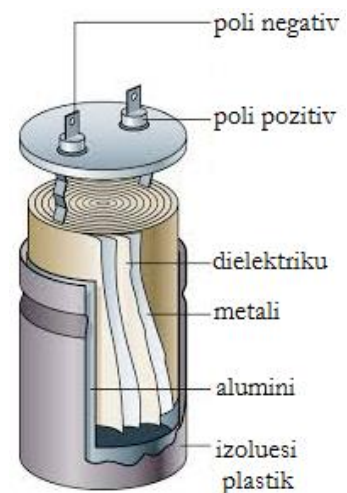
Tensioni i elektrometrit zvogëlohet kur sipërfaqet e pllakave zvogëlohen (a), mirëpo zmadhohet me zmadhimin e distancës ndërmjet pllakave (b). Gjithashtu kur në vend të ajrit ndërmjet pllakave do të vendoset dielektri, mënjanimi i elektrometrit do të zvogëlohet (c).

Në këtë parim funksionojnë *mjetet në të cilat mund të grumbullohet ngarkesa elektrike, dhe me të edhe energjia elektrike, të cilat quhen kondensatorë.*

Kondensatorët janë të ndërtuar prej dy përcjellësve ndërmjet të cilëve krijohet fushë elektrike dhe kapaciteti i tyre nuk varet nga kushtet e jashtme. Që të plotësohet ky kusht, përcjellësit vendosen në distanca të vogla ndërmjet veti, ndërsa ndërmjet tyre vendoset dielektriku.

Përcjellësit elektrizohen me lloje të ndryshme të elektricitetit, ashtuqë bashkëtrëqja e ngarkesave të tyre do të mundësojë grumbullimin e ngarkesave. Dielektriku ndërmjet përcjellësve luan rol të dyfishtë. Së pari ai e zmadhon kapacitetin elektrik, dhe së dyti ai nuk lejon ngarkesat e përcjellësve të neutralizohen.

Sasia e elektricitetit që akumulohet në të dy përcjellësit e kondensatorit quhet *ngarkesa e kondensatorit*. Kur përcjellësit e kondensatorit do të bashkohen, vjen deri te neutralizimi i tyre, dhe ky proces quhet *zbrazje e kondensatorit*. Gjat këtij procesi ngarkesa e njërit përcjellës neutralizohet me ngarkesë me shenjë të kundërt, por me madhësi të njëjtë.



Kjo ngarkesë është proporcionale me tensionin U ndërmjet përcjellësve të kondensatorit, dhe kështu për kapacitetin e kondensatorit vlen relacioni:

$$C = \frac{Q}{U} \dots \dots (3)$$

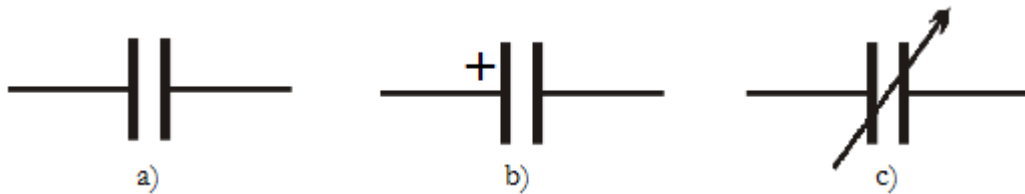
Që të elektrizohet një kondensator i caktuar, duhet që përcjellësit e tij të lidhen me dy burime të ngarkesave të ndryshme. Çdo kondensator gjat kësaj ka një tension kufitar të caktuar i cili mund të silllet në përcjellësit e tij, dhe ky tension quhet *tension depërtues*.

Kondensatorët kanë ndërtim të ndryshëm, dhe sipas formës së përcjellësve, më të shpeshtë janë: *kondensatorë me pllaka, sferikë dhe cilindrikë*.

Që të fitohet kapacitet më i madh i kondensatorit, duhet të kemi sipërfaqe të madhe të përcjellësve, distancë të vogël ndërmjet tyre dhe konstantë dielektrike të madhe të izolatorit ndërmjet përcjellësve. Kjo arrihet me mbështjelljen e folive të holla metalike ndërmjet të cilave janë të vendosur shtresat dielektrike (plastika ose letër speciale izoluese).

Kondensatori i parë ka qenë i ndërtuar qysh në sh.18 në qytetin holandez Lajden, dhe për këtë arsye quhet *shishja e lajdenit*. Forma e kondensatorëve që sot mund të takohen në mjete elektronike është shumë e ndryshme. Në çdonjërin prej tyre është shënuar kapaciteti dhe tensioni depërtues.

Njëra nga mënyrat për përfitimim e kapacitetit të lartë të kondensatorit arrihet me krijimin kimik të izolatorit shumë të hollë mbi metal, dhe kjo bëhet tek të ashtuquajturit *kondensatorë elektolitik*.



Te ky lloj i kondensatorëve të cilët shënohen në mënyrë të veçantë (a- *kondensator me kapacitet të pandryshueshëm*, b- *kondensator elektostatik*, c- *kondensator me kapacitet të ndryshueshëm*), i rëndësishëm është polariteti i tyre. Nëse ndodh lidhje e gabuar, vjen deri te dëmtimi i kondensatorit dhe ai bëhet i pa përdorshëm. Kondensatorët kanë aplikim shumë të madh në elektronikë dhe në shumë lëmi të tjera.

Lidhja e kondensatorëve mund të bëhet në: *paralele* dhe *serike*. Gjat lidhjes paralele, të gjithë kondensatorët janë të lidhur në tensionin e njejtë, dhe ngarkesa e përgjithshme Q është e barabartë me shumën e kapaciteteve të kondensatorëve.

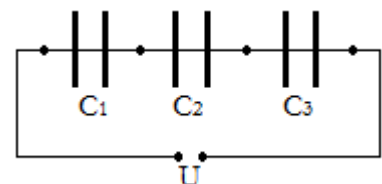
$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Prandaj nga kjo fitohet kapaciteti i kondensatorit:

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

Gjat lidhjes paralele të më shumë kondensatorëve, kapaciteti ekuivalen është i barabartë me shumën e kapaciteteve të çdonjërit kondensator.

Gjat lidhjes serike mundësohet zvogëlimi i kapacitetit. Nëse përcjellësi i majtë i kondensatorit C_1 është i elektrizuar me ngarkesë $+Q$, qtëherë pllaka e tij e djathtë elektrizohet me influencë me ngarkesë $-Q$, me madhësi të njejtë por poziti, ngarkesë ka përcjellësi i majtë i kondensatorit C_2 . Kështu, në të gjithë përcjellësit e kondensatorëve kemi ngarkesa të barabarta.



$$\text{Meqenëse: } U = U_1 + U_2 + U_3 \Rightarrow \frac{Q}{C} = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} + \frac{Q_3}{C_3}$$

$$\text{Fitohet: } \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

Gjat lidhjes serike të kondensatorëve, vlera reciproke e kapacitetit ekuivalent është e barabartë me shumën e vlerave reciproke të kapaciteteve të çdonjërit kondensator.

I.7. Energjia e fushës elektrike

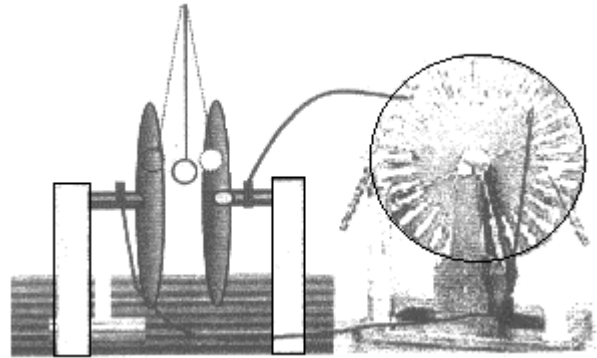
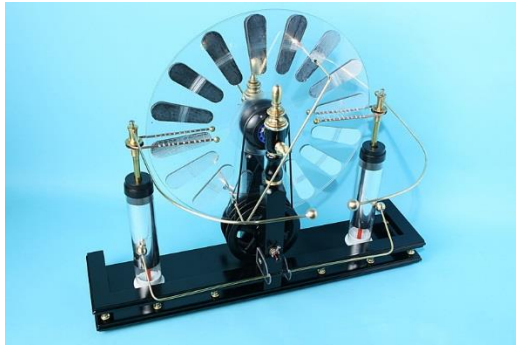


Fig.1. Të dy polet e makinës influente janë të lidhur me pllakat e kondensatorit, ku ndërmjet pllakave është varë një topti prej shtogu, dhe gjat aktivizimit të makinës, topti do të lëviz herë në njërën anë edhe herë në anën tjetër të pllakës.

Me eksperimentin e skicuar në fig.1 do të tregohet se në kondensator akumulohet energji elektrike. Në fillim topti ka qenë elektroneutral, dhe pasi ai elektrizohet nën ndikim do të bëhet dypolësh. Pjesa e toptit që është më afër njërës pllakë më tepër është tërheqëse, prandaj topti e prek njërën pllakë.

Në pllakë torthi neutralizohet dhe pranon një pjesë të ngarkesës së saj. Meqë kanë elektricitet të llojit të njejtë, ai dëbohet prej kësaj pllake dhe do të tërhiqet nga pllaka tjetër, dhe do të ndodh efekti i njejtë, dhe kështu topti do të lëviz herë andej e herë këndej.

Nën ndikimin e forcës elektrostatike topti do të lëviz, ndërsa nëse një trup lëviz, ai kryen punë.

Puna që kryhet është e mundshme për shkak se kondensatori i elektrizuar ka energji. Kur kondensatorin do ta mbushim, i lidhim pllakat e tij me burime të ngarkesave të llojit të kundërt (në rastin konkret makina influente).

Gjat kësaj kryhet punë në llogari të së cilës kondensatori akumulon energji. Kjo energji **quhet energji e kondensatorit**.

Le të supozojmë se kondensatori nuk është i elektrizuar. Kur makina elektrostatike do të fillojë të punojë, pllakave do tu sjell ngarkesë, të cilat janë proporcionale me tensionin që krijohet sipas barazimit të njohur:

$$Q = C \cdot U \Rightarrow U = \frac{1}{C} Q \dots \dots (1)$$

Tensioni i formuar prej vlerës zero në fillim, zmadhohet proporcionalisht me ngarkesën e sjellë. Në varshmërinë ndërmjet ngarkesës dhe tensionit nëse e paraqesim grafikisht, do të fitohet:

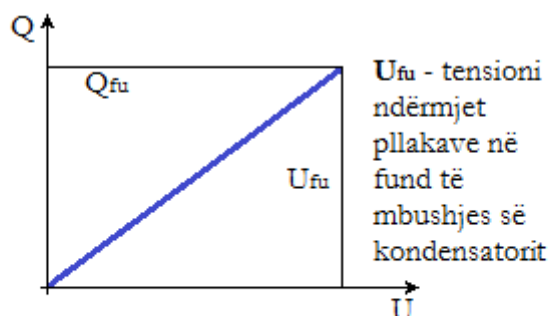


Fig.2. Puna që kryhet gjat elektrizimit të pllakave nga ngarkesa zero, gjer te madhësia e ngarkesës fë fundit Q_{fu} , është përcaktuar me syprinën (e shënuar me ngjyrë të kaltërt).

Puna e kryer është e barabartë me prodhimin e ngarkesës dhe tensionit, meqenëse tensioni ndryshohet prej 0 deri në U_{fu} , këtu për tensionin merret vlera mesatare e tij e cila do të jetë:

$$A = Q_{fu}U_m \dots \dots (2)$$

meqenëse:

$$U_m = \frac{0 + U_m}{2} = \frac{U_{fu}r}{2} \dots \dots (3)$$

për punën e harxhuar gjat elektrizimit të kondensatorit deri në ngarkesën Q_{fu} , gjegjësisht deri te tensioni U_{fu} fitohet:

$$A = \frac{Q_{fu}U_{fu}}{2} = W_p \dots \dots (4)$$

Puna e harxhuar është e barabartë me energjinë potenciale të kondensatorit (W_p). Duke u bazuar në relacionin $Q_{fu} = CU_{fu}$, për energjinë potenciale do të fitojmë:

$$W_p = \frac{CU_{fu}^2}{2} \dots \dots (5)$$

gjat së cilës vlera për tensionin është shënuar me U_{fu} , në vend të U .

Barazimin (5) do ta shënojmë me shenjën e zakonshme për energjinë, tensionin dhe ngarkesën:

$$W = \frac{1}{2}CU^2 \quad ose \quad W = \frac{1}{2}QU \dots \dots (6)$$

Barazimi (6) vlen për cilindo kondensator.

Energjia e akumuluar në kondensator është proporcionale me kapacitetin e tij, por edhe me katrorin e tensionit deri te i cili është elektrizuar kondensatori.

Provat tregojnë se kjo energji mund të trajtohet edhe si energji e fushës elektrostатike e cila paraqitet ndërmjet përcjellësve të kondensatorit.