

Žilinska univerzita

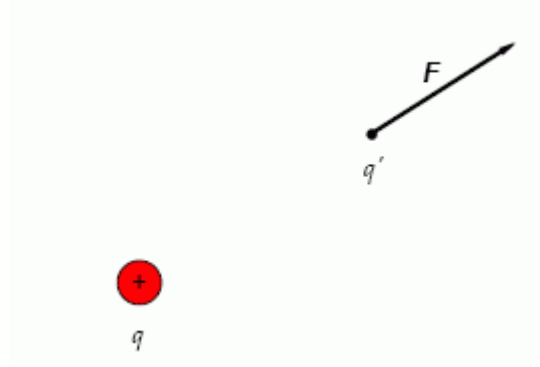
Semestrálna práca

Matúš Krasul'a

ZPO12

Elektrické pole náboja v pokoji

Z učiva o elektrostátike už vieme, že v priestore v okolí kladného elektrického náboja q je *niečo*, čo sa prejavuje tak, že ak vezmeme veľmi malý skúšobný náboj q' a umiestnime ho do nejakého bodu tohto priestoru, bude naň pôsobiť elektrická sila \vec{F} . Toto *niečo* sme nazvali elektrické pole.



Pole v okolí náboja q sa prejavuje tak, že na skúšobné náboje v okolí náboja q pôsobí elektrická sila.

Pôsobiacia sila \vec{F} je tým väčšia, čím väčší je náš skúšobný náboj q' . Matematicky sa to dá zapísať ako priama úmernosť

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

kde \vec{E} je vektorová konštanta úmernosti a predstavuje silu, ktorá by pôsobila na jednotkový skúšobný náboj. Vektor \vec{E} možno vyjadriť ako $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q'}$. Vektor \vec{E} nazývame **intenzita elektrického poľa**.

Vieme, že vektory intenzity elektrického poľa v tomto prípade smerujú od kladného náboja a ich veľkosť klesá so štvorcem vzdialenosti od náboja. Pre veľkosť intenzity tohto poľa možno z Coulombovho zákona získať vzťah:

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

Zo vzorca je vidieť, že čím ďalej sa od kladného náboja nachádzame, tým je intenzita poľa menšia. Ak sa napríklad vzdialenosť r zväčší 2 krát, intenzita klesne $2^2 = 4$ krát, lebo v menovateli vzorca je r^2 . Intenzita poľa teda klesá veľmi rýchlo. Pri veľkých vzdialenostiach od kladného náboja môže byť taká malá, že bude našimi prístrojmi nemerateľná.

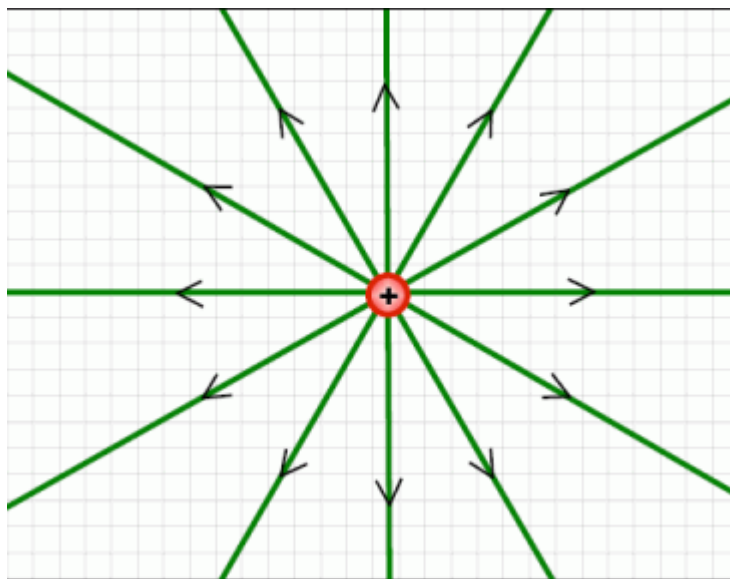
Elektrické pole kladného náboja môžeme znázorniť pomocou **siločiar**, ktoré majú tú vlastnosť, že **ich dotyčnica v ľubovoľnom bode siločiaru vždy udáva smer intenzity elektrického poľa v tomto bode**.

Obrazec siločiar elektrického poľa kladného náboja môžeme v princípe získať aj takto: Rovnomerne rozmiestnime do celého priestoru množstvo skúšobných nábojov q' a odmeriame

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

silu, ktorá na ne pôsobí. Z nej určíme podľa vzťahu $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q'}$ vektor intenzity v každom bode, kde máme umiestnený skúšobný náboj. Skúšobné náboje volíme naschvál veľmi malé, aby sa navzájom neovplyvňovali.

Teraz vektory pospájame čiarami v smere vektorov. Obrazec siločiar ktorý získame je znázornený na nasledujúcom obrázku.



Pole v okolí náboja q znázornené pomocou elektrických siločiar.

V nasledujúcej časti preskúmame elektrické pole náboja, ktorý sa voči pozorovateľovi pohybuje malou rýchlosťou.

Elektrické pole náboja pohybujúceho sa konštantnou rýchlosťou

To, čo sme povedali o intenzite elektrického poľa kladného náboja q doteraz, platí keď sa náboj nachádza v pokoji. Ako bude vyzerat' elektrické pole náboja q , keď sa voči nám bude pomaly pohybovat' po vodorovnej priamke konštantnou rýchlosťou?

Odpoveď získame pomocou jednoduchého **myšlienkového experimentu**. Predstavme si, že Vlado sedí v presklenom vagóne s priesvitnými stenami. Má v ruke zelenú fixku, ktorou môže kresliť na bočnú sklenú stenu vagóna. Do stredu bočnej sklenej steny vagóna prilepí náboj q .

Vlado chce zostrojit' obrazec siločiar náboja q . Technológia vo Vladovej dobe je veľmi pokročilá. Vlado má množstvo zvláštnych malých škatuliek. Na každej je displej a pohyblivá ručička (vid' obrázok). Škatuľky slúžia na automatické meranie intenzity elektrického poľa.

Vlado rozmiestni škatuľky rovnomerne po bočnej stene svojho vagóna. Každá škatuľka obsahuje veľmi malý skúšobný náboj q' . Na displeji zobrazuje škatuľka veľkosť intenzity poľa v mieste škatuľky a jej ručička ukazuje jeho smer.

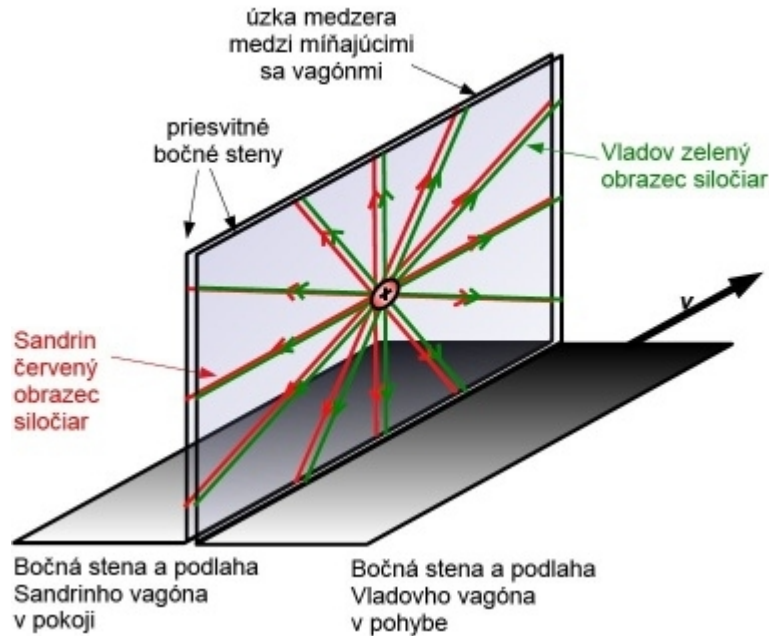


Škatuľka -- prístroj slúžiaci na zviditeľnenie elektrického poľa náboja q .

Pomocou škatuliek získa Vlado ľahko predstavu o smere a veľkosti intenzity elektrického poľa na bočnej stene svojho vagóna. Napokon fixkou na stene znázorní siločiar náboja q . Keďže sa náboj q voči Vladovi nachádza v pokoji, musí získať obrazec siločiar, o ktorom sme hovorili v predchádzajúcej časti.

Vladov vagón prechádza práve stanicou a pohybuje sa po rovných koľajniciach malou rýchlosťou v voči stanici.

Na stanici stojí na vedľajšej koľaji iný presklený vagón, v ktorom sedí Sandra. Koľaj, na ktorej stojí jej vagón je tak blízko pri koľaji, po ktorej sa práve pohybuje Vladov vagón, že bočné steny míňajúcich sa vagónov sa skoro dotýkajú. Sandra drží červenú fixku a môže ňou kresliť na bočnú stenu svojho vagóna. Vidí cez ňu Vlada a náboj q pohybujúci sa okolo nej rýchlosťou v .



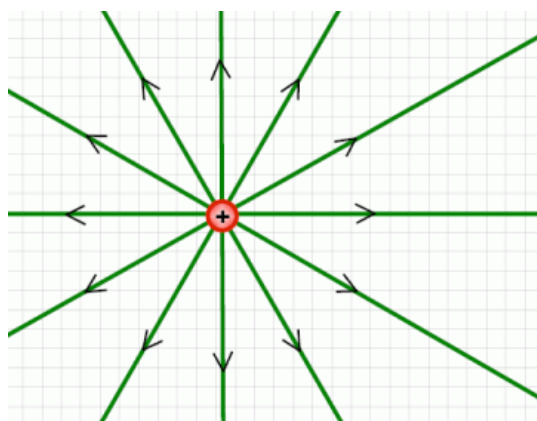
Podlahy a bočné steny Vladovho a Sandrinho vagóna. Steny oboch vagónov sú priesvitné a sú veľmi blízko pri sebe. Sandra a Vlado na ne kreslia siločiar toho istého náboja q .

Predpokladajme, že Sandra je extrémne šikovná a dokáže nakresliť obrazec siločiar za 1 milisekundu. Chce nakresliť obrazec siločiar náboja q v nejakom konkrétnom okamihu, napríklad keď sa náboj nachádza presne vedľa stredu jej steny. Skúsenosť nám hovorí, že v **ľubovoľnom konkrétnom okamihu sa Sandra s Vladom zhodne na veľkosti aj na smere síl pôsobiacich na ktorýkoľvek predmet vo Vladovom vagóne** a teda aj na Vladove skúšobné náboje q' v jeho škatuľkách. Preto sa môže Sandra spoliehať na to, že údaje na Vladových škatuľkách predstavujú intenzitu elektrického poľa aj v jej vagóne. Údaje na nich sú totiž získané zo síl nameraných vo Vladovom vagóne a práve sme povedali, že sú to zároveň aj sily v Sandrinom vagóne. Preto obrazec elektrických siločiar náboja q , ktoré nakreslí v tomto okamihu Sandra sa bude *zhodovať* s Vladovým.

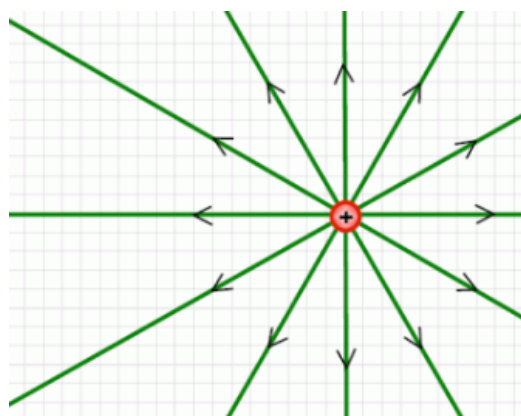
Vladov obrazec siločiar možno teda považovať aj za Sandrin obrazec siločiar. Keďže Vlado sa voči Sandrinmu vagónu pohybuje, musí sa voči Sandre pohybovať aj jeho obrazec siločiar. Keby ho chcela nakresliť o čosi neskôr, zistila by, že obrázok na bočnej stene jej vagóna sa posunul spolu s nábojom.

Sandra preto dôjde k záveru, že **kladný náboj, ktorý sa voči nej pohybuje rovnomerným pohybom po priamke, unáša so sebou svoj obrazec siločiar. Intenzita elektrického poľa naďalej klesá s druhou mocninou vzdialenosti od aktuálnej polohy náboja.** Vyzerá to tak, ako na nasledujúcich obrázkoch.

T1-čas 1



T2-čas 2



Animácia elektrického poľa náboja q , ktorý sa rovnomerne pohybuje po vodorovnej osi x . Animácia sa automaticky neustále opakuje.