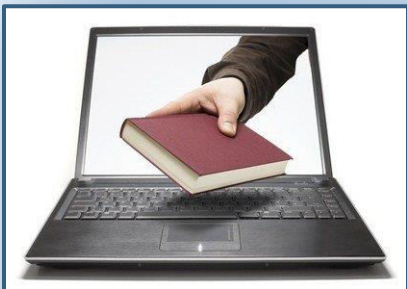




**FIZIKA
KAFEDRASI**



Fizika I

2018

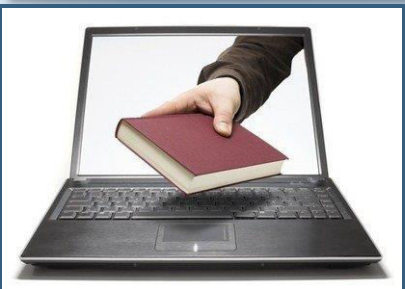
ELEKTROSTATIKA

9 – ma'ruza

Q.P.Abduraxmanov, V.S.Xamidov



**TÁBIYIY HÁM
GUMANITAR
PÁNLER
KAFEDRASÍ**



Fizika I

2020

ELEKTROSTATIKA

9 – lekciya

Qaraqalpaq tiline awdarmalağan

S.G. Kaypnazarov



Lekciya rejesi

- Elektr ózara tásir.
- Elektr zaryadı.
- Kulon nızamı.
- Elektrostatikalıq maydan hám onıń kernewliligi.
Superpoziciya principı.
- Elektr indukciya vektorı hám onıń kúsh sızıqları.
- Elektr indukciya aǵımı.
- Ostrogradskiy – Gauss teoreması.

Elektr ózara tásir

Zaryadlangan hám magnitlengen deneler, sonday aq elektr tokı ağıp atırğan deneler arasında *elektromagnit kúshler* dep atalıwshı ózara tásir kúshleri bar. Deneler arasındagı bul ózara tásir *elektromagnit maydan* dep atalıwshı ózine tán qural materiya arqalı uzatıladı. Ózara tásir kúshleri aralıq ortalıq arqalı uzatıladı, tarqalıw tezligi jaqtılıqtıń vakuumdagı tezligine jaqın boladı.

Zaryadlangan qozgalmas dene átirapındagı keńislikte elektr maydanı payda boladı. Háreketlenip atırğan zaryad átirapında qosımsha magnit maydanı da payda boladı.

Ádette elektr maydan oğan kiritilgen basqa zaryadlangan denegge tásiri arqalı kórinedi, biraq bul elektr maydanı zaryadlangan dene jaylastırılmağanda da bar boladı.

Elektr zaryadı

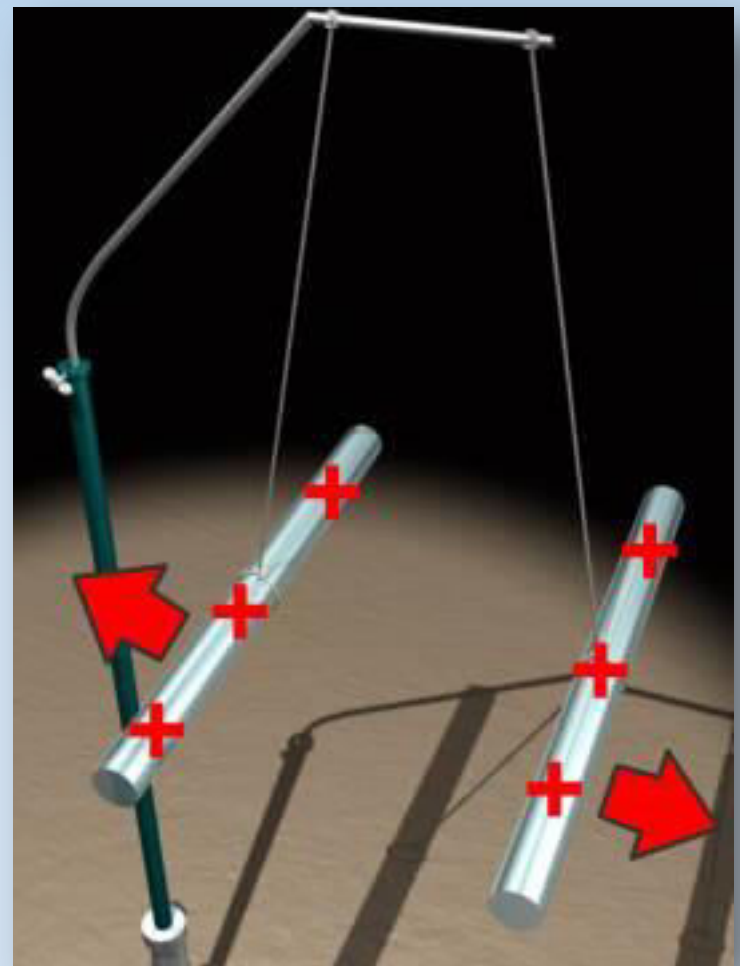
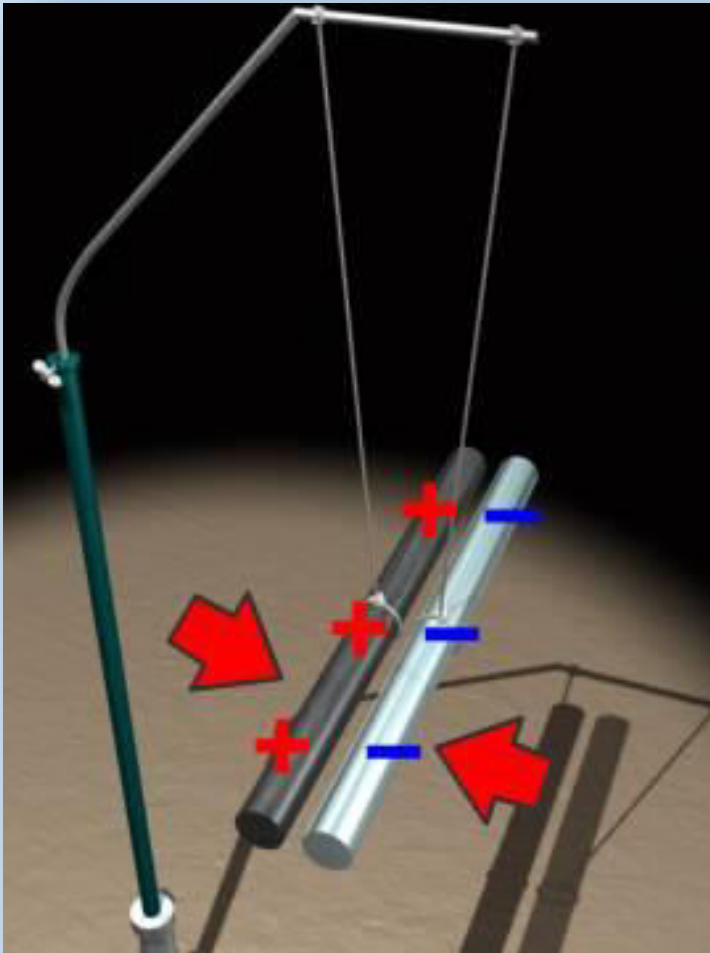
1. Oń hám teris dep shártli atalǵan eki túrdegi elektr zaryadları bar. Zaryadlar bir deneden ekinshisine uzatılıwı múmkin.
2. Elektr zaryadı berilgen deneniń baylanıssız qásiyeti emes, sebebi sol dene túrli halatlarda hár qıylı zaryadlarǵa iye bolıwı múmkin.
3. Birdey belgidegi zaryadlar iyterisedi, túrli belgidegi zaryadlar tartısadı. Qozǵalmas zaryad óz átirapında elektr maydan payda etiwı hám ol arqalı tásirlesiwı menen ózin kórsetedi.

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

- elementar zaryad

$$q = ne \quad n = 1, 2, 3 \dots$$

- zaryadtıń diskretligi



Elektr zaryadiniń saqlanıw nızamı

Elektrden ajratılğan sistemalarda zaryadlar jıyındısı turaqlı boladı hám bul *zaryadlardıń saqlanıw nızamı* dep ataladı.

$$\sum q_i = \text{const}$$

Elektr zaryadı sanaq sistemasına salıstırǵanda invariant, yaǵnıy tınısh halatta yaki hárekette bolıwına baylanıslı emes.

Noqatlıq zaryad dep, sonday zaryadlangan denege ayıladı, onıń ólshemleri basqa zaryadlangan denelerge shekemgi bolǵan aralıqqa salıstırǵanda sezilerli dárejede kishi.

Zaryadlardıń kólemlik tıǵızlıǵı dep, deneniń bir birlik kólemine sáykes kelgen zaryadqa muǵdar jaǵınan teń bolǵan fizikalıq shamaǵa aytıladı, yaǵnıy

$$\rho = \frac{q}{V}$$

bul jerde, q – deneniń V – kólemine sáykes kelgen zaryad muǵdarı.

Zaryadtıń betlik tıǵızlıǵı dep, deneniń bir birlik bet maydanına sáykes kelgen zaryadqa muǵdar jaǵınan teń fizikalıq shamaǵa aytıladı, yaǵnıy

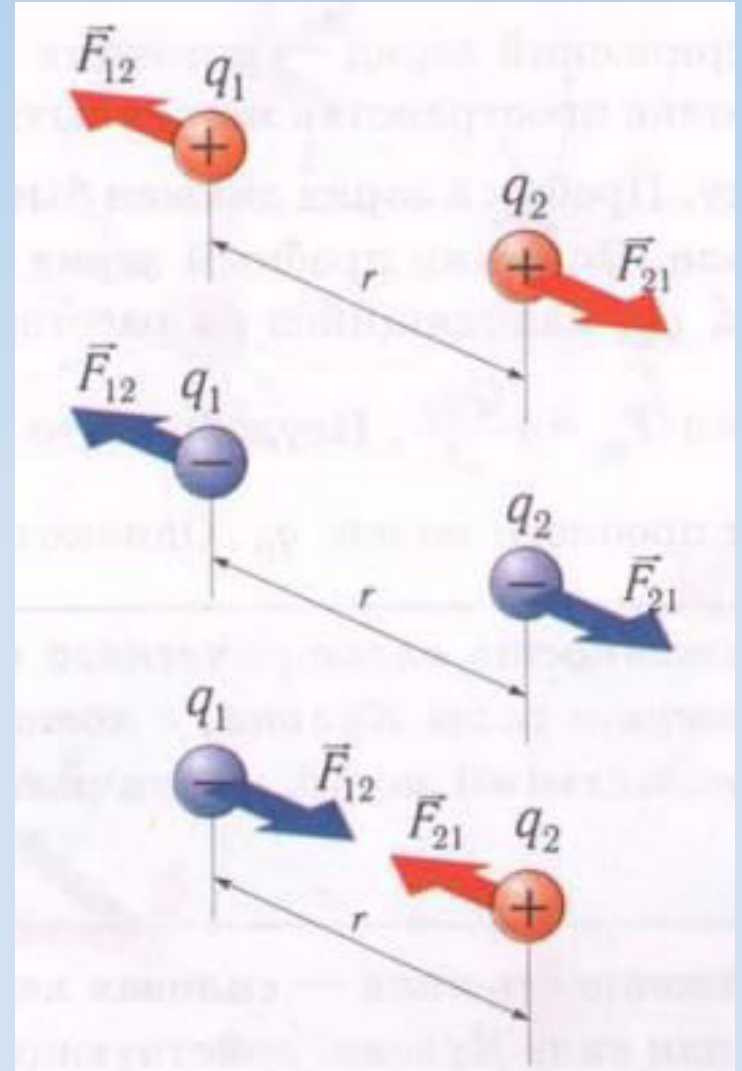
$$\sigma = \frac{q}{S}$$

bul jerde, q – deneniń S maydanına sáykes kelgen zaryad muǵdarı.

Zaryadtıń sıızıqlı tıǵızlıǵı dep, deneniń birlik uzınlıǵına sáykes kelgen zaryadqa muǵdar jaǵınan teń fizikalıq shamaǵa aytıladı, yaǵnıy

$$\tau = \frac{q}{\ell}$$

Kulon nızamı



Kulon nızamı

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

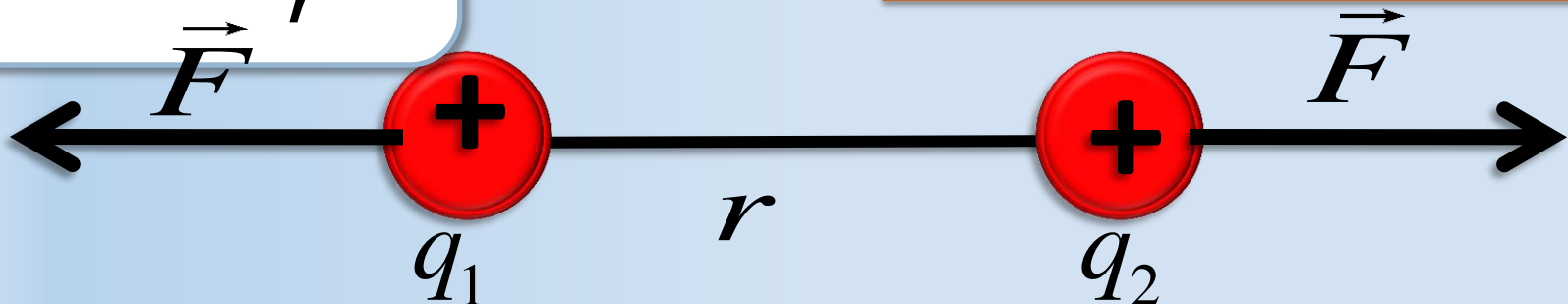
Eki qozğalmas noqatlıq zaryadlar arasındaqı ózara tásir kúshi zaryadlar muğdarlarınıń kóbeymesine tuwrı proporcional, olar arasındaqı aralıqtıń kvadratına kerı proporcional hám zaryadlardı tutastırıwshı tuwrı sızıq boylap bağıtlangan.

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$$

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

ELEKTR TURAQLISI



Elektr maydanınıń kernewliligi

Elektr maydanınıń qandayda bir noqatındaǵı E *kernewlilik* – sol noqatqa jaylastırılǵan sınaushı birlik oń zaryadqa tásir etiwshi kúshke muǵdar jaǵınan teń bolǵan *fizikalıq shama* hám ol tásir etiwshi kúsh tárepke baǵıtlanǵan.

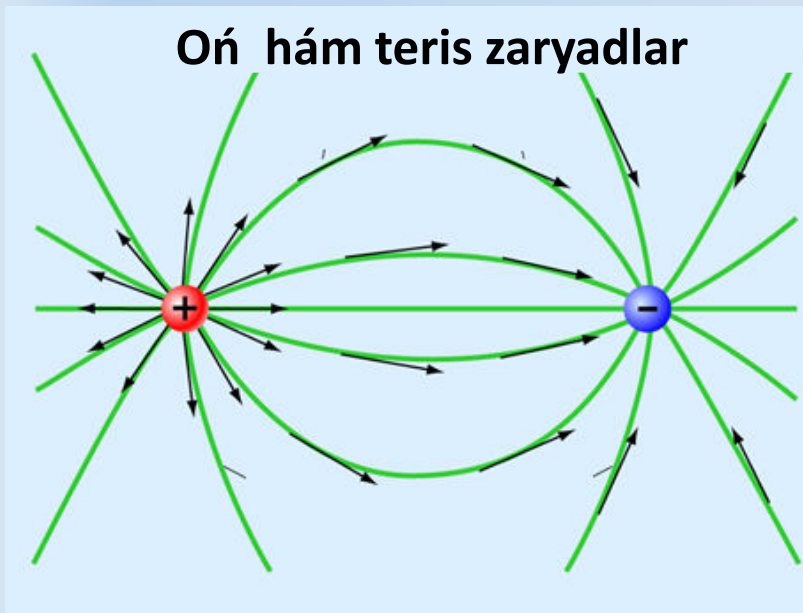
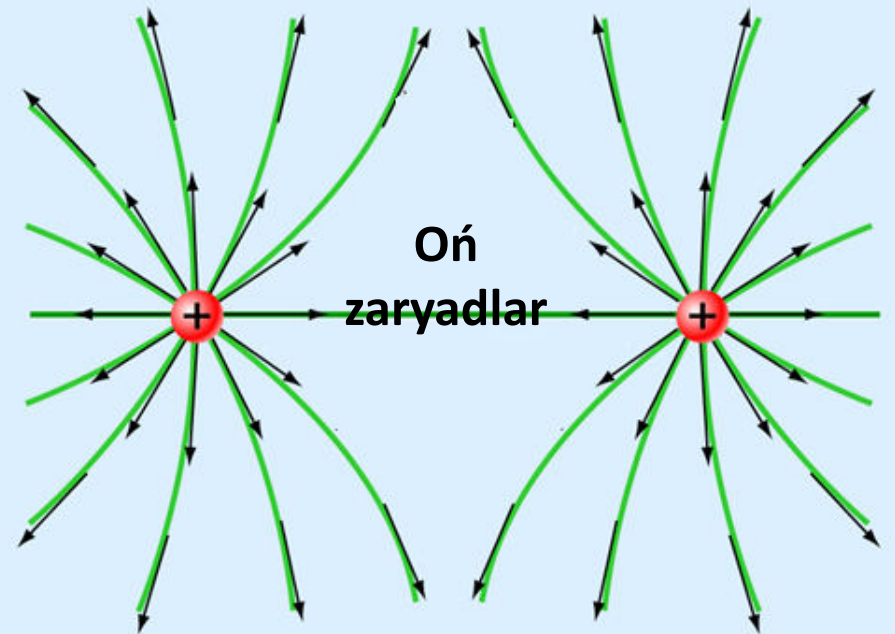
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

Kernewlilik – maydanniń kúsh kórsetkishi bolıp, q noqatlıq zaryadtıń r aralıqta payda etken elektr maydanınıń, qálegen noqatlıq zaryadqa, tásir etiwshi kúshi menen anıqlanadı.

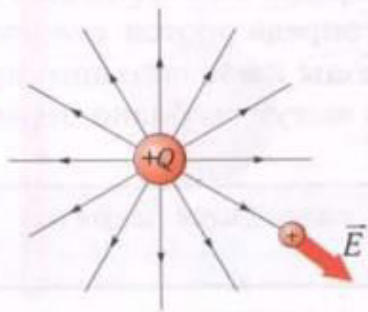
$$E = k \frac{q}{r^2} \quad \vec{E} = k \frac{q\vec{r}}{r^3}$$

Kernewlilik sızıqları

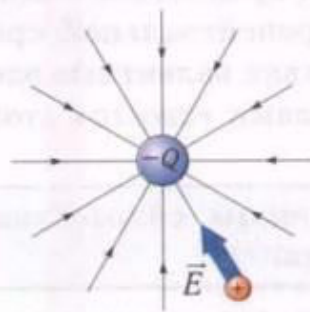
Noqatlıq zaryadtıń maydan kernewliliǵı sızıqları radial sızıqlardan ibarat. Oń zaryad ushın kúsh sızıqları baǵıtqa iye zaryadtan shıqqan boladı. Teris zaryad ushın bolsa, kúsh sızıqları baǵıtı zaryadqa baǵıtlanǵan boladı.



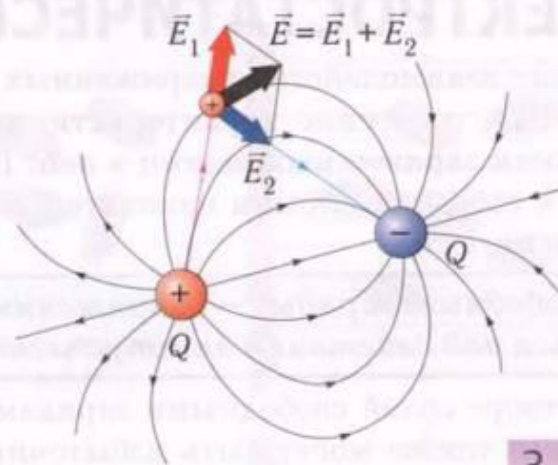
Elektr maydan kúsh sızıqları iymek sızıqtan ibarat bolsa, kernewlilik sızıqları hár bir noqatqa ótkizilgen urınbadan ibarat boladı.



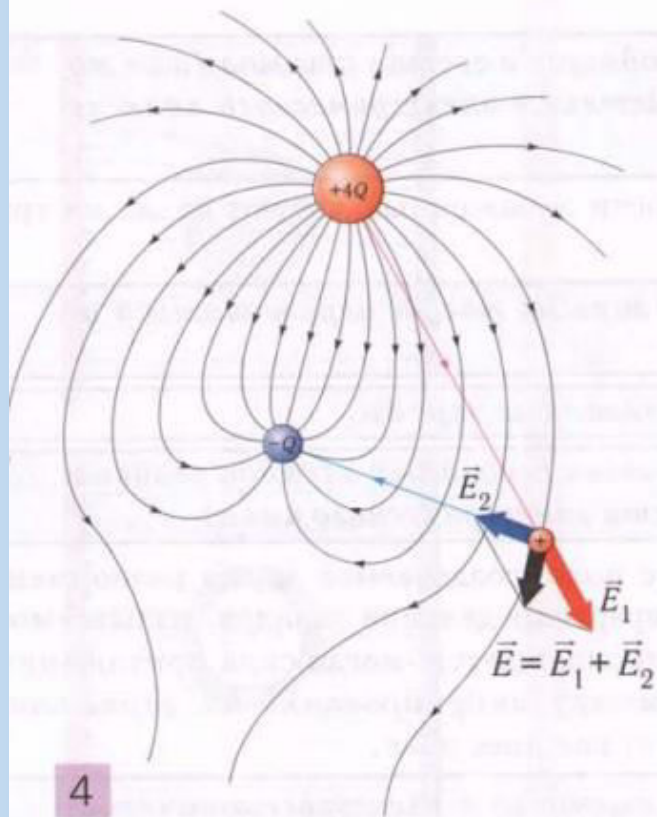
1



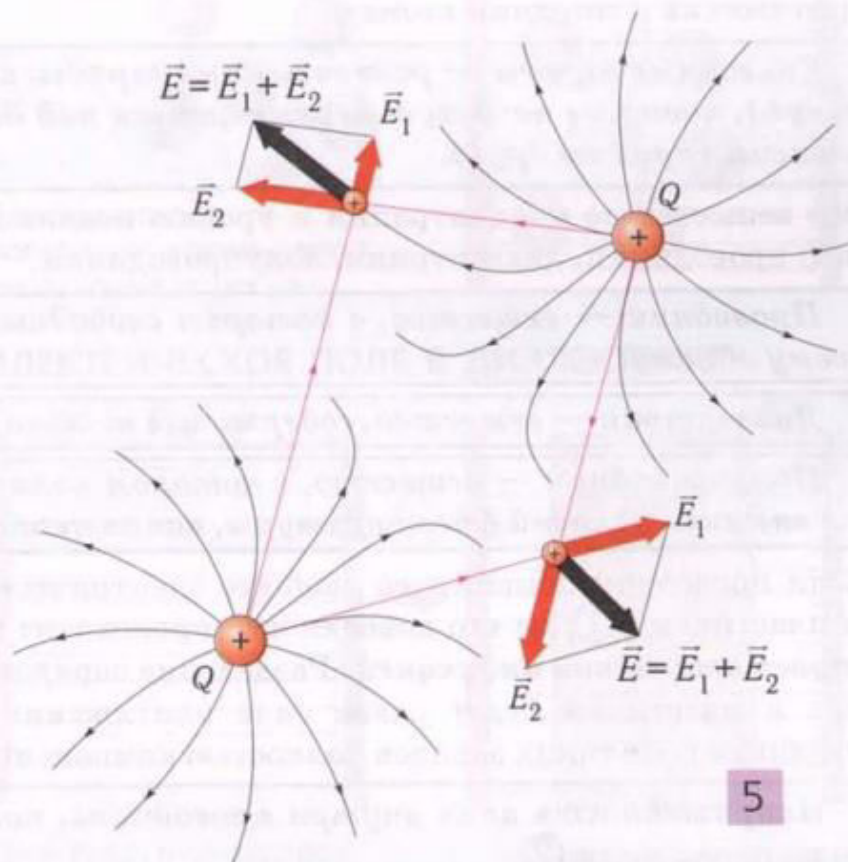
2



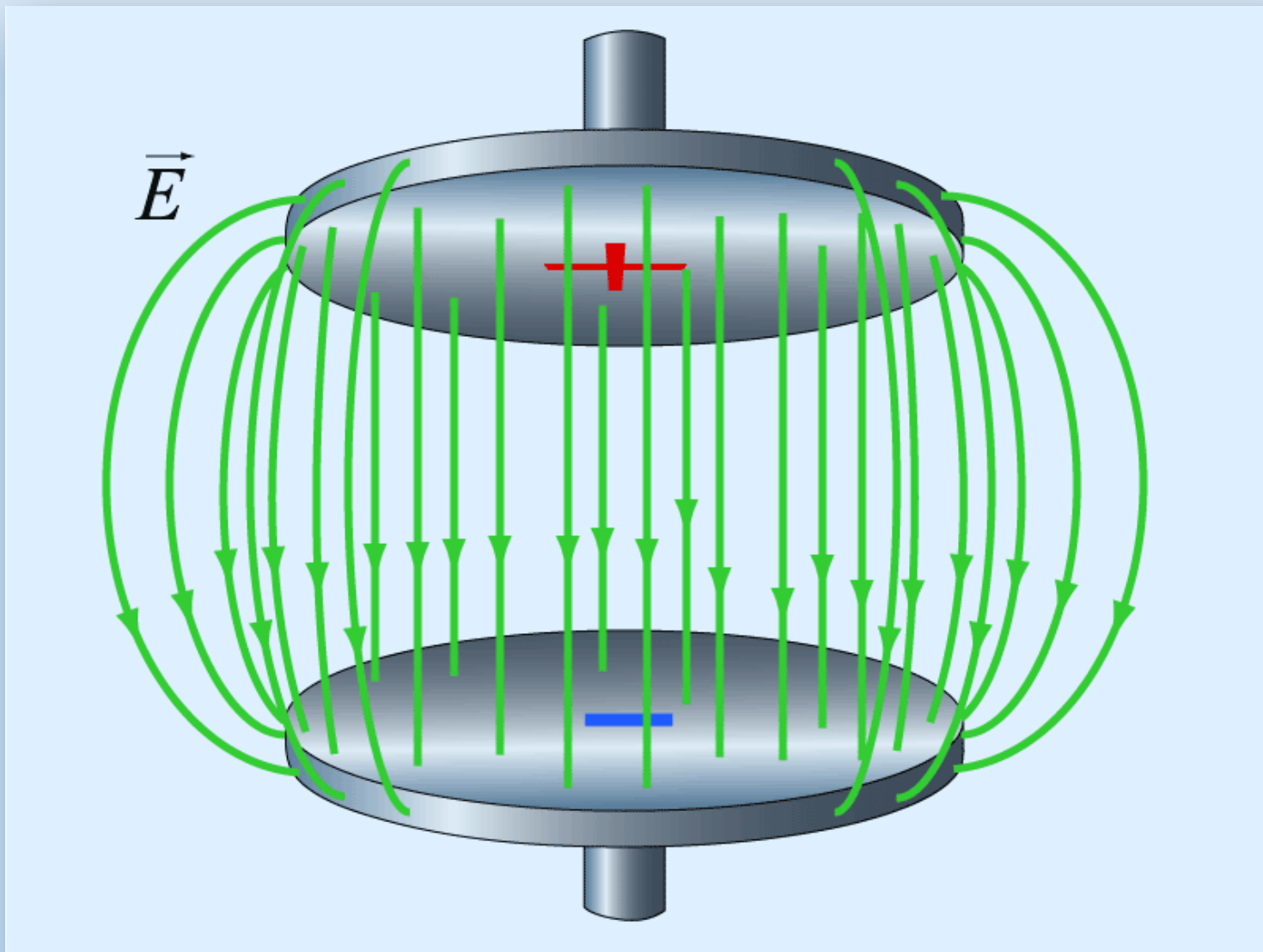
3



4



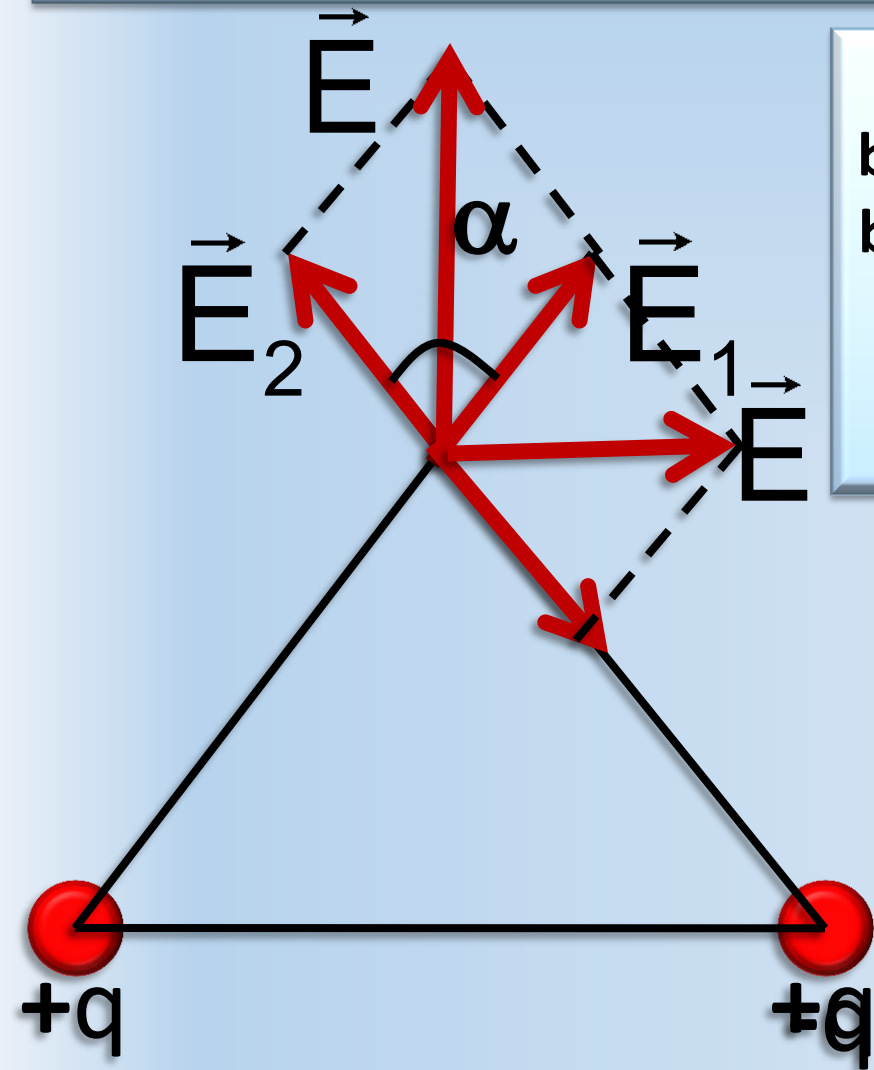
5



Maydanniń barlıq noqatlarında kernewlilik birdey bolsa elektr maydan bir tekli dep ataladı.

Elektr maydanlariniń superpoziciya principini

Zaryadlar sistemasiniń maydanniń berilgen noqatındaǵı kernewliligi hár bir zaryadtıń bólek kernewlilikleriniń vektorlıq jıyındısına teń.



$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_N =$$

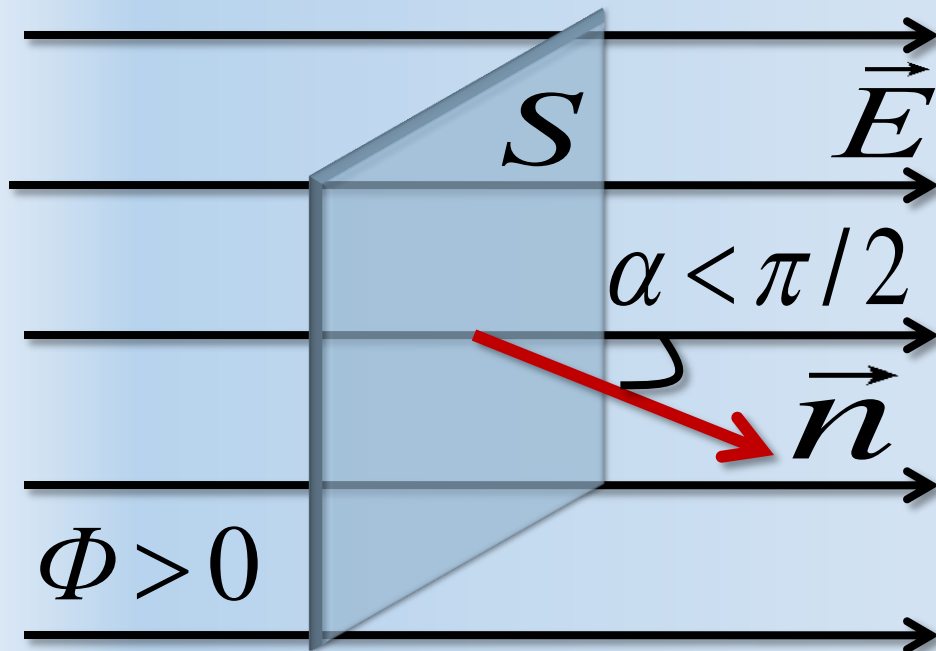
$$\sum_{i=1}^N \vec{E}_i = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \sum_{i=1}^N \frac{q_i \vec{r}_i}{r_i^3}$$

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 - 2E_1E_2 \cos \alpha}$$

Elektr maydan kernewliligi vektoriniń aǵımı.

S bettiń hár qıylı bólimlerinde aǵımniń belgisi hám shaması ózgeredi: 1) $\alpha < \pi/2$ bolǵanda $d\Phi_E > 0$,
2) $\alpha > \pi/2$ bolǵanda $d\Phi_E < 0$, 3) $\alpha = \pi/2$ bolǵanda $d\Phi_E = 0$

dS maydandı tik baǵıtta kesip ótiwshi $d\Phi_E$ kúsh sızıqları sanı *elektr maydanı kernewliligi vektoriniń aǵımın* belgileydi:

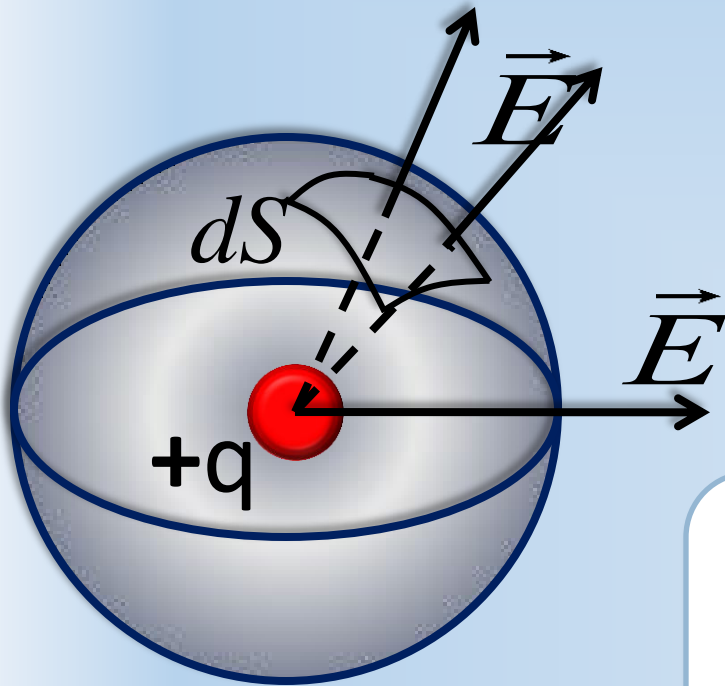


$$d\Phi_E = \vec{E}d\vec{S} = E_n dS$$

$E_n = E \cos \alpha$ -
 E vektordıń dS maydan normalı baǵıtına proekciyası

$$\Phi_E = \oint_S \vec{E}d\vec{S} = \oint_S E_n dS$$

Elektrostatikalıq maydan kernewliligi vektorı ushın Gauss teoreması



Orayında q noqatlıq zaryad jaylasqan S sferalıq bet maydanınan ótip atırǵan E vektor aǵımı tómendegige teń

bul halda

$$d\Phi_E = E dS,$$

sebebi sferalıq bettiń barlıq noqatlarında E hám n baǵıtları bir-birine sáykes túsedı.

Noqatlıq zaryadtıń
maydan kernewliligi

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R^2}$$

Sfera
maydanı

$$S = 4\pi R^2$$

Kernewlilik
vektorı aǵımı

$$\Phi_E = \oint \vec{E} d\vec{S} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R^2} \oint_S dS = \frac{q}{\epsilon_0}$$

Egerde elektr maydanı q_1, q_2, q_3, \dots , noqatlıq zaryadlar sistemasi arqalı payda etilse superpoziciya principine tiykarlanıp, vektorlar aǵımı tómendegishe ańlatıladı:

$$\Phi_E = \oint \vec{E} d\vec{S} = \oint (\vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots) d\vec{S} = \Phi_{E1} + \Phi_{E2} + \dots = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

Gauss teoreması: tuyıq betten shıǵıp atırǵan E elektr maydanı kernewlılıǵı vektorınıń aǵımı sol bet ishindegi zaryadlardıń algebralıq jıyındısına teń.

$$\Phi_E = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

Divergenciya túsinigi. Ostrogradskiy – Gauss teoreması

Tómende vektor maydanı berilgen $\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k} = \vec{a}(x, y, z)$

Vektor maydanı ushın *divergenciya operaciyasın* qollanamız

$$\operatorname{div} \vec{a} = \frac{\partial a_x}{\partial x} + \frac{\partial a_y}{\partial y} + \frac{\partial a_z}{\partial z} = \varphi(x, y, z) \quad \text{yaki} \quad \nabla \vec{a} = \varphi(x, y, z)$$

Gamilton operatori - $\nabla = \frac{\partial}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial}{\partial z} \vec{k}$

$$\oint_S \vec{a} d\vec{S} = \int_V \operatorname{div} \vec{a} dV$$

Vektor maydan divergenciyası – skalyar maydan.

Tómendegi ańlatpa *Ostrogradskiy – Gauss teoreması* dep ataladı.

$$\operatorname{div} \vec{a} = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{\Phi_a}{V} = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{1}{V} \oint_S \vec{a} d\vec{S} = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{1}{V} \oint_S a_n dS$$

Keńisliktiń hár bir noqatında vektordıń divergenciyasın bilgen halda, shekli ólshemli qálegen tuyıq betten ótiwshi sol vektordıń aǵımın esaplaw múmkin. Derekler quwatlılıǵı jıyındısı V kólemdi orap alıwshı S bet arqalı ótip atırǵan vektorlar aǵımına teń.

Elektrostatikalıq maydan kernewliligi vektori ushın Gauss teoremasınıń differencial kórinisi

$$\Phi_E = \oint_S \vec{E} d\vec{S} = \oint_S E_n dS = \int_V \operatorname{div} \vec{E} dV = \frac{\sum q_i}{\varepsilon_0}$$

yaki

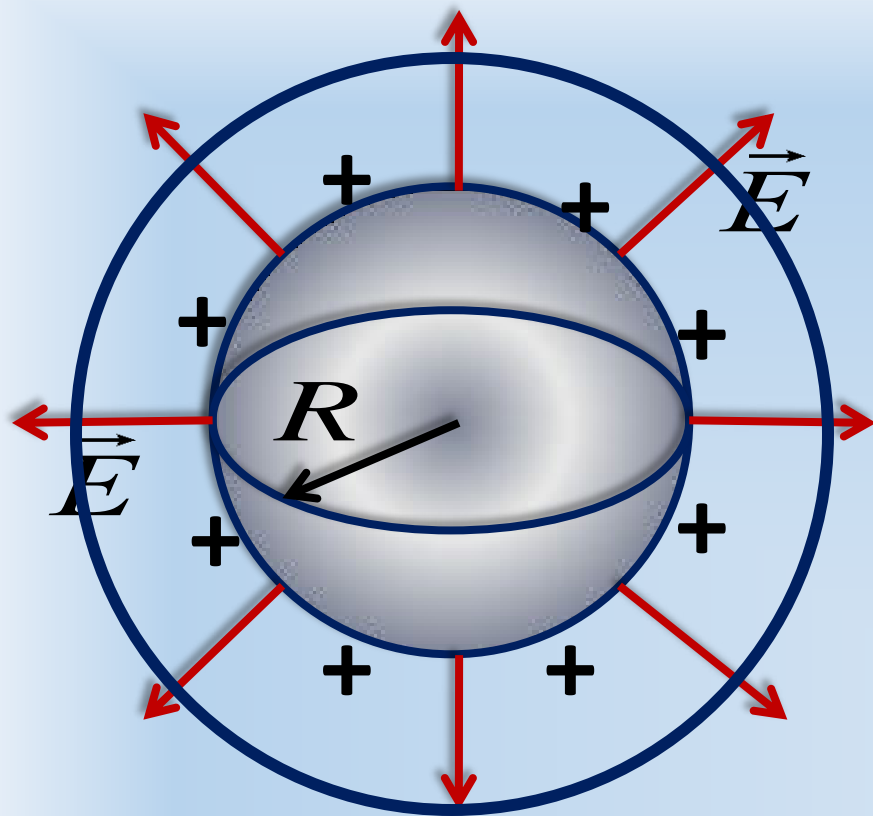
$$\int_V \operatorname{div} \vec{E} dV = \frac{\sum q_i}{\varepsilon_0}$$

Zaryadlardıń kólemlik
tıǵızlıǵın esapqa alamız

$$\rho = \frac{dq}{dV} \Rightarrow \sum q_i = \int_V \rho dV$$

$$\operatorname{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

$$\nabla \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$



Bir tegis zaryadlangan sferalıq bet
payda etken elektrostatalıq
maydan kernewliligi.

Maydanniń bet tıǵızlıǵı

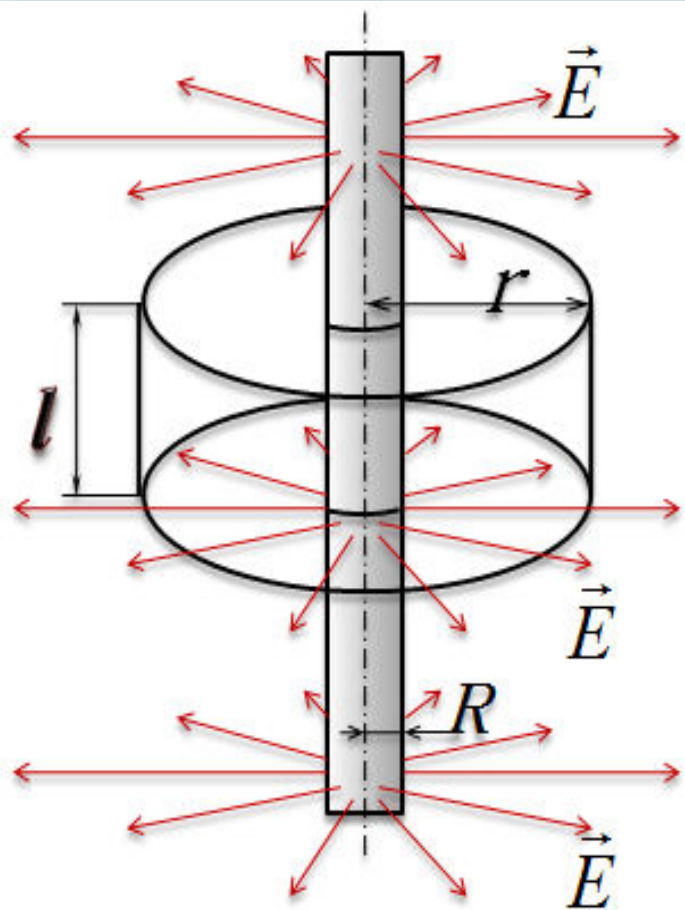
$$\sigma = \frac{q}{S} = \text{const}$$

Gauss teoremasına tiykarlanıp

Zaryadlangan sfera ishindegi qálegen
tuyıq bet elektr zaryadlarǵa iye
bolmaydı, sol sebepli,
Gauss teoremasına tiykarlanıp Φ_E de de
elektr maydan kernewliligi nolge teń.

$$\Phi_E = E \cdot 4\pi r^2 = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{q}{4\pi r^2 \varepsilon_0}$$



Zaryadlangan sheksiz jip (yaki cilindr) payda etken elektrostatalıq maydan kernewliligi \vec{E}

Tuyıq bet sıpatında radiusı r hám biyikligi l bolǵan cilindrди jasaymız.

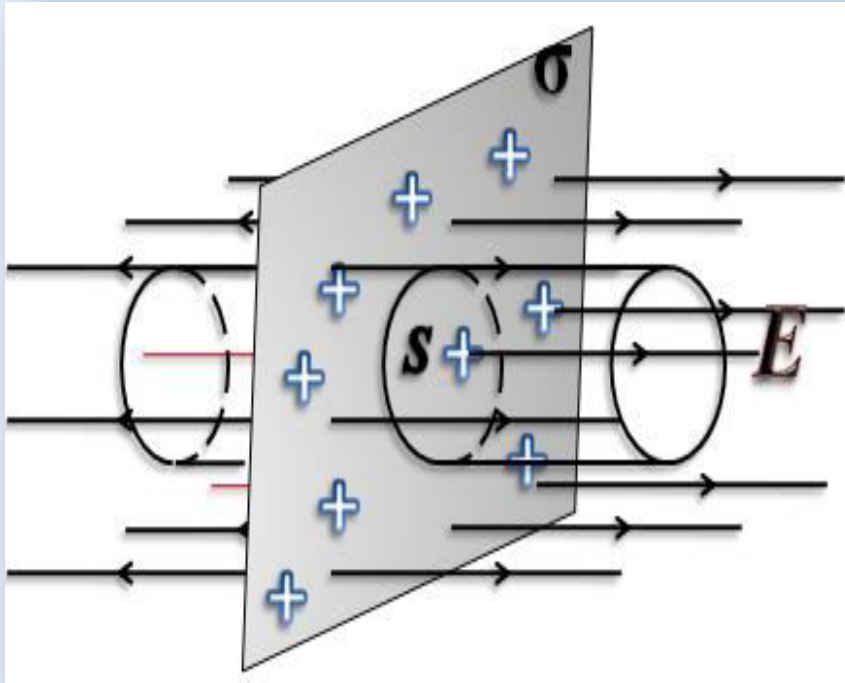
Zaryadlardıń sıızılı tıǵızlıǵı $\tau = \frac{dq}{dl}$

a) egerde $r' > R$ radiuslı cilindrдиń qaptal betinen ótken vektor aǵımı Gauss teoremasına tiykarlanıp:

$$EdS = \frac{q}{\epsilon_0} \Rightarrow E2\pi rl = \frac{q}{\epsilon_0} \Rightarrow E2\pi rl = \frac{\tau \cdot l}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\tau}{r}$$

b) eger $r' < R$ bolsa, tuyıq bet ishinde zaryad bolmaydı, cilindr ishinde maydan da bolmaydı $E = 0$.



Zaryadlangan sheksiz tegislik payda etken elektrostatikaliq maydan kernewliligi

Tuyıq bet sıpatında cilindrди alamız. Cilindr qaptal tárepinde ağım nolge teń, cilindrden ótip atırđan tolıq ağım ultanlarınan ótip atırđan ağımlar jıyındısına teń.

Zaryadlardıń betlik tıǵızlıǵı

$$\sigma = dq/dS$$

$$2ES = \frac{\sigma S}{\varepsilon_0} \Rightarrow$$

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

PAYDALANÍLGAN ÁDEBIYATLAR

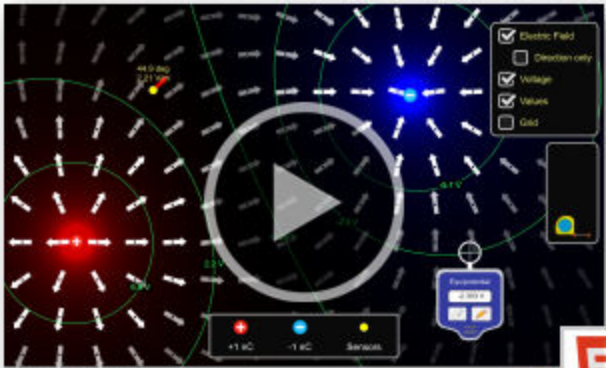
1. Q.P.Abduraxmanov, V.S.Xamidov, N.A.Axmedova. FIZIKA. Darslik. Toshkent. “Aloqachi nashriyoti”. 2018 y. O‘zR OO‘MTV 2017.24.08 dagi “603”-sonli buyrug‘i.
2. B.A.Ibragimov, G.Q.Atajanova. “FIZIKA”. Oqiwliq. Tashkent. 2018 j.
3. Q.P.Abduraxmanov, O‘.Egamov. “FIZIKA”. Darslik. Toshkent. O‘quv-ta‘lim metodika” bosmaxonasi. 2015 y. O‘zROO‘MTV 2009.26.02. dagi “51”-sonli buyrug‘i.
4. Douglas C. Giancoli. Physics. Principles with Applicathions. 2004 USA ISBN-13 978-0-321-62592-2.
5. Physics for Scientists and Engineers, Raymond A. Serway, John W. Jewett. 9th Edition, 2012.
6. “Umumiy Fizika fani bo‘yicha taqdimot multimediali ma‘ruzalar to‘plami”. Elektron o‘quv qo‘llanma. Toshkent. 2012 y. O‘zR OO‘MTV 2012.15.08 dagi “332/1”-sonli buyrug‘i.
7. “Fizika-1 kursi bo‘yicha taqdimot multimediali ma‘ruzalar to‘plami”. Elektron o‘quv qo‘llanma. Toshkent. 2019 y. O‘zR OO‘MTV 2019.04.10 dagi “892”-sonli buyrug‘i.



PEDAGOGIKALÍQ DÁSTÚRIY QURALLAR

- <https://phet.colorado.edu/en/simulation/charges-and-fields>

Charges And Fields



- Electric Field
- Electrostatics
- Equipotential

DONATE

PhET is supported by

PEARSON

and educators like you.

DOWNLOAD

EMBED

PEDAGOGIKALÍQ DÁSTÚRIY QURALLAR

- <https://phet.colorado.edu/en/simulation/balloons-and-static-electricity>

Balloons and Static Electricity



- Static Electricity
- Electric Charges
- Electric Force

DONATE

PhET is supported by



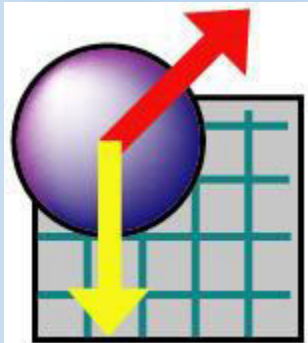
and educators like you.

Social media icons: Facebook, Twitter, Pinterest



Scan me

PEDAGOGIKALÍQ DÁSTÚRIY QURALLAR



- Interactive Physics - Design Simulation Technologies
- Dástúr fizikalıq proceslerdi janlı kóriniste súwretlew imkanın berip, onda tezleniw, orın awıstırıw, kúsh hám tezlik vektorlarınıń bağıtların, tezliktiń, tezleniwdiń, kúshtiń hám basqa shamalardıń waqıt boyınsha ózgeriw grafigin súwretlew múmkin.

<https://www.design-simulation.com/IP/index.php>