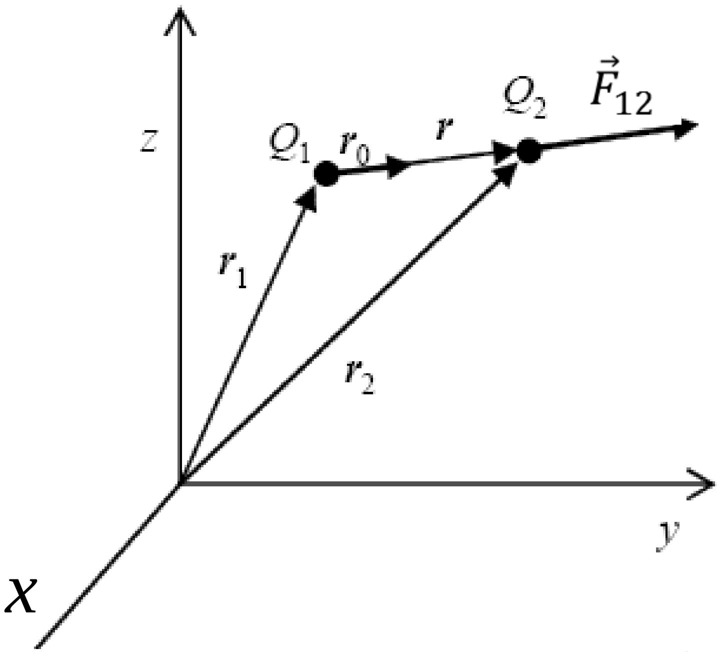
Elektrostatické pole

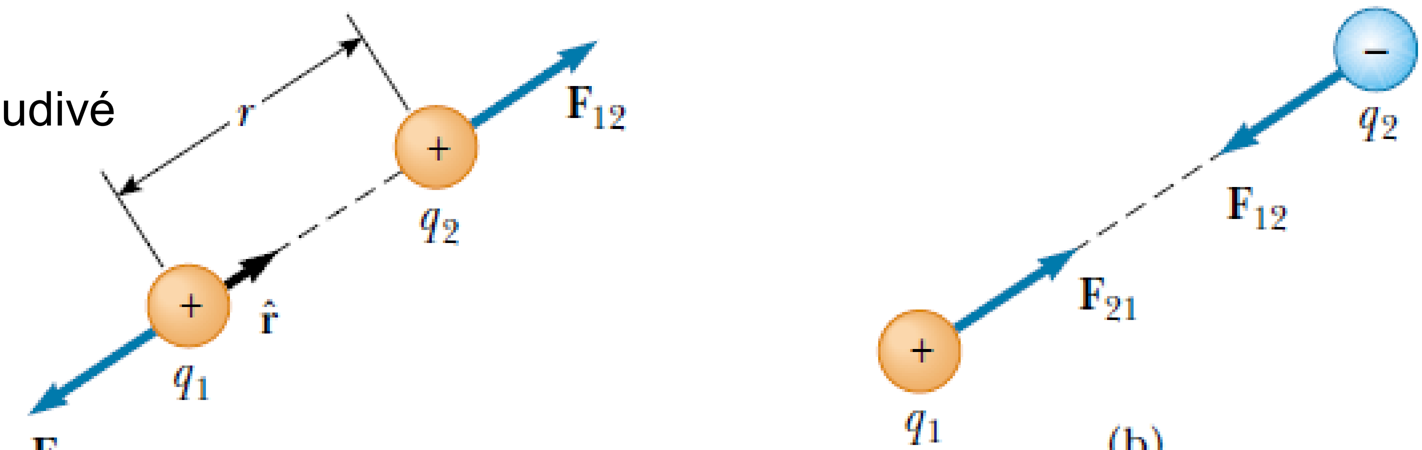
Coulombov zákon



$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_1 Q_2}{r^3}\vec{r} \begin{cases} Q_1 Q_2 > 0 & \vec{F} \uparrow\uparrow \vec{r} \\ Q_1 Q_2 < 0 & \vec{F} \uparrow\downarrow \vec{r} \end{cases}$$

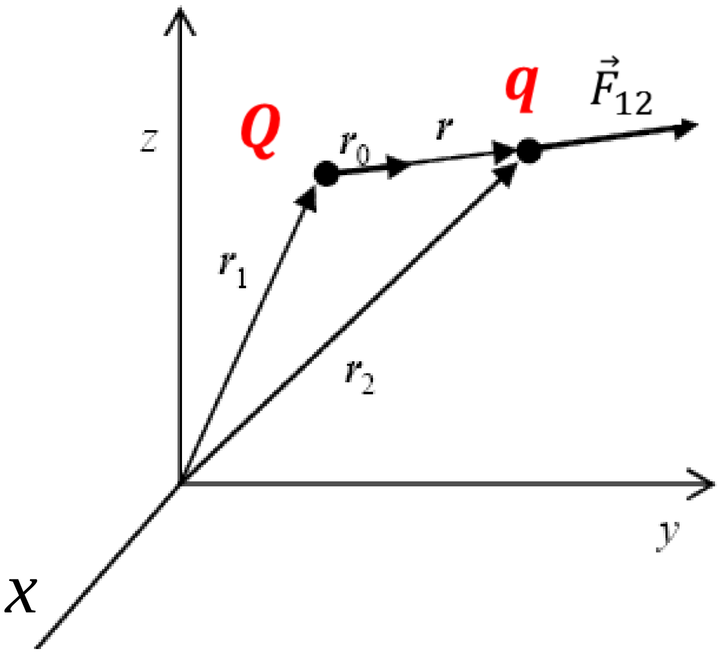
$$\varepsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2} = 8{,}854187818 \cdot 10^{-12} \ \mathrm{F\,m^{-1}}$$

Akcia reakcia
Sily-príťažlivé, odpudivé

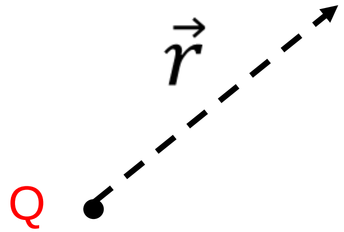


(a) (b)

Coulombov zákon



$$\boxed{\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Qq}{r^3}\vec{r}}$$

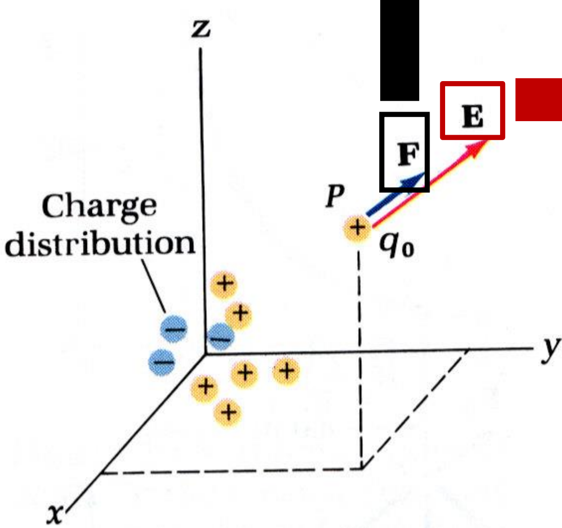


$$\boxed{\vec{E} = \frac{\vec{F}_{12}}{q} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^3}\vec{r}}$$

Princíp superpozície
Intenzita elektrostatického poľa

$$\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i$$

Výsledná sila pôsobiaca na testovací náboj q_0



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

Intenzita elektrického poľa:

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

$$\boxed{\vec{E} = \sum_i \vec{E}_i}$$

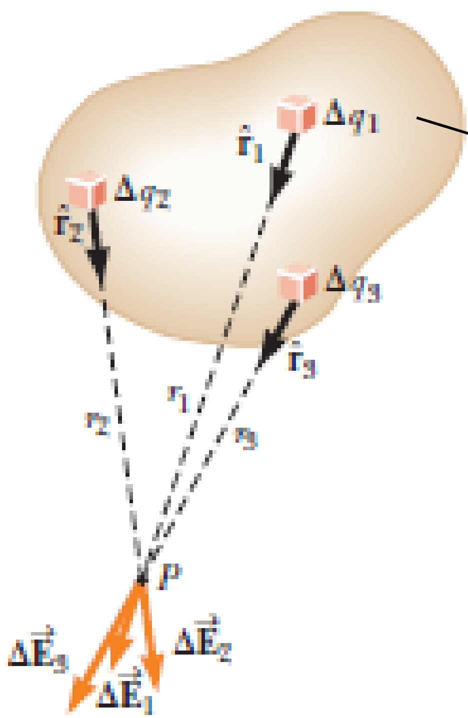
Tehnika výpočtu pri spojite rozloženom náboji

Princíp superpozície

Spojite rozložený náboj popisujeme

$\rho = \frac{dQ}{dV}$ $\sigma = \frac{dQ}{dA}$ $\lambda = \frac{dQ}{d\ell}$

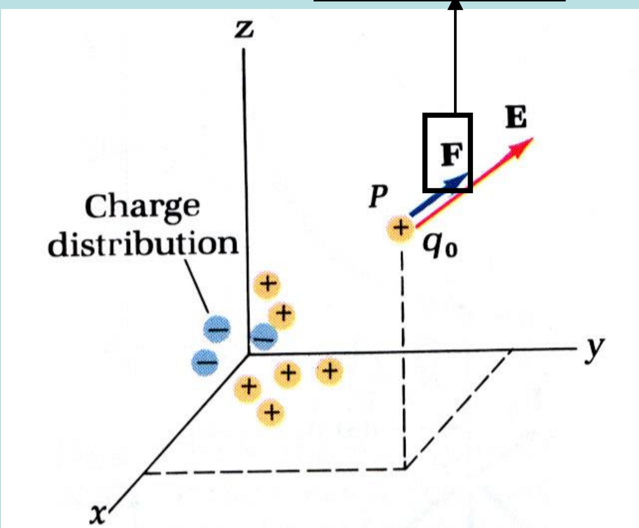
Nabité telesá , plochy, vlákna



$$dq = \begin{cases} \rho dV \\ \lambda dl \\ \sigma dS \end{cases}$$

Intenzita E

$$\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i$$

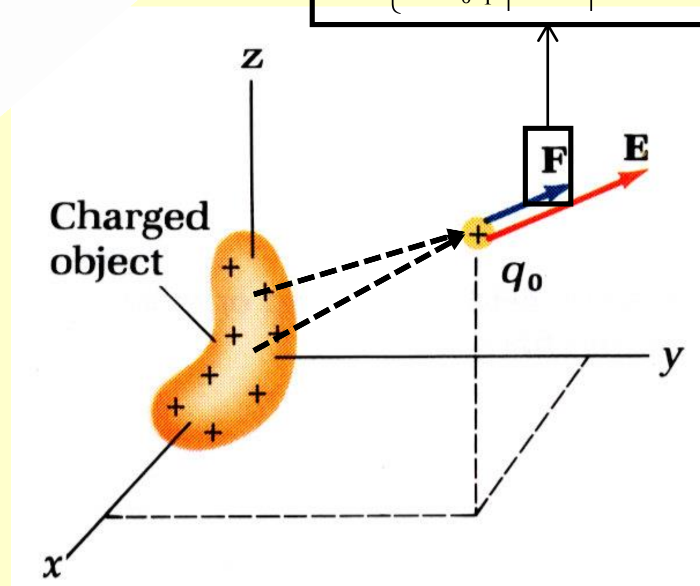


Sústava bodových nábojov

Elektrické pole spojite rozloženého náboja

$$\rho = \frac{dQ}{dV} \qquad \sigma = \frac{dQ}{dA} \qquad \lambda = \frac{dQ}{d\ell}$$

$$\vec{F} = \begin{cases} \dfrac{q_0}{4\pi\varepsilon_0} \displaystyle\int_V \dfrac{\rho dV'}{|\vec{r}-\vec{r}'|^3}(\vec{r}-\vec{r}') \\ \dfrac{q_0}{4\pi\varepsilon_0} \displaystyle\int_S \dfrac{\sum dS'}{|\vec{r}-\vec{r}'|^3}(\vec{r}-\vec{r}') \\ \dfrac{q_0}{4\pi\varepsilon_0} \displaystyle\int_\Gamma \dfrac{\lambda dl'}{|\vec{r}-\vec{r}'|^3}(\vec{r}-\vec{r}') \end{cases}$$



Sústava spojite rozložených nábojov

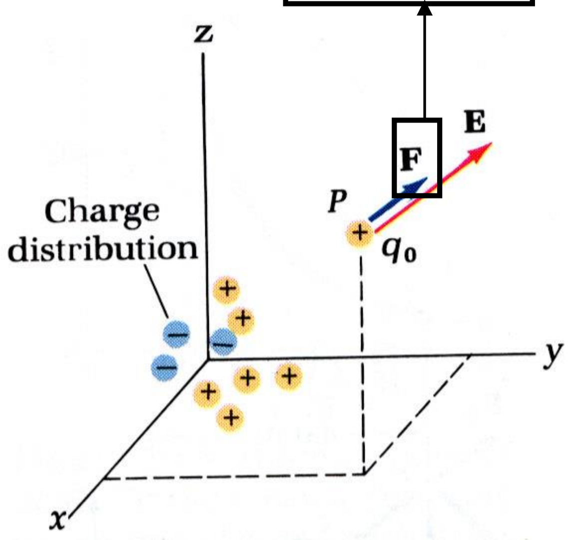
Intenzita elektrického poľa budená sústavou nábojov:

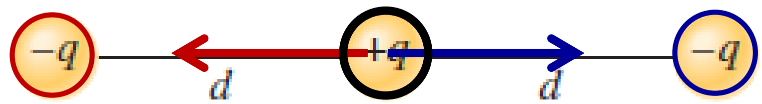
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

Princíp superpozície

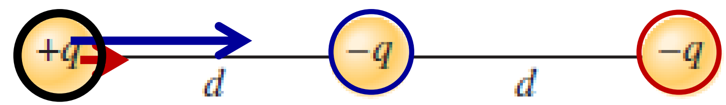
Určte výslednú silu pôsobiacu na „čierny“ náboj

$$\boxed{\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i}$$

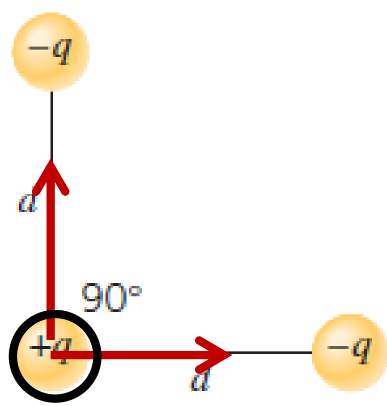




$$\boxed{\vec{F} = \vec{0}}$$



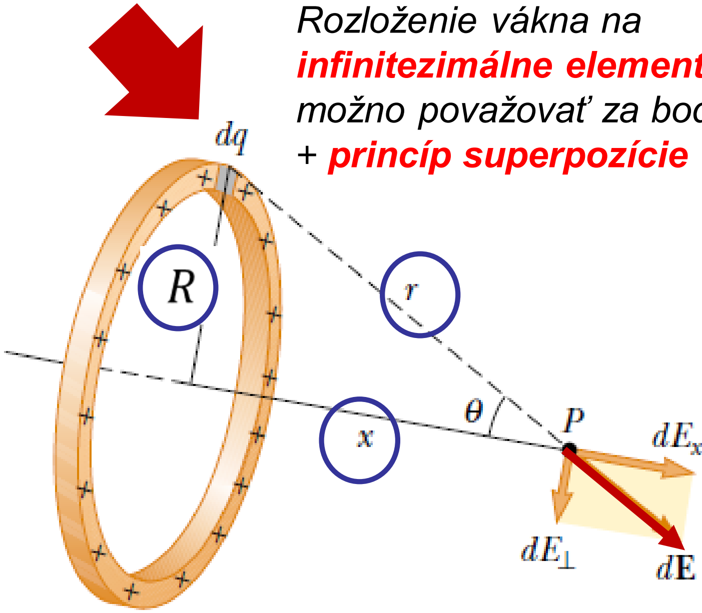
$$F = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{d^2} + \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{(2d)^2} = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{d^2}\frac{5}{4}$$

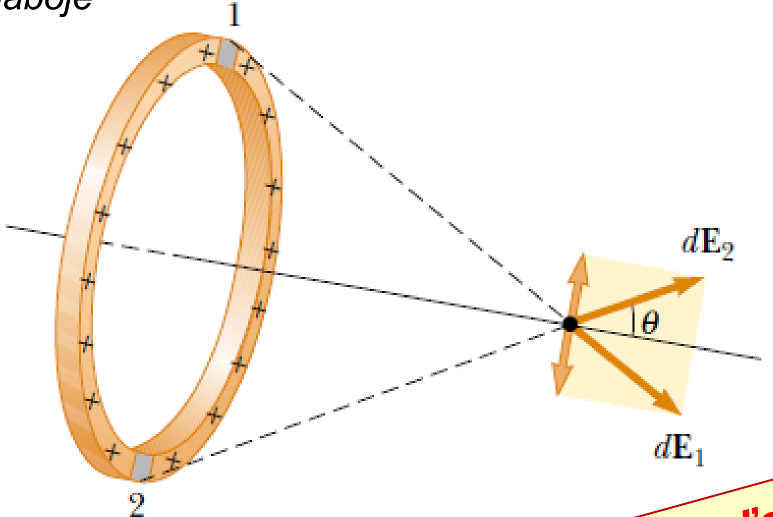


$$F = \sqrt{\left[\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{d^2}\right]^2 + \left[\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{d^2}\right]^2} = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{d^2}\sqrt{2}$$

Elektrické pole na osi rovnomerne nabitého kruhového vlákna

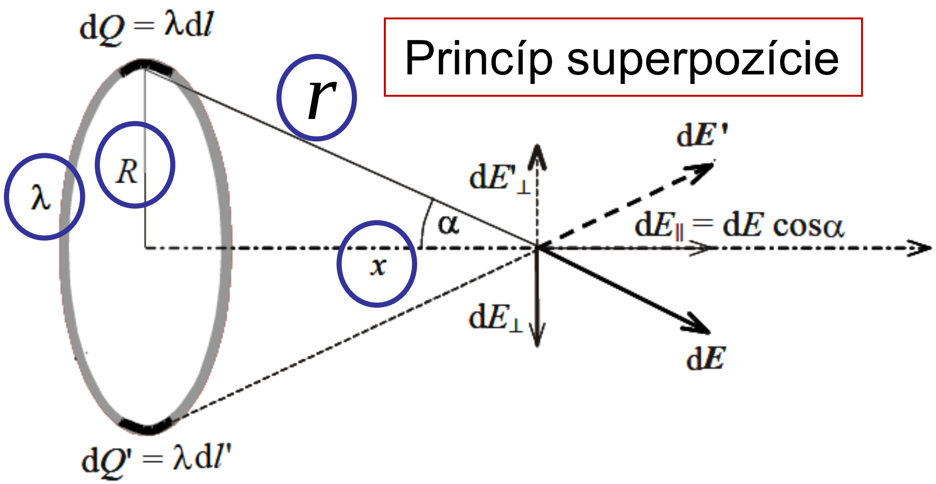
Rozloženie vákna na ***infinitezimálne elementy****, ktoré možno považovať za bodové náboje* + ***princíp superpozície***





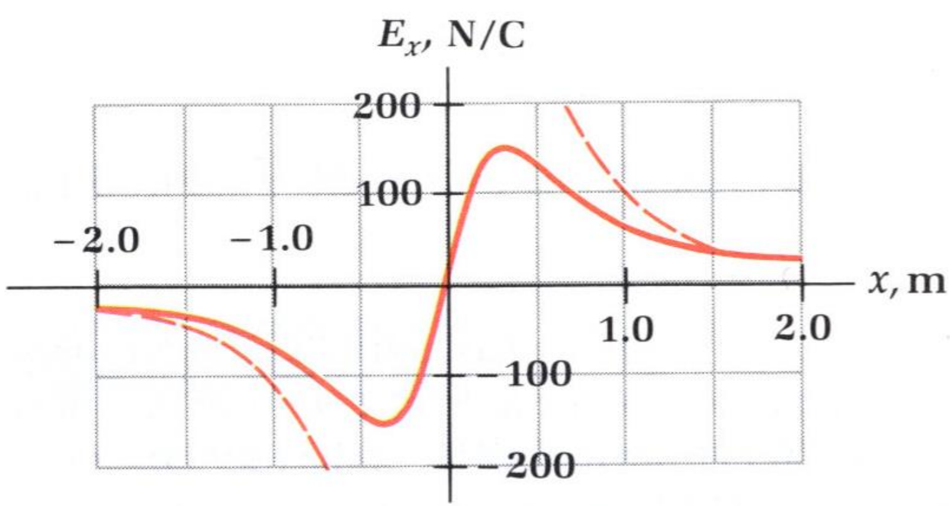
Kolmé zložky intenzity poľa od segmentu 1 a 2 sa vzájomne kompenzujú

Elektrické pole na osi nabitého kruhového vlákna



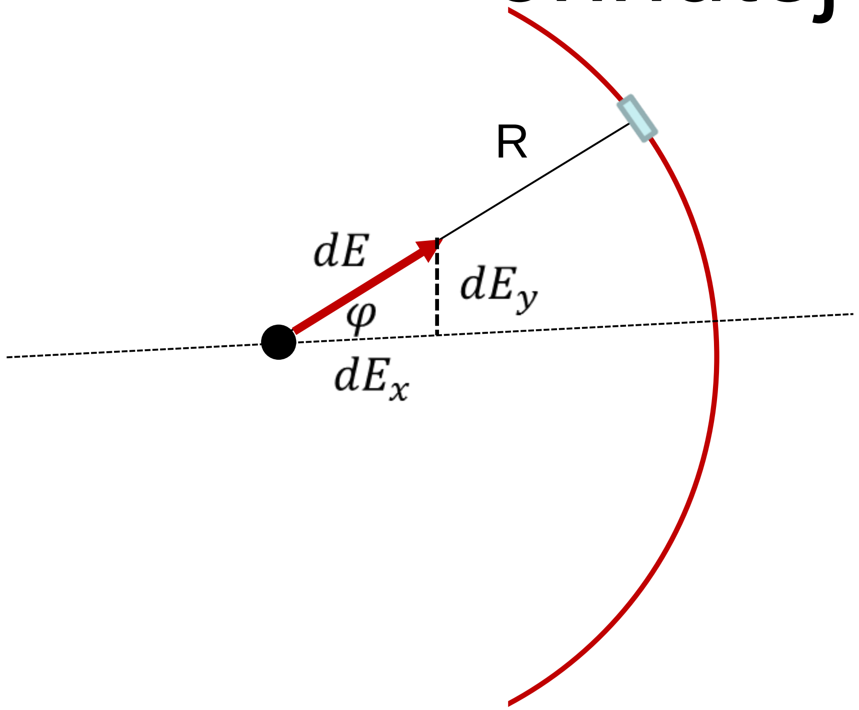
Na vlákne je rovnomerne rozmiestnený kladný elektrický náboj, ktorého dĺžková hustota je λ.

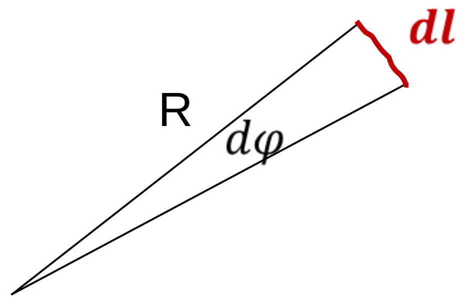
$$\boxed{E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \frac{x}{\left(R^2 + x^2\right)^{3/2}}}$$



$$\boxed{x >> R \quad \Rightarrow E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \frac{1}{x^2}}$$

Elektrické pole záporne nabitej tyče ohnutej do oblúka





$\boldsymbol{dl = Rd\varphi}$

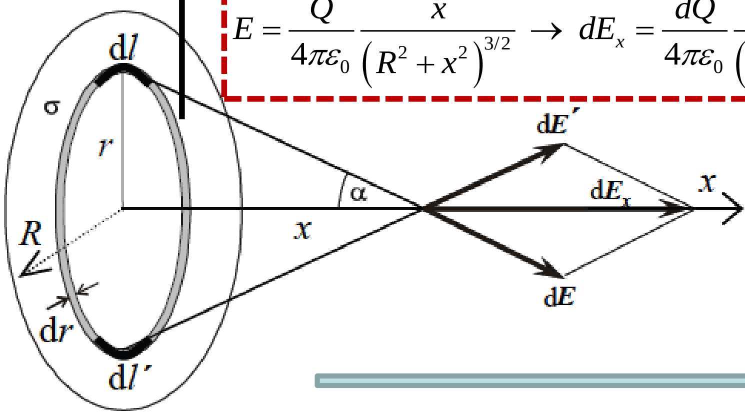
$\boldsymbol{dl = Rd\varphi}$

$$dE_x = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda dl}{R^2}\cos\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda R d\varphi}{R^2}\cos\varphi$$

$$dE_y = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda dl}{R^2}\sin\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda R d\varphi}{R^2}\sin\varphi$$

Elektrické pole na osi homogénne nabitej kruhovej dosky

$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{x}{\left(R^2+x^2\right)^{3/2}} \rightarrow dE_x = \frac{dQ}{4\pi\varepsilon_0}\frac{x}{\left(r^2+x^2\right)^{3/2}}$$



Princíp superpozície:
Dosku si môžeme vytvoriť zo sústredných kruhových elementov – nabitých vlákien, ktorých šírka je d*r* a polomer *r*.

Intenzita kruhového vlákna

$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{x}{\left(R^2+x^2\right)^{3/2}}$$

$$dE_x = \frac{dQ}{4\pi\varepsilon_0}\frac{x}{(r^2+x^2)^{3/2}}$$

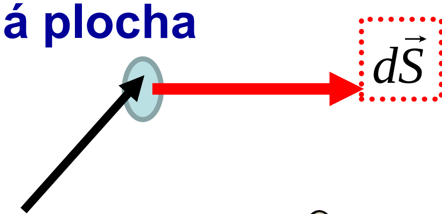
$$E = \frac{x\sigma}{2\varepsilon_0}\left\{\frac{1}{x} - \frac{1}{\sqrt{x^2+R^2}}\right\}$$

Intenzita od nekonečnej roviny, t.j. R→∞ $\quad E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

TOK INTENZITY ELEKTRICKÉHO POĽA

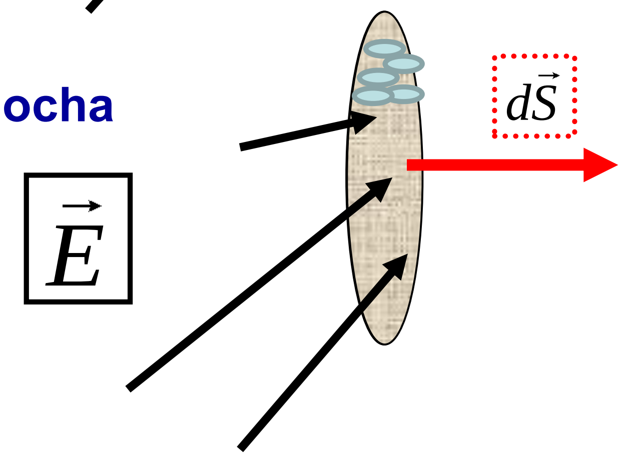
Tok intenzity elektrického poľa

Nekonečne malá plocha

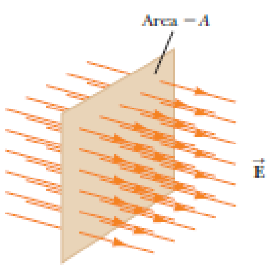


$$d\Phi = \vec{E} \bullet d\vec{S}$$

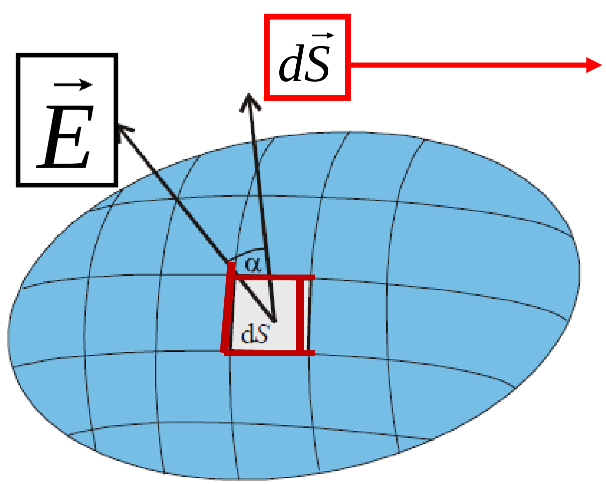
Otvorená plocha



$$\Phi = \int_{\Sigma} \vec{E} \bullet d\vec{S}$$

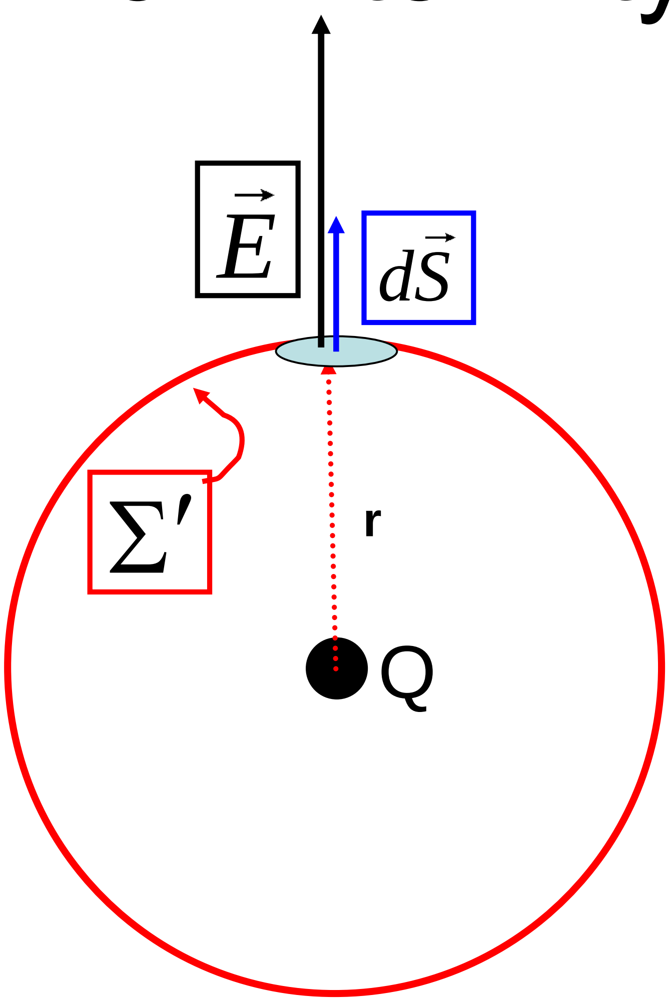


Uzavretá plocha



$$\Phi = \oint_{\Sigma} \vec{E} \bullet d\vec{S}$$

Tok intenzity cez guľovú plochu



$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^3}\vec{r} \qquad \left|\vec{E}\right| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}$$

$$\oint_{\Sigma'} \vec{E} \bullet d\vec{S} = \oint_{\Sigma'} \left|\vec{E}\right| dS \cos 0^0 = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

Zdrojom toku intenzity cez uzavretú plochu je náboj.
TOK OD BODOVÉHO NÁBOJA NAZÁVISÍ OD POLOMERU GUĽOVEJ PLOCHY.

Pri uzavretých plochách sa zachováva konvencia, že vektor plochy dS má smer normály na plochu a je vždy orientovaný von z uzavretej plochy.

Prečo je to tak ????

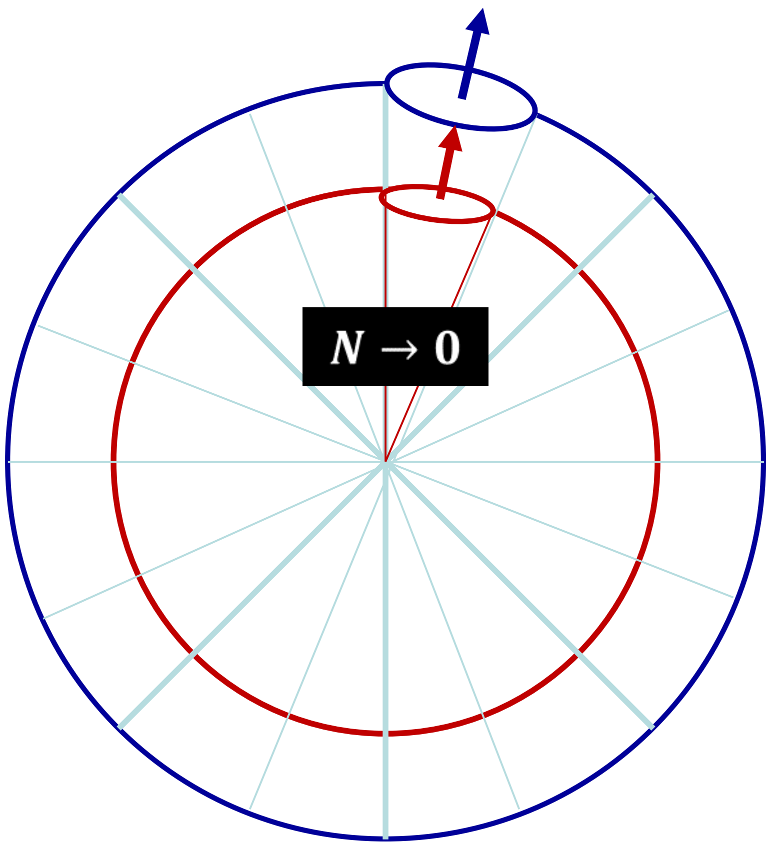
$$E_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r_1^2} \qquad dS_1 = \frac{4\pi r_1^2}{N}$$

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r_2^2} \qquad dS_2 = \frac{4\pi r_2^2}{N}$$

$$\boxed{E_1 dS_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r_1^2}\frac{4\pi r_1^2}{N} = \frac{Q}{\varepsilon_0 N}}$$

$$\boxed{E_2 dS_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r_2^2}\frac{4\pi r_2^2}{N} = \frac{Q}{\varepsilon_0 N}}$$

Toky cez infinitenzimálne plochy sú rovnaké



Ak rozdelíme gule na N rovnakých dielov na každý diel pripadá plocha $\frac{4\pi r^2}{N}$, to znamená, že jednotlivé plochy dielov sa líšia s r^2

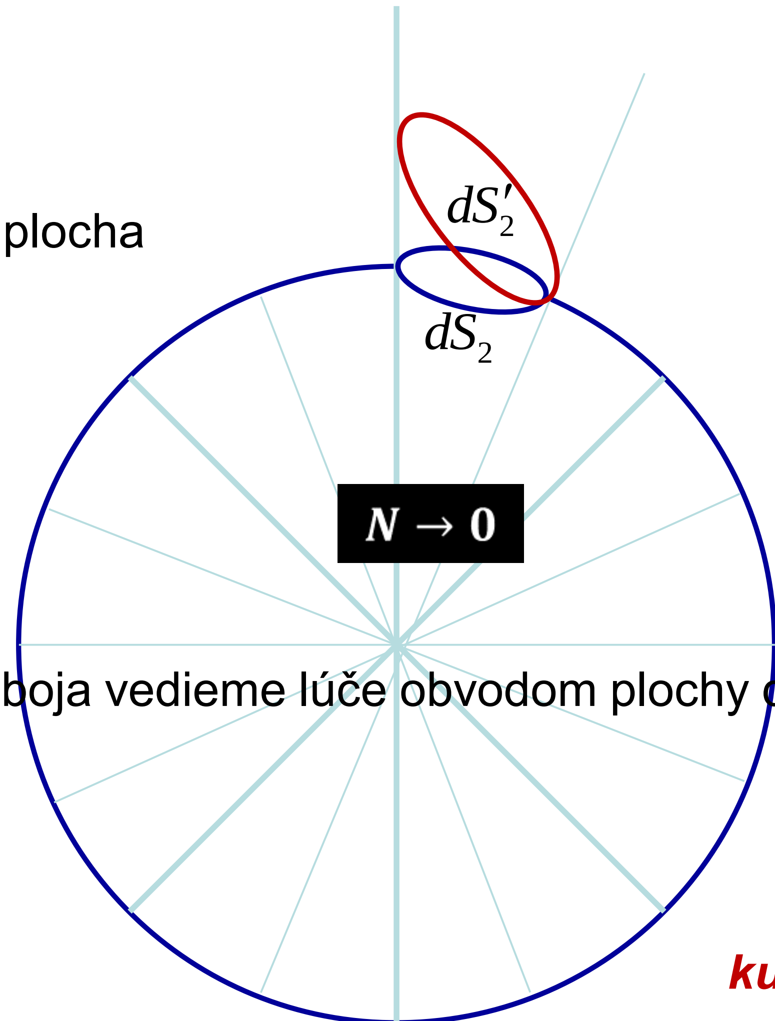
Ak vytvoríme infitenzimálny kuželový výsek tok poľa cez ľubovoľnú plochu je rovnaký

$$\vec{E}_2 \bullet d\vec{S}_2 = E_2 dS'_2 \cos\varphi = E_2 dS_2$$

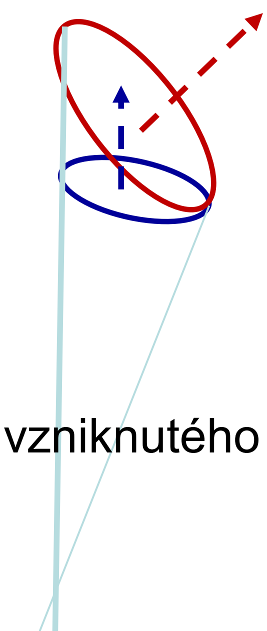
$$\vec{E}_2 \bullet d\vec{S}_2 = E_2 dS_2$$

Toky cez infinitenzimálne plochy, mozu byt aj sikmé, sú rovnaké

Šikmá plocha

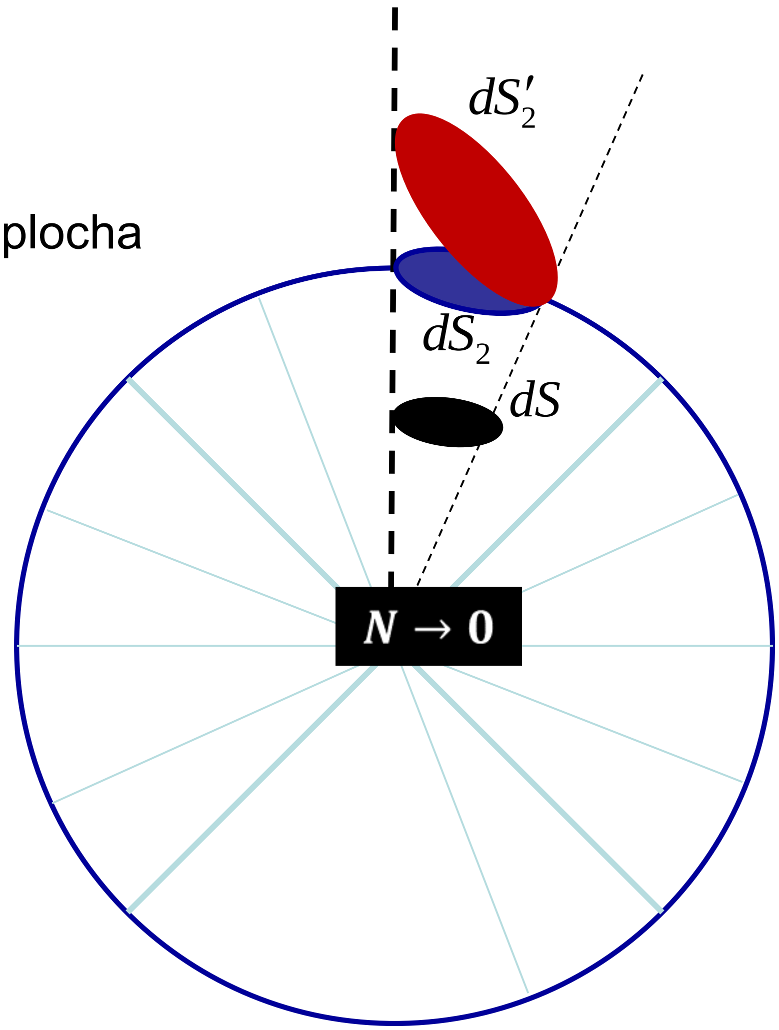


Od naboja vedieme lúče obvodom plochy dS plášt takto vzniknutého kużela

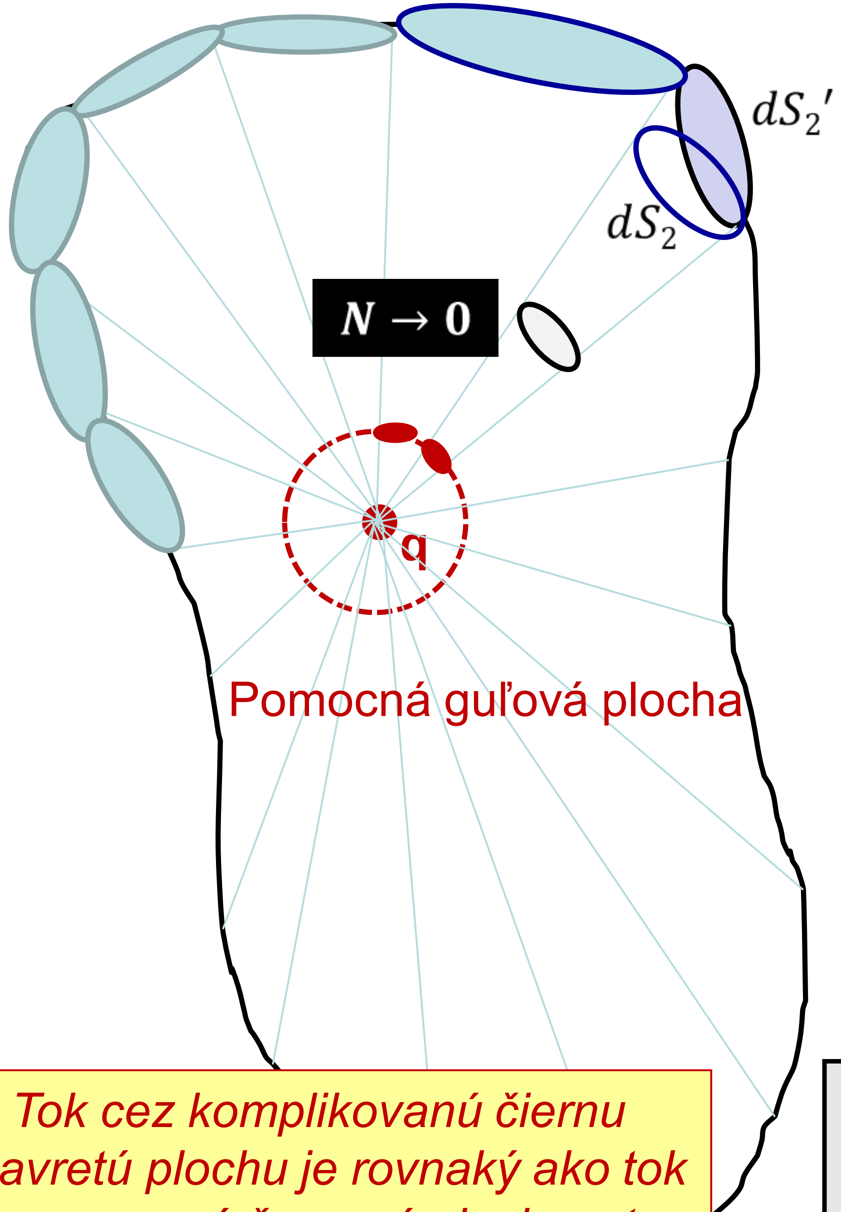


Ak vytvoríme infitenzimálny kuželový/priestorový výsek tok poľa cez ľubovoľnú plochu je rovnaký

Šikmá plocha



Toky cez všetky plochy sú rovnaké



V prípade všeobecnej plochy, ktorá obklopuje bodový náboj q, obklopíme náboj guľovou plochou, ktorá leží vo vnútri plochy. Od náboja vedieme lúče obvodom plochy dS. Plášť tohto vzniknutého kužela vytne na guľovej ploche element dS.

$$\boxed{\iint_{gula} \vec{E} \bullet d\vec{S} = \iint_{plocha} \vec{E} \bullet d\vec{S}}$$

Tok cez komplikovanú čiernu uzavretú plochu je rovnaký ako tok cez pomocnú červenú plochu a ten je rovný Q/ε_0

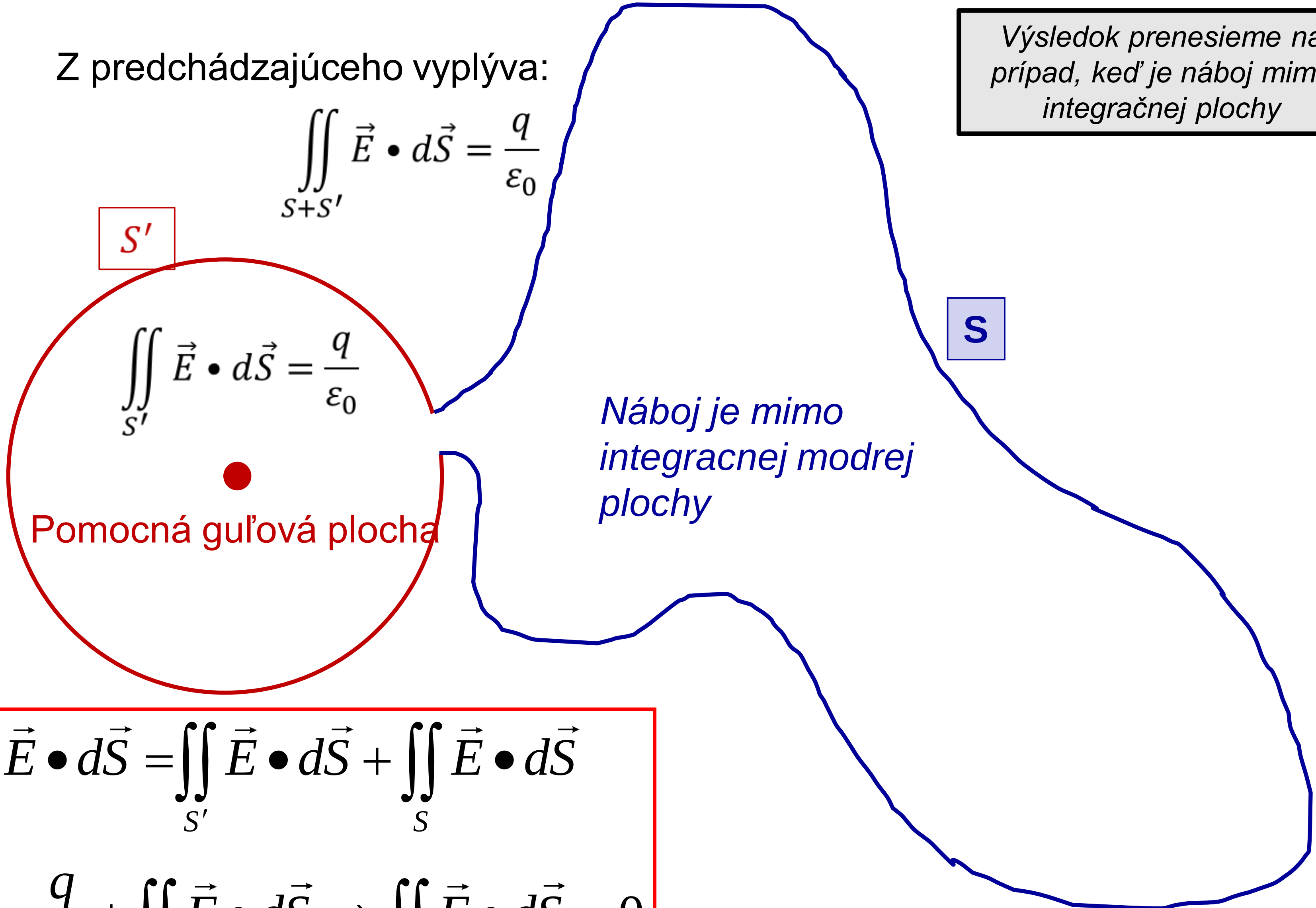
Tok cez ľubovolnú plochu je rovnaký ako cez Guľovú plochu a má hodnotu:

$$\iint_{gula} \vec{E} \bullet d\vec{S} = \iint_{plocha} \vec{E} \bullet d\vec{S} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

Výsledok prenesieme na prípad, keď je náboj mimo integračnej plochy

Z predchádzajúceho vyplýva:

$$\iint_{S+S'} \vec{E} \bullet d\vec{S} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$



$$\iint_{S'} \vec{E} \bullet d\vec{S} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

$$\iint_{S+S'} \vec{E} \bullet d\vec{S} = \iint_{S'} \vec{E} \bullet d\vec{S} + \iint_{S} \vec{E} \bullet d\vec{S}$$

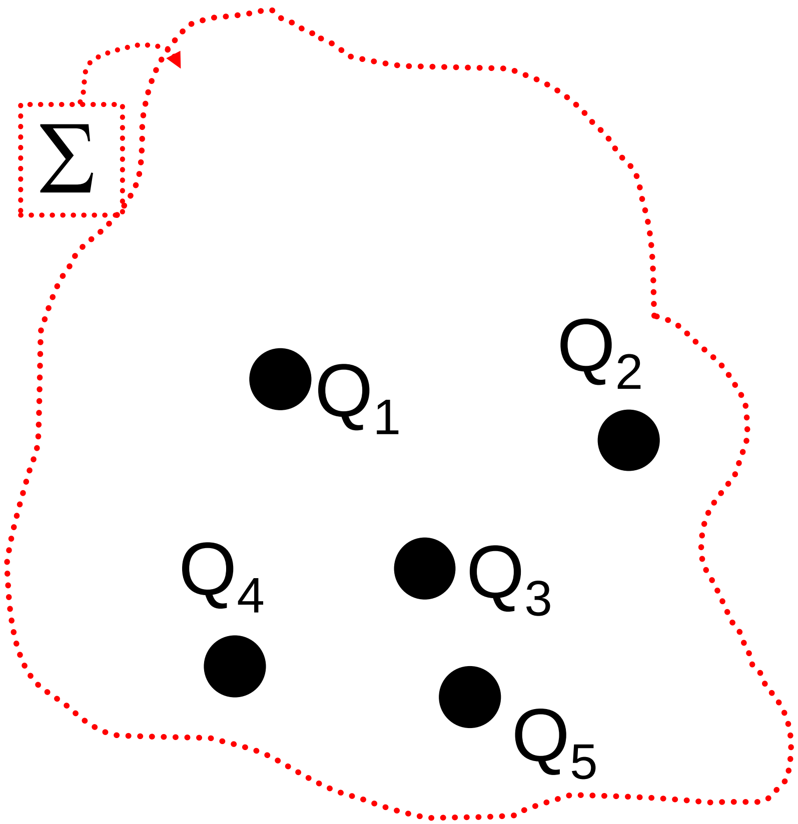
$$\frac{q}{\varepsilon_0} = \frac{q}{\varepsilon_0} + \iint_{S} \vec{E} \bullet d\vec{S} \Rightarrow \iint_{S} \vec{E} \bullet d\vec{S} = 0$$

$$\iint_{S} \vec{E} \bullet d\vec{S} = 0$$

Do toku vstupuje len náboj, ohraničený touto plochou

Gaussov zákon v integrálnom tvare

$$\oint_{\Sigma} \vec{E} \bullet d\vec{S} = \oint_{\Sigma} \left[\sum_i \vec{E}_i \right] \bullet d\vec{S} = \sum_i \oint_{\Sigma} \vec{E}_i \bullet d\vec{S} = \sum_i \frac{Q_i}{\varepsilon_0}$$



$$\oint_{\Sigma} \vec{E} \bullet d\vec{S} = \frac{\sum_i Q_i}{\varepsilon_0}$$

Celkový náboj, ktorý je uzavretý pod integračnou plochou.

Gaussov zákon :

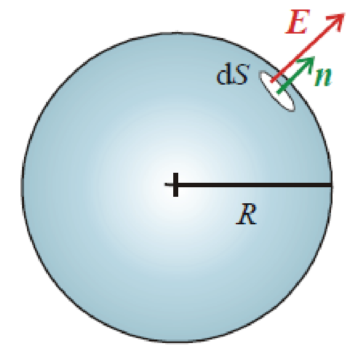
Tok vektora intenzity elektrostatického poľa vo vákuu cez uzavretú plochu sa rovná podielu celkového náboja uzavretého touto plochou a permitivity vákua.

Spojenie princípu superpozície + Coulombovho zákona

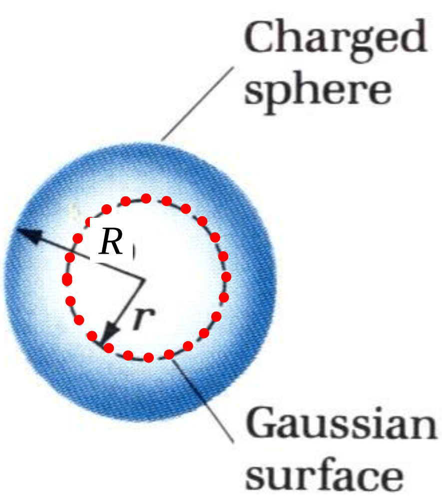
Aplikácie gausovej vety

UMENIE: Hľadanie vhodných integračních plôch

Pole homogéne nabitej gule

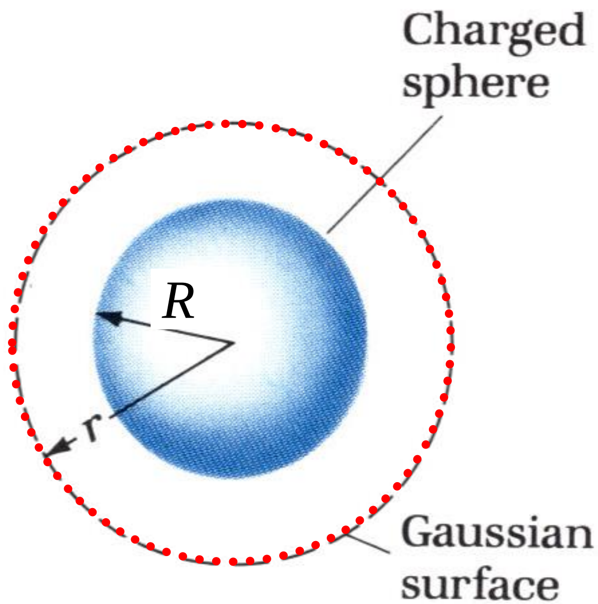


Vo vnútri gule

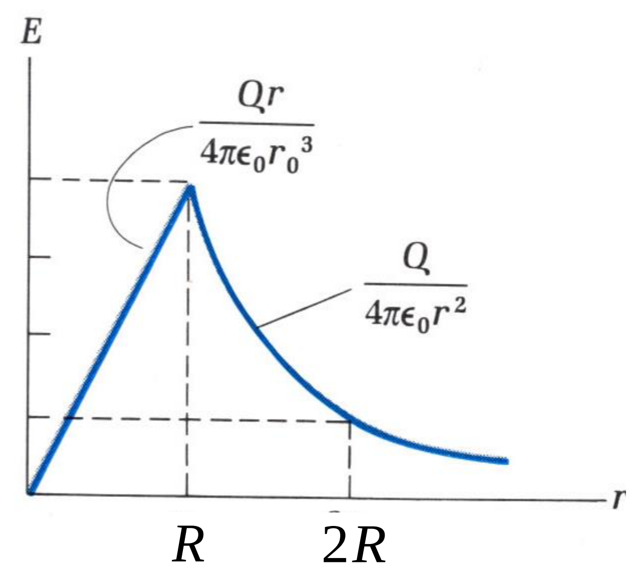


Uzavretá integračná plocha r<R

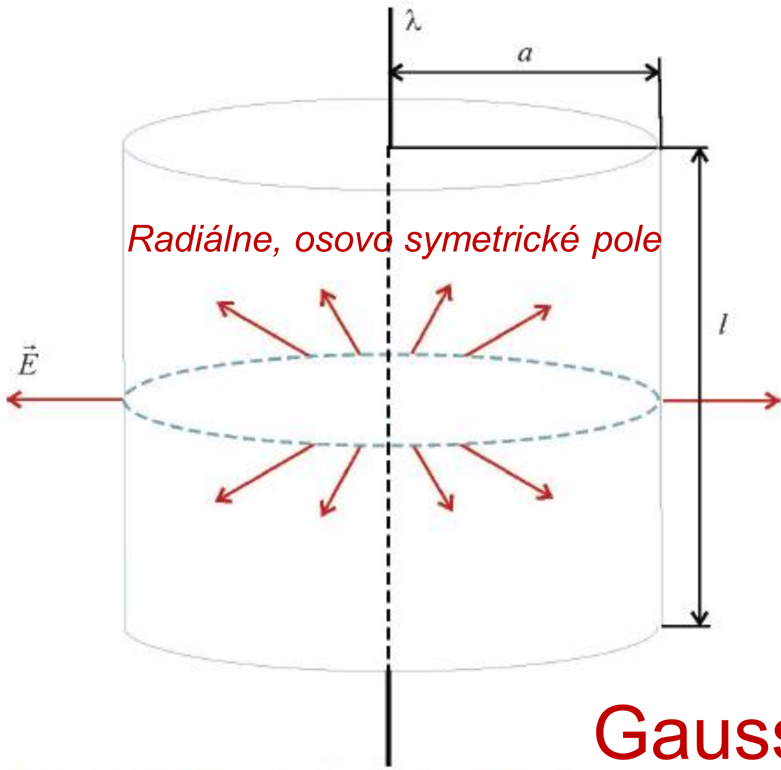
Mimo gule



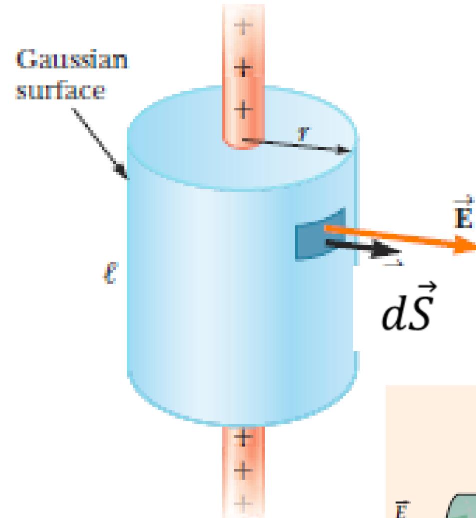
Uzavretá integračná plocha r>R



Pole homogénne nabitého vlákna

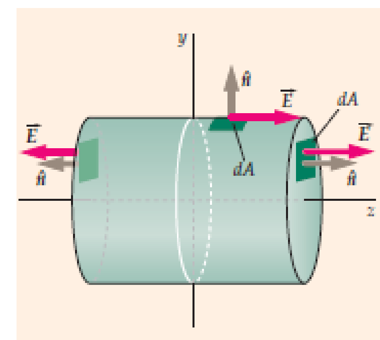


Radiálne, osovo symetrické pole



$d\vec{S}$

Radiálne, osovo symetrické pole, Pole má valcovu, resp. rotačnú symetriu



$$E(a) = \frac{\lambda}{2\pi\, a\, \varepsilon_0}$$

Gaussova plocha je valcová

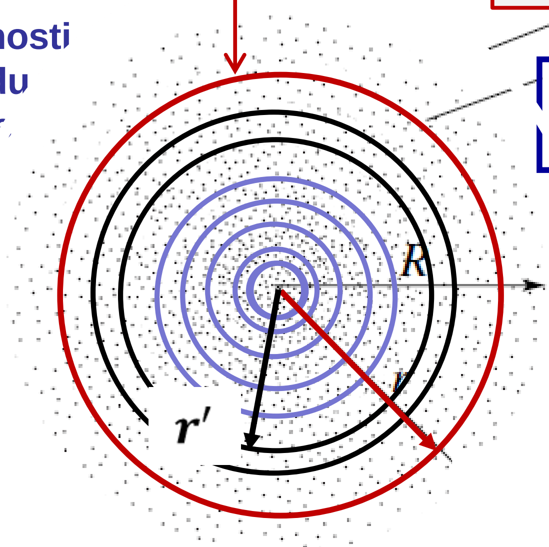
$$\boxed{\oint_{\Sigma} \vec{E} \bullet d\vec{S} = \int_{plast} \vec{E} \bullet d\vec{S} + \cancel{\int_{podstava1} \vec{E} \bullet d\vec{S}} + \cancel{\int_{podstava2} \vec{E} \bullet d\vec{S}}}$$

Intenzita elektrického poľa náboja rozloženého s guľovou symetriou

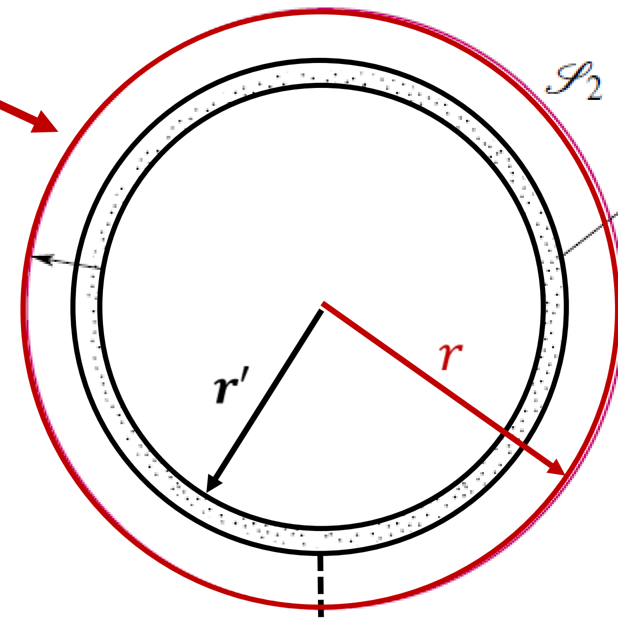
Objemová hustota náboja, závisí LEN od vzdialenosti od stredu symetrie

Gaussova plocha

ρ



Objemový element



dq

$$dq = \rho(r')\,4\pi r'^2 dr'$$

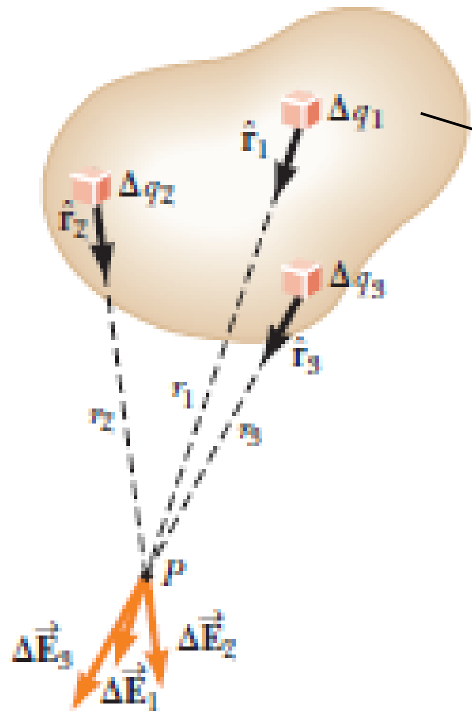
$$dV = 4\pi r'^2 dr'$$

$$E = \frac{\int_0^r 4\pi r'^2 dr'}{4\pi r^2 \varepsilon_0}$$

Tehnika výpočtu pri spojite rozloženom náboji

Princíp superpozície

$$\lambda = \frac{dQ}{d\ell} \qquad \sigma = \frac{dQ}{dA} \qquad \rho = \frac{dQ}{dV}$$



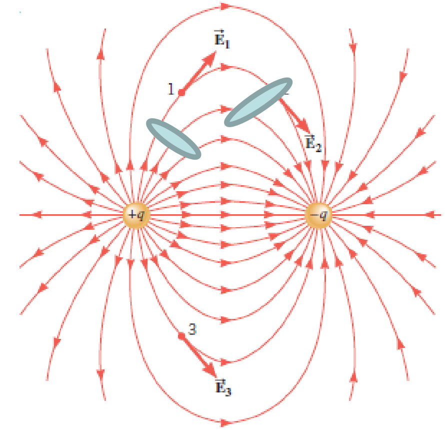
$$dq = \begin{cases} \rho dV \\ \lambda dl \\ \sigma dS \end{cases}$$

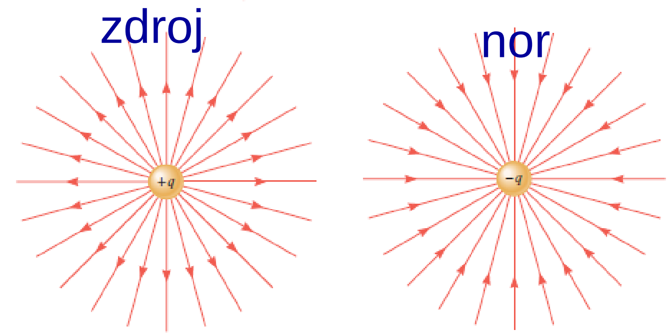
Elektrické pole

- Charakteristiky elektrického poľa:

- Intezita E
- Siločiary
- Potenciál V

Vlastnosti siločiar





1, *Elektrické siločiary sú orientované krivky, ktorých dotyčnica v každom bode má smer intenzity elektrického poľa.*
2, Elektrické siločiari vychádzajú z kladného náboja a vstupujú do záporného náboja
3, Siločiari sa nemôžu pretínať
4, Počet silociar v danom bode je úmerný toku elektrického poľa v tomto mieste, t.j. veľkosti elektrickej intenzity ***Intenzita elektrického poľa rastie s hustotou siločiar***

Počet siločiar prechádzajúcou danou plochou je rovný toku E: $dN = \vec{E} \bullet d\vec{S}$

Kladný náboj rodí siločiari
Záporný náboj ich pohlcuje

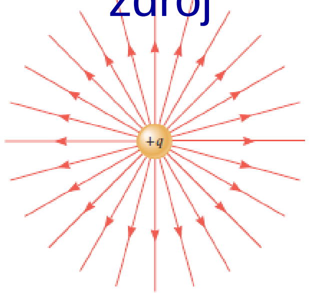
Elektrické siločiary – vizualizácia elektrického poľa

Elektrické siločiary sú orientované krivky, ktorých dotyčnica v každom bode má smer intenzity elektrického poľa.

Počet siločiar prechádzajúcou danou plochou je rovný toku E: $dN = \vec{E} \bullet d\vec{S}$

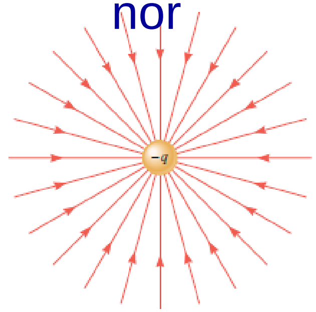
Pokles intenzity so vzdialenosťou

zdroj

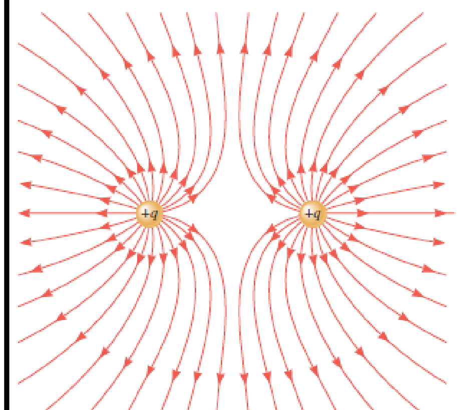


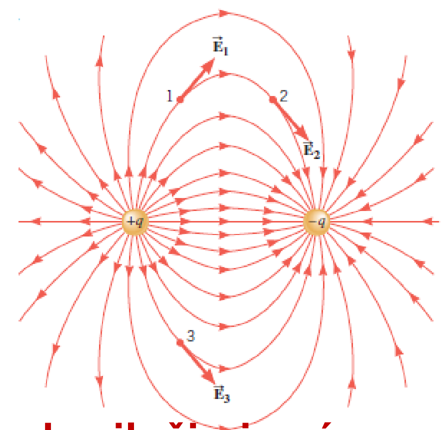
Z kladných nábojov siločiary vychádzajú.

nor



V záporných nabojoch siločiary končia





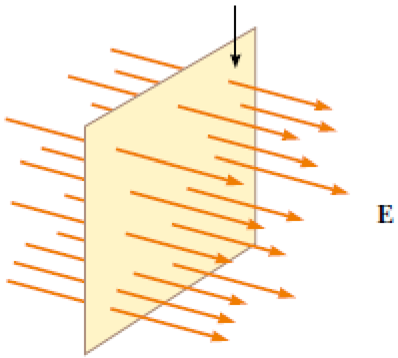
dotyčnica v každom bode siločiari má smer intenzity elektrického poľa

Siločiary sa vzájomne nepretínajú

(ak by sa pretínali, pole v danom mieste by nebolo jednoznačne určené)

Zobrazením získame dobrú predstavu o priebehu elektrického poľa

Plocha dS

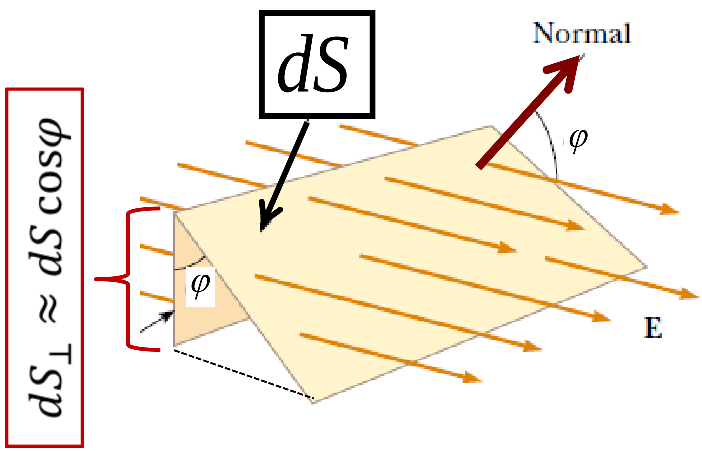


$$E \approx \frac{dN}{dS_{\perp}}$$

počet siločiar prechádzajúcich cez plochu dS ~

$$dN \approx E\, dS_{\perp}$$

Prípad, keď plocha nie je kolmá na smer siločiar



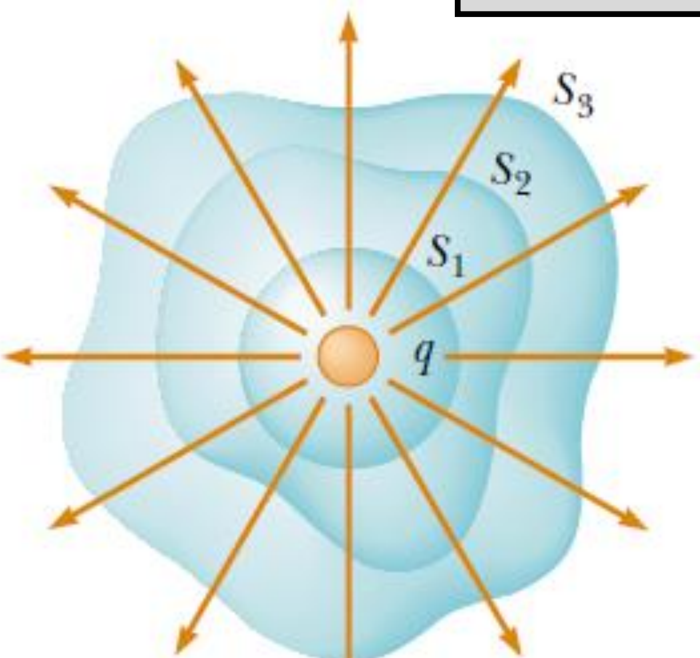
$$\boxed{dS_{\perp} \approx dS \cos\varphi}$$

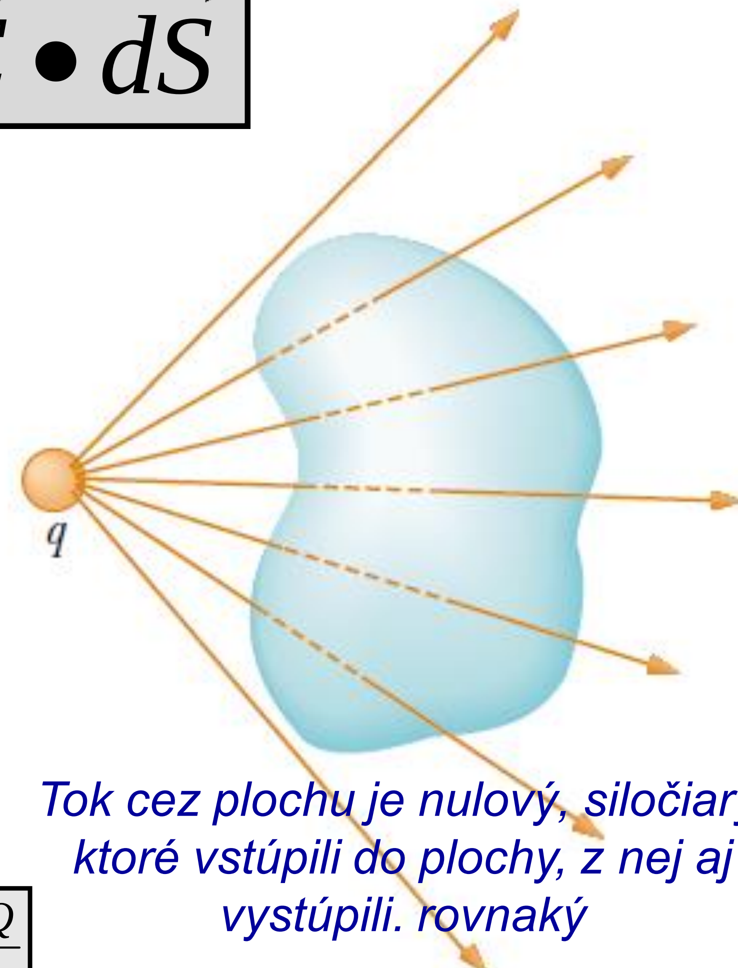
$$dN \approx E\, dS_{\perp} = EdS\cos\varphi = \vec{E} \bullet d\vec{S}$$

počet siločiar ktoré prechádzajú cez obe plochy sú rovnaké $\Rightarrow$ toky sú rovnaké

Interpretacia Gaussovej vety cez siločiary

$$\boxed{dN = \vec{E} \bullet d\vec{S}}$$



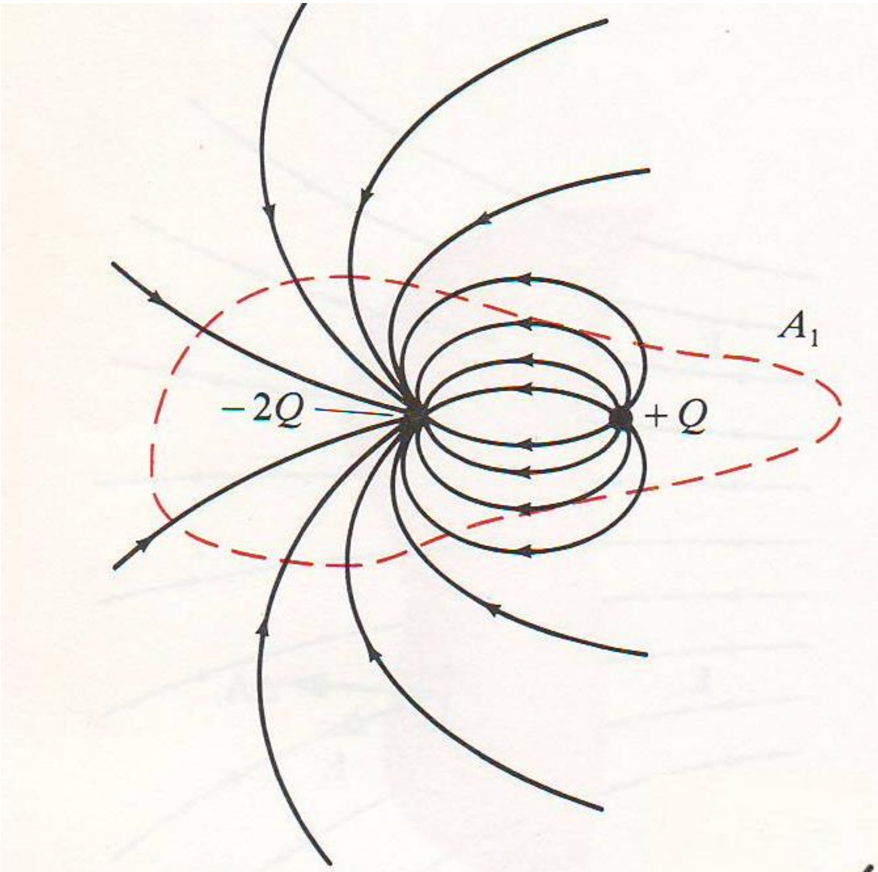


Každou plochou prechádza rovnaký počet siločiar – tok je rovnaký

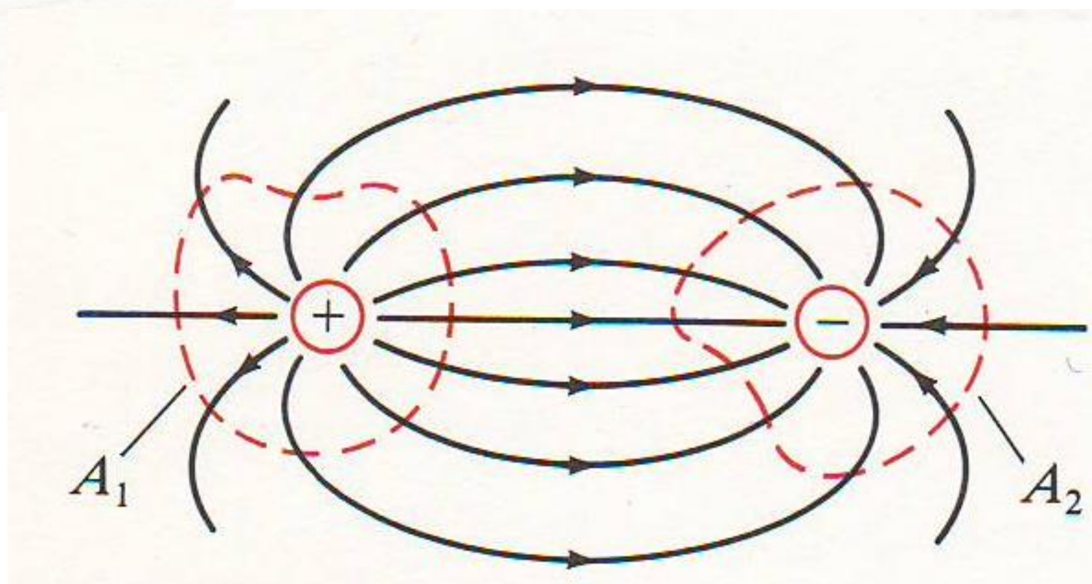
Tok cez plochu je nulový, siločiary, ktoré vstúpili do plochy, z nej aj vystúpili. rovnaký

Celkový počet siločiar, ktore sa zrodili v uzavretom objeme.

$$\boxed{\iint\limits_{plocha} \vec{E} \bullet d\vec{S} = \frac{Q}{\varepsilon_0}}$$



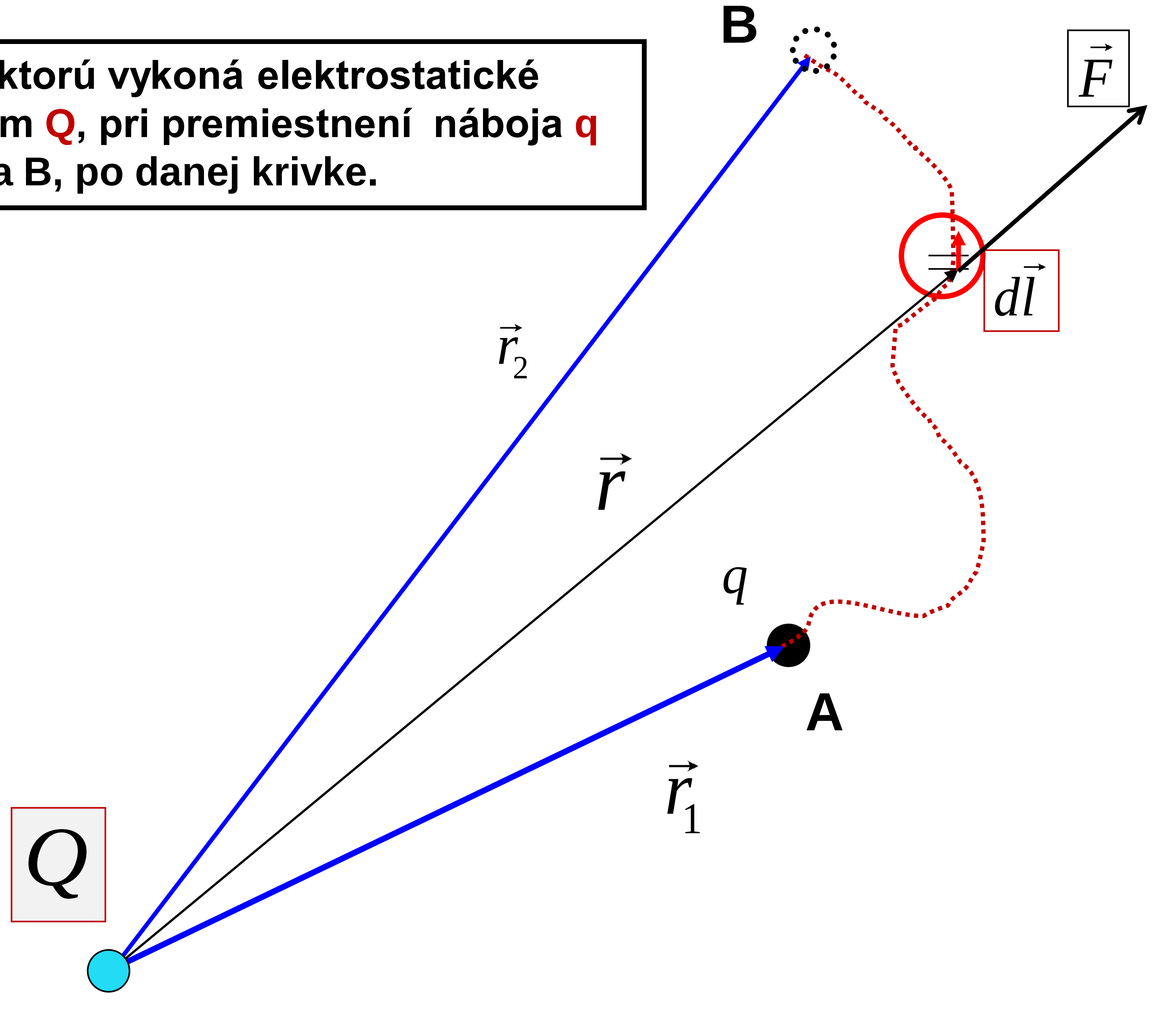
A_1
$-2Q$
$+Q$

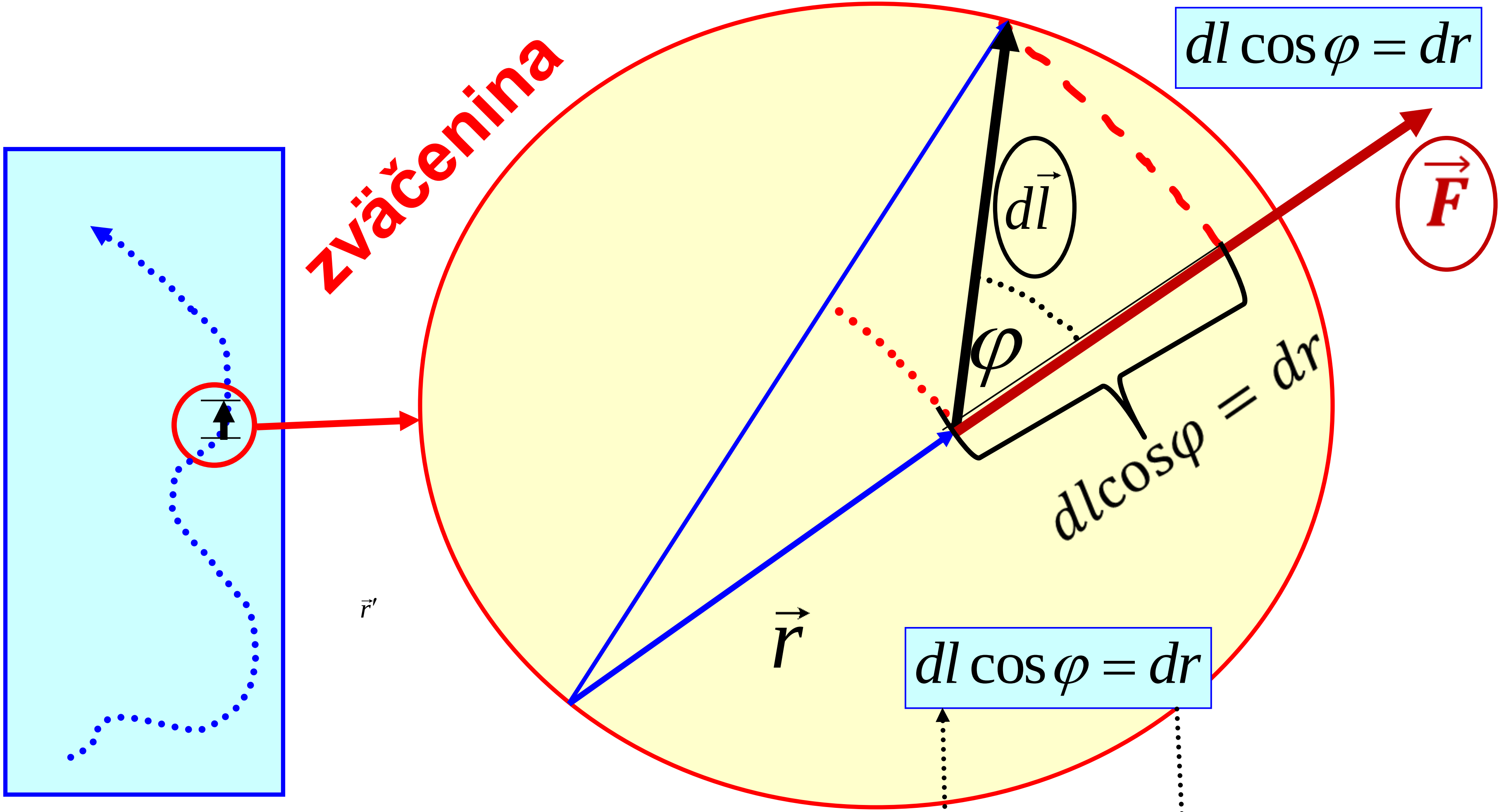


+
−
A_1
A_2

PRÁCA ELEKTROSTATICKÉHO POĽA

Vypočítajme prácu, ktorú vykoná elektrostatické pole budené nábojom Q, pri premiestnení náboja q z miesta A do miesta B, po danej krivke.





$$W = \int_{\Gamma} \vec{F} \bullet d\vec{l} = \int_{\Gamma} \left|\vec{F}\right| \left|d\vec{l}\right| \cos\varphi = \int_{\Gamma} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q\,q}{r^2} \boxed{dl\cos\varphi} = \frac{Q\,q}{4\pi\varepsilon_0} \int_{r_A}^{r_B} \frac{1}{r^2} \boxed{dr} = \frac{Q\,q}{4\pi\varepsilon_0} \left[\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right]$$

Práca vykonaná elektrostatickými silami nezávisí od tvaru trajektórie ale iba od počiatočnej a konečnej polohy. Pole je

konzervatívne.

Elektrostatické pole je konzervatívne

Pre akúkoľvek uzavretú krivku v elektrostatickom poli platí:

$$\boxed{\oint_{\Gamma} \vec{F} \bullet d\vec{l} = 0}$$

$$\oint_{\Gamma} q\vec{E} \bullet d\vec{l} = 0$$

$$\boxed{\oint_{\Gamma} \vec{E} \bullet d\vec{l} = 0}$$

Základné vlastnosti elektrostatických polí

Konzervatívnosť

$$\boxed{\oint_{\Gamma} \vec{E} \bullet d\vec{l} = 0}$$

Coulombov zákon
+ superpozícia

$$\boxed{\int_{\Sigma} \vec{E} \bullet d\vec{S} = \frac{Q}{\varepsilon_0}}$$

$$W(r) = -\int_{r_{ref}}^{r} \vec{F} \bullet d\vec{l}$$

$$W(r) = -\int_{\infty}^{r} \vec{F} \bullet d\vec{l}$$

Potenciálna energia

$$W_p = -\int_{\infty}^{r} \vec{F} \bullet d\vec{l} = -\frac{Q\,q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{"\infty"} - \frac{1}{r}\right] = \frac{Q\,q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r}$$

Referenčný bod

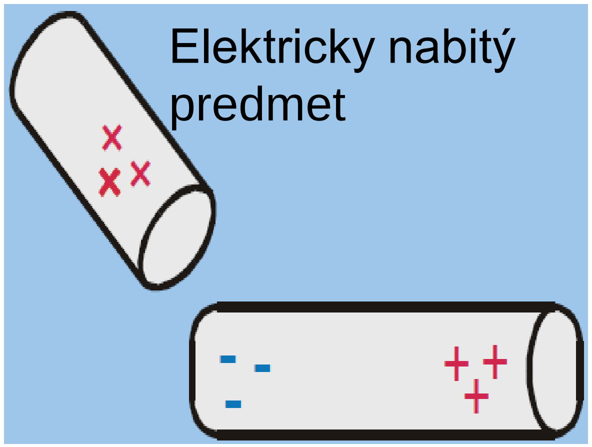
r_1 r_2

Napätie

$$U_{ba} = V_b - V_a = -\int_a^b \frac{\vec{F}}{q} \bullet d\vec{l} = -\int_a^b \vec{E} \bullet d\vec{l}$$

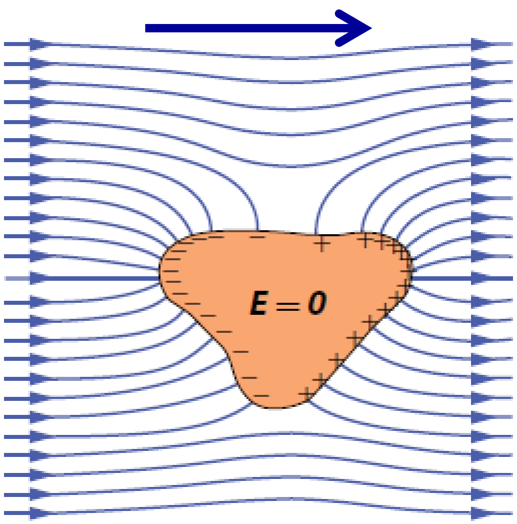
Elektrické napätie medzi dvomi bodmi elektrostatického poľa sa rovná práci na prenesenie jednotkového kladného elektrického náboja medzi týmito bodmi elektrického poľa.

Vodič v elektrostatickom poli



Elektrostatická indukcia - zmena v rozložení elektrických nábojov vo vodiči vonkajším účinkom.

Záporné elektrické náboje sa môžu **voľne pohybovať**. Pod účinkom sily sa budú premiestňovať bližšie k tomu koncu, kde sa v blízkosti nachádza kladný elektrický náboj, tento koniec sa preto bude javiť ako záporný. Na druhej strane vodiča bude **deficit záporných elektrických** nábojov a kladné elektrické náboje nebudú mať vo svojom okolí dosť záporných nábojov na svoju kompenzáciu. Navonok sa to prejaví prítomnosťou kladného elektrického náboja na opačnom konci vodiča



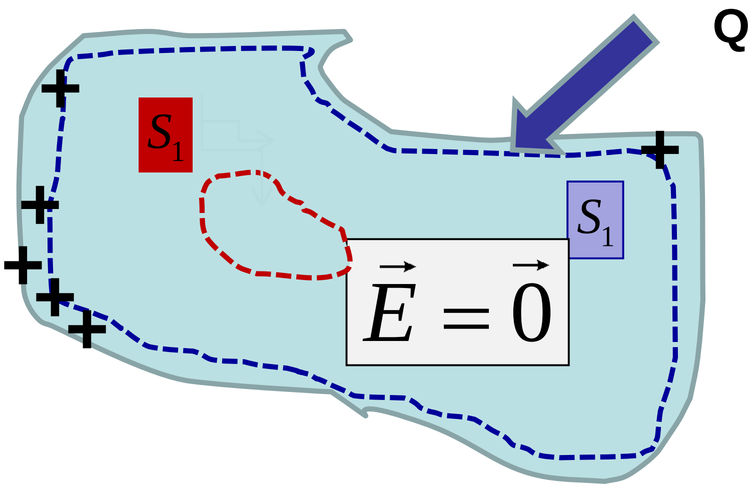
Na povrchu vodiča sa indukujú náboje, tak aby **sa vykompenzovalo vonkajšie pole** (elektrostatická indukcia)

Pôvodné pole sa deformuje tak, že siločiary vstupujú a vystupujú kolmo na plochu vodiča.

$$\boxed{\vec{E} = \vec{E}_{in} + \vec{E}_{ex} = \vec{0}}$$

Nabitý izolovaný vodič

Ak privedieme elektrický náboj na izolovaný vodič, elektrické náboje sa vplyvom vzájomnej repulzie rozmiestnia tak, aby boli od seba čo najviac vzdialené, a elektrický náboj bude sústredený na povrchu vodiča. Ľahko si toto tvrdenie dokážeme pomocou Gaussovho zákona.



Náboj vo vodiči sa umiestňuje na jeho povrchu, nemusí rovnomerne

$$\boxed{\vec{E} = \vec{0}}$$

$$\Downarrow$$

Tok cez ľubovoľnú uzavretú plochu vo vnútri vodiča.

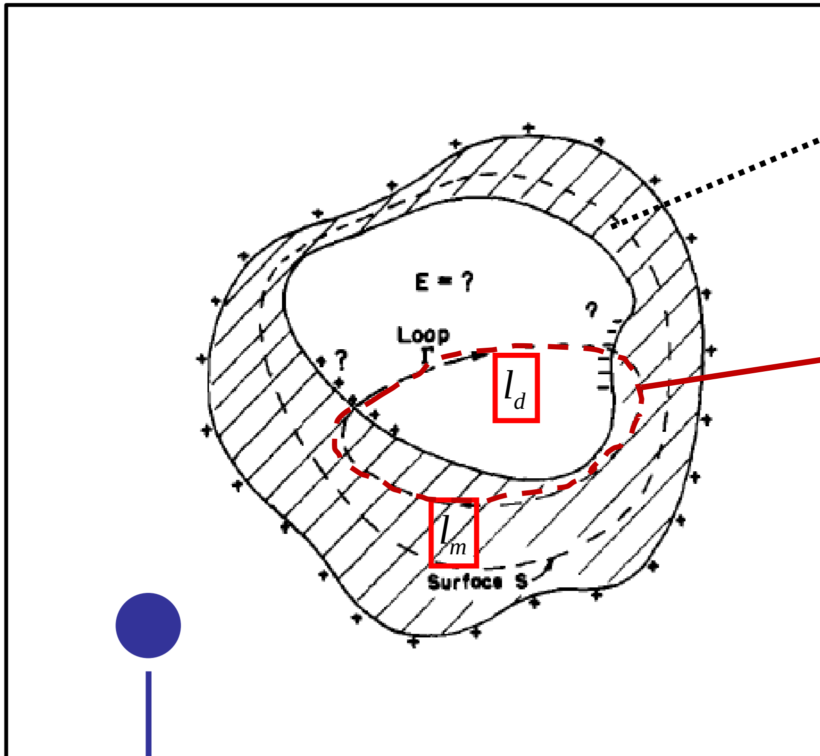
$$\boxed{\oint_S \vec{E} \bullet d\vec{S} = 0}$$

$$\Downarrow$$

$$\boxed{Q = 0}$$

Tok cez ľubovoľnú uzavretú plochu vo vodiči je nulový $\Rightarrow$ celkový náboj vo vnútri je nulový $\Rightarrow$ keď nie je **náboj** vo vnútri vodiča, musí byť **na povrchu**

Vodič s dutinou v elektrostatickom poli



Zdroj vonkajšieho poľa, napr. náboj

Gaussova veta aplikovaná na túto krivku:

$$\oint_S \vec{E} \bullet d\vec{S} = 0 \quad \Rightarrow \quad \boxed{Q = 0}$$

V vnútri vodiča je intenzita nulová

$$\oint \vec{E} \bullet d\vec{l} = \cancel{\int_{l_m} \vec{E} \bullet d\vec{l}} + \int_{l_d} \vec{E} \bullet d\vec{l} = 0$$

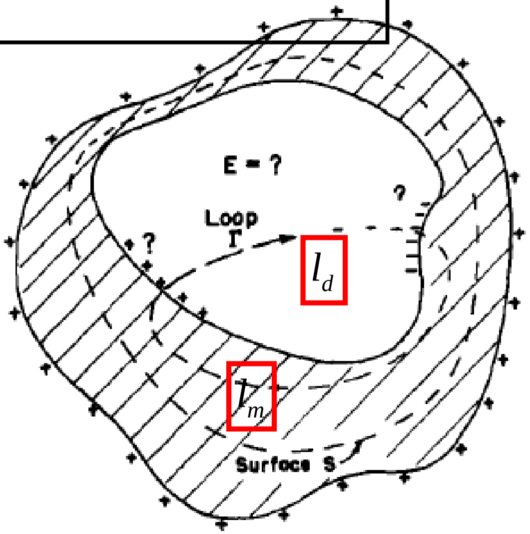
$$\int_{l_d} \vec{E} \bullet d\vec{l} = 0$$

$$\boxed{\vec{E} = \vec{0}}$$

V dutine je vždy nulové pole – dutina je od vonkajšieho priestoru elektricky odtienená

Vodič s dutinou

$$\oint_S \vec{E} \bullet d\vec{S} = 0 \Rightarrow Q = 0$$



$$\oint \vec{E} \bullet d\vec{l} = \cancel{\int_{l_m} \vec{E} \bullet d\vec{l}} + \int_{l_d} \vec{E} \bullet d\vec{l} = 0$$

$$\int_{l_d} \vec{E} \bullet d\vec{l} = 0$$

V dutine je vždy nulové pole – dutina je od vonkajšieho priestoru elektricky odtienená

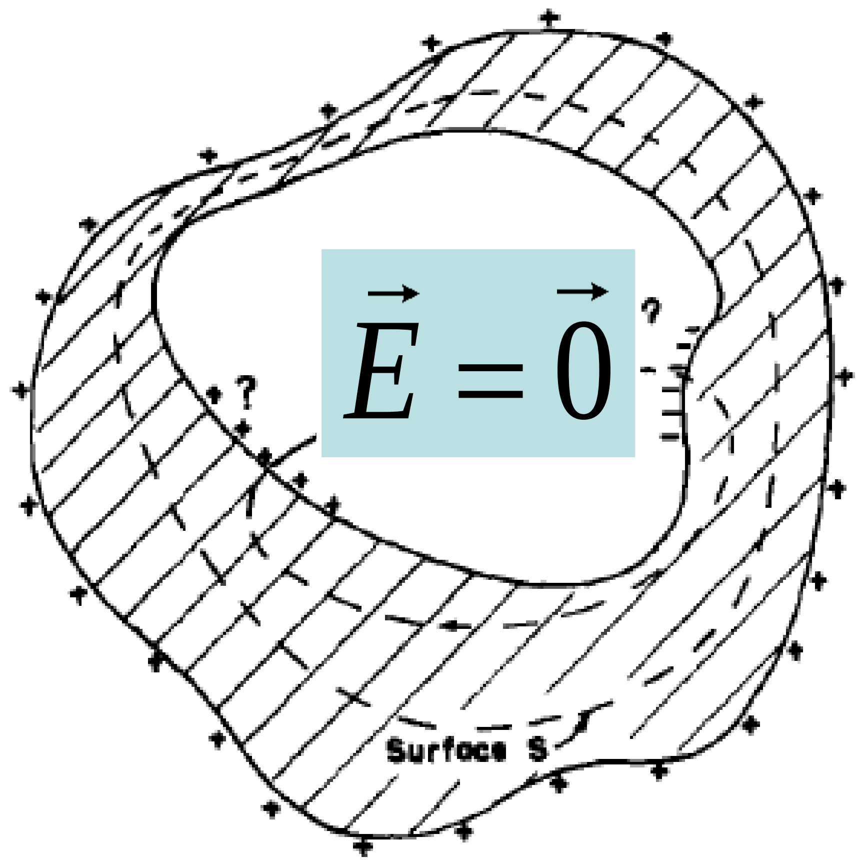
Faradayova klietka

Obr. 25.20 Do karosérie auta udeřila mohutná elektrická jiskra a pak přeskočila přes izolující levou přední pneumatiku do země (všimněme si záblesku v tomto místě), aniž zranila osobu uvnitř auta.

Tento jav sa využíva na elektrické tienenie citlivých zariadení (niektoré meracie prístroje, vstupné diely rozhlasových a televíznych prijímačov a pod.), ale aj na ochranu pred elektrickým výbojom

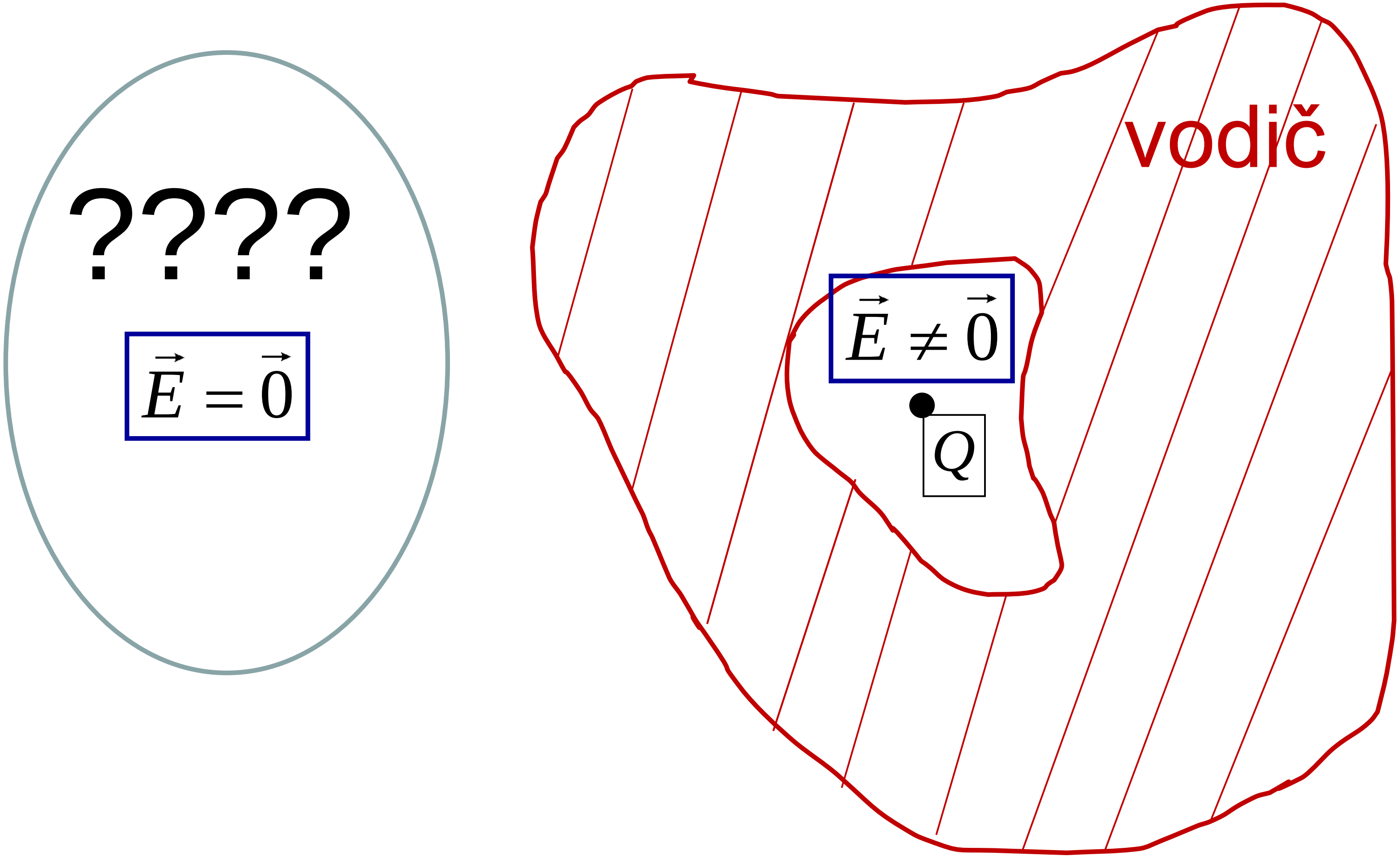
Faradayova klietka

$$\boxed{\vec{E} \neq 0}$$



Ak vo vnútri dutiny vodiča je umiestnený náboj Q, bude elektrické pole mimo vodiča ?

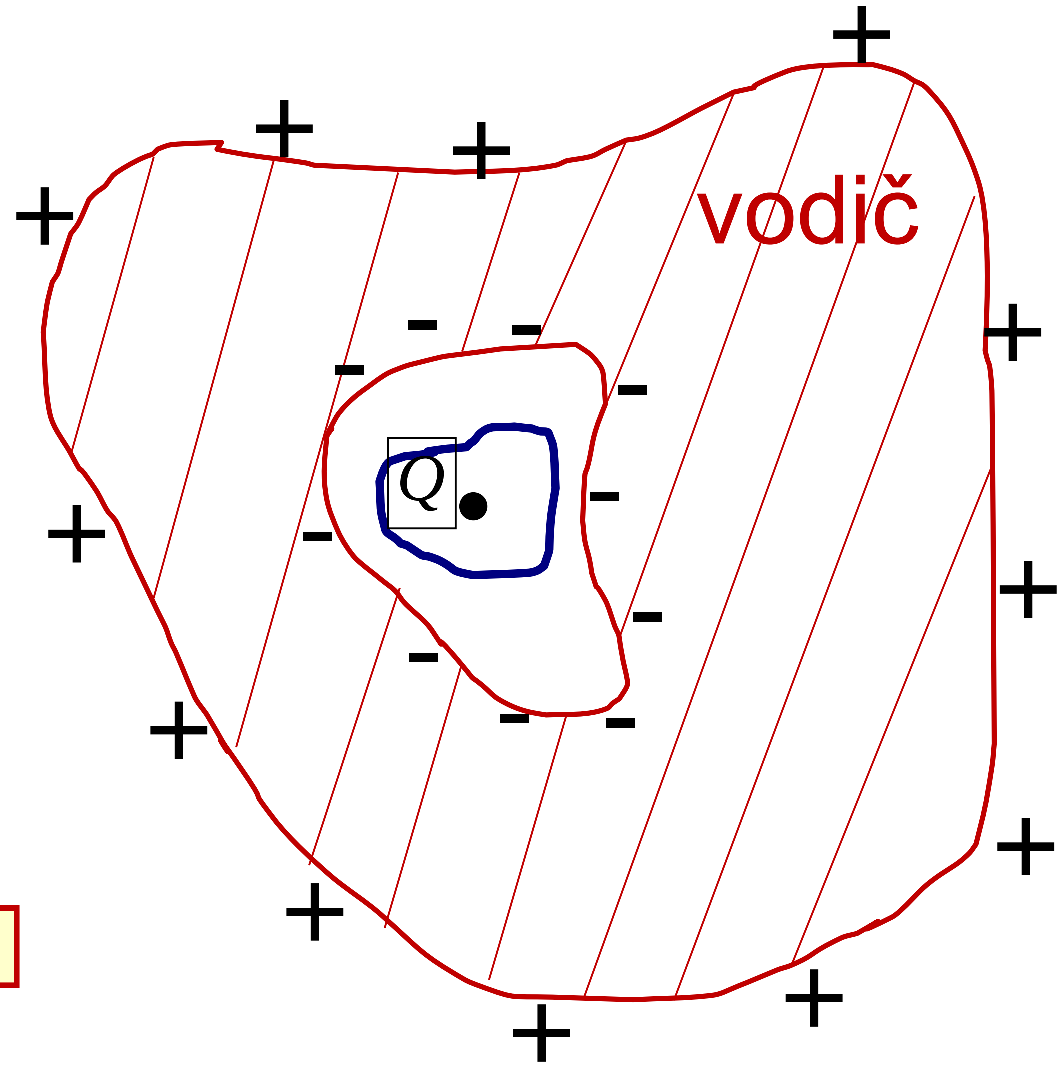
Je tienenie obojstranné ???



Integračná plocha S_1

$$\oint_{S_1} \vec{E} \bullet d\vec{S} = \frac{Q}{\varepsilon_0} \neq 0$$

Vo vnútri dutiny je pole

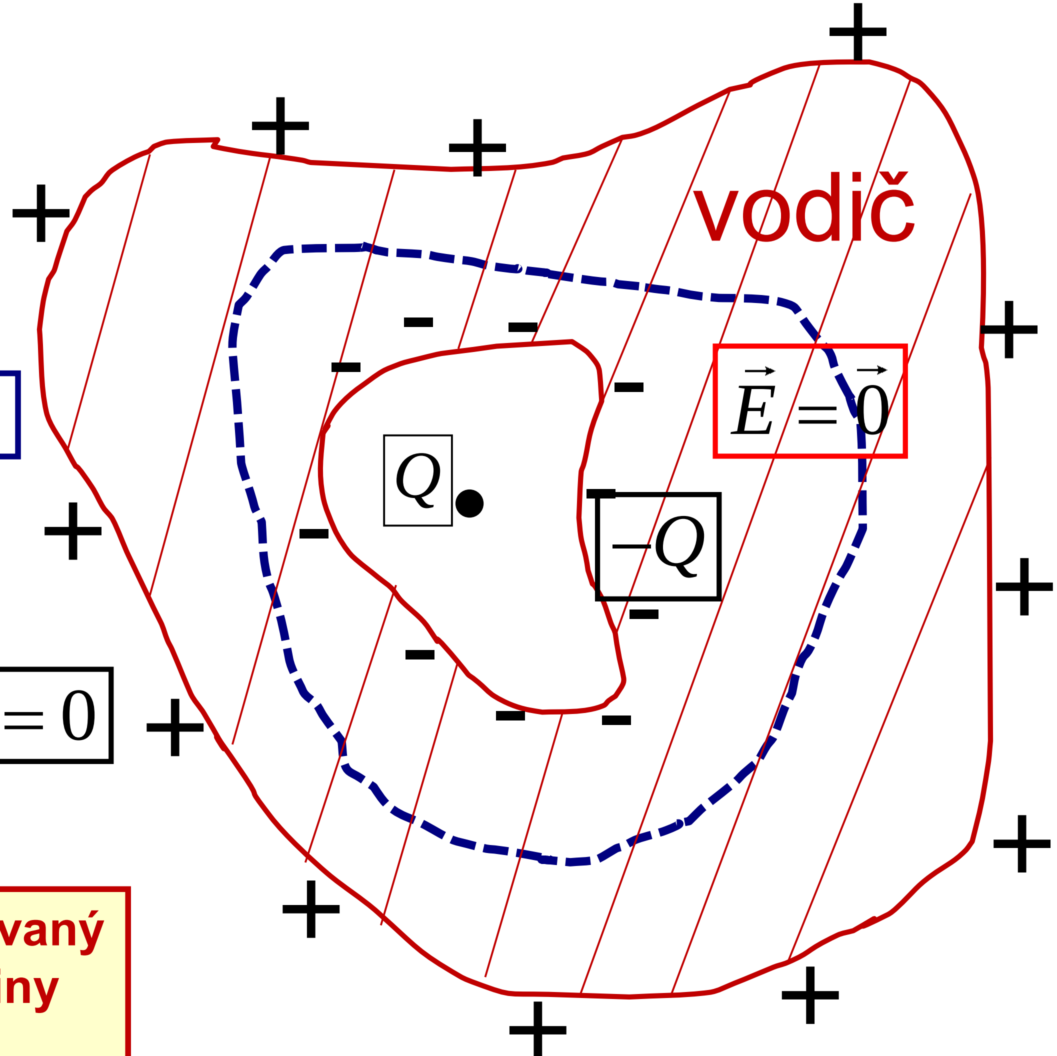


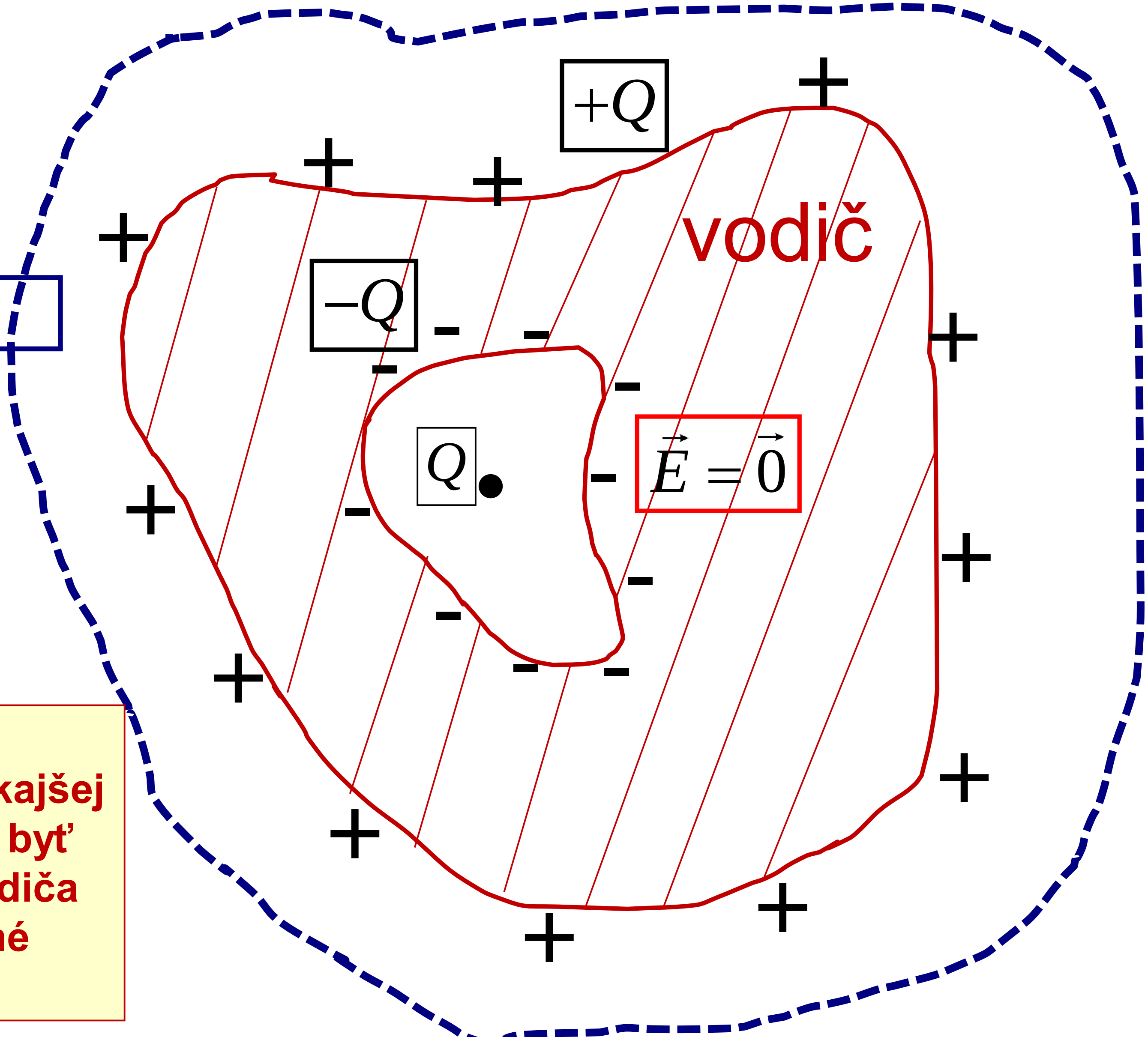
Integračná plocha S2

$$\oint_{S_2} \vec{E} \bullet d\vec{S} = 0$$

$$E = 0$$

Celkový náboj naindukovaný z vnútornej strany dutiny musí byť rovný -Q





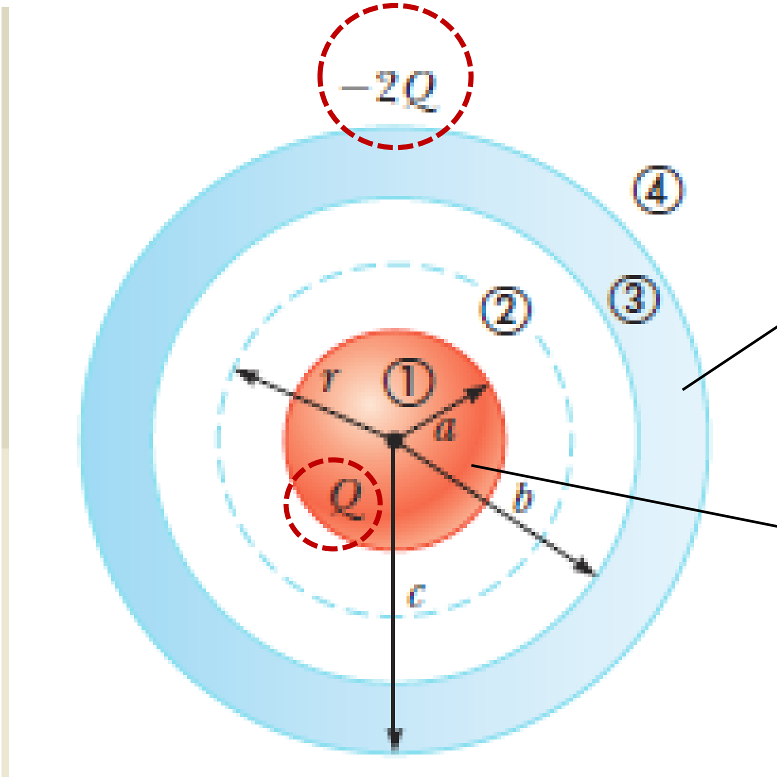
Integračná plocha S3

$$\oint_{S_2} \vec{E} \bullet d\vec{S} \neq \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

Celkový náboj naindukovaný z vonkajšej strany dutiny musí byť rovný Q. V okolí vodiča existuje netienené elektrické pole

Tienenie <u>nie je</u> obojstranné: Ak sa v dutine nachádza náboj, potom v okolí nenabitého vodiča existuje elektrostatické pole.

Príklad



Vodivá vrstva, ňabitá
s nábojom -2q

Nevodivá vrstva, v ktorej
rovnomerne rozložený náboj

Určite náboj indukovaný na vnútornej vrstve vodiča