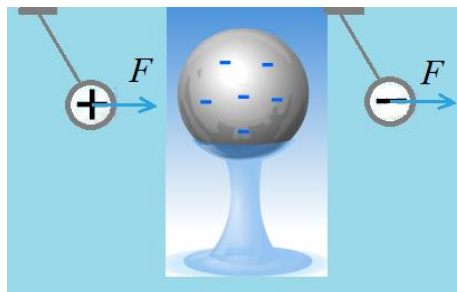


3. ИНТЕНЗИТЕТ НА ЕЛЕКТРИЧНО ПОЛЕ

ЕЛЕКТРИЧНО ПОЛЕ – ПОСРЕДНИК НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕТО

Ако до заредена сфера се доближи наелектризирано топче, закрепено на тънка нишка, то топчето се отклонява от вертикалата. Следователно заредената сфера действа на наелектризираното топче със сила, въпреки, че не го докосва. За големината и посоката на тази сила можем да съдим по отклонението на топчето. Появата на електрична сила обясняваме със съществуването на електрично поле около заредената сфера.



Електрически заредено тяло създава поле в пространството около себе си и то се нарича електрично поле. Това поле не може да се възприеме с нашите сетива, но се открива чрез неговото въздействие върху заредени тела. Електричното поле действа с електрична сила на всяко заредено тяло.

Полето, създадено от неподвижни заряди, се нарича *електростатично*.

ИНТЕНЗИТЕТ НА ЕЛЕКТРИЧНОТО ПОЛЕ

Тъй като полето се проявява чрез силата, с която действа на внесен в него заряд, то за характеристика на електричното поле се въвежда векторната величина интензитет на електричното поле $\vec{E}(r)$, която има големина и посока.

Наличието на електростатично поле се установява с помощта на пробен заряд.

Пробен заряд се нарича всяко електрически слабо заредено тяло с достатъчно малък заряд, който практически не предизвиква изменение (преразпределение) на електричните заряди на обкръжаващите го тела.

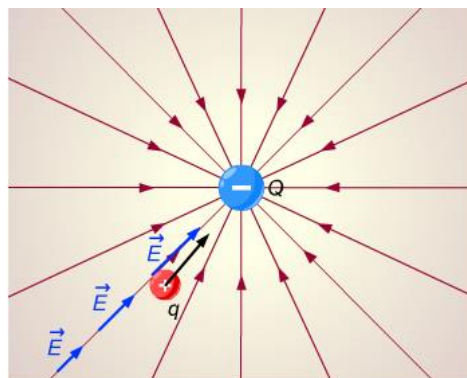
Силата, с която електростатичното поле, създадено от точковия заряд Q , действа на единичен положителен пробен заряд q_0 , поставен в дадена точка \vec{r} , се нарича *интензитет на електричното поле*.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0} \quad (1)$$

Върху произволен заряд q , намиращ се в същата точка действа кулонова сила: $\vec{F} = q\vec{E}$.

Мерната единица в система SI (СИ) е:

$$[E] = \frac{[F]}{[q]} = \frac{N \text{ (Нютон)}}{C \text{ (Кулон)}}.$$



ПОЛЕ НА ТОЧКОВ ЗАРЯД

Според закона на Кулон *електростатичната сила на взаимодействие* между точков заряд q и единичен пробен заряд $q_0 = +1 \text{ C}$ е:

$$\vec{F}_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q q_0}{r^2} \vec{r}_0. \quad (2)$$

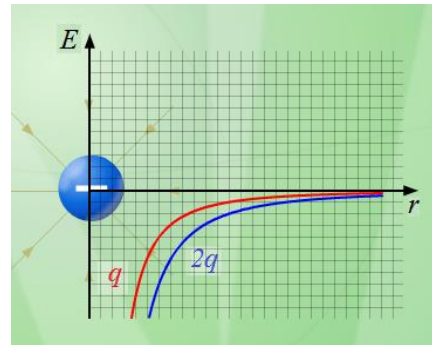
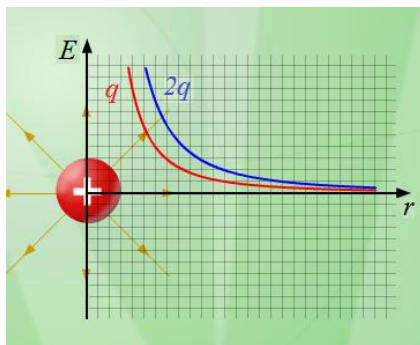
Заместваме в уравнение (1) и за интензитета на електричното поле, създадено от точков заряд q на разстояние \vec{r} се получава:

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon r^2} \vec{r}_0 = k \frac{q}{r^2} \vec{r}_0, \quad \vec{r}_0 = \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}, \quad (3)$$

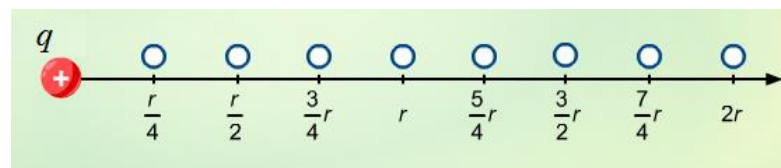
където ϵ е диелектричната проницаемост на средата.

Интензитетът на електричното поле на точков заряд q е правопрпорционален на големината на заряда, създаващ полето и намалява обратнопрпорционално на квадрата на разстоянието \vec{r} до заряда.

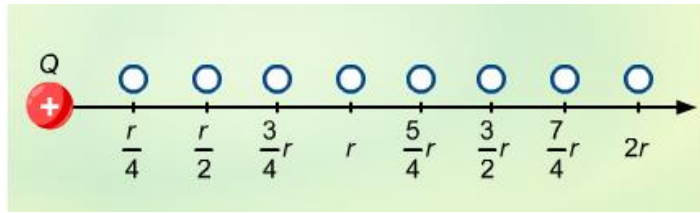
На фигурите са показани графиките, представящи зависимостта между интензитета на електричното поле и разстоянието от вида и големината на заряда, създаващ полето.



Задача 1. Големината на интензитета на електричното поле, създадено от точков заряд $q = Q$ на разстояние r е E_1 . Нека E_2 е големината на интензитета на електричното поле, създадено от точков заряд $q = 2Q$, измерена в произволна точка. Ако се знае, че $E_2/E_1 = 8$, посочете точката на фигурата, в която е бил измерен интензитетът E_2 . (Отг. $r/2$)



Задача 2. Големините на интензитета на електричното поле, създадено от точков заряд Q са E_1 и E_2 . Големината на E_1 е определена в точка на разстояние r от заряда Q . Ако се знае, че $E_2/E_1 = 4$, посочете точката на фигурата, в която е бил измерен интензитетът E_2 . (Отг. $r/2$)



Принципът за суперпозицията на електричните полета следва от принципа за суперпозицията на електричните сили:

Интензитетът на електричното поле \vec{E} , създадено от няколко неподвижни точкови заряди q_1, q_2, \dots, q_n е равен на векторната сума от интензитетите на полетата $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \dots, \vec{E}_n$, които всеки от неподвижните заряди би създавал, в отсъствието на останалите.

Този принцип позволява да се пресметне интензитетът на електричното поле на произволна система от неподвижни заряди. $\vec{E}_i = k \frac{q_i}{r_i^2} \vec{r}_{0i} \Rightarrow \vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$

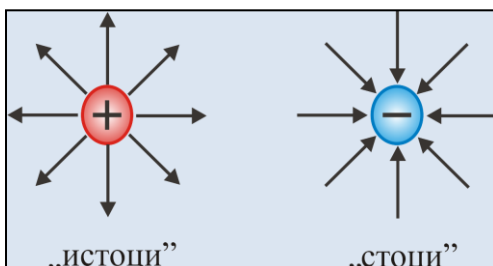
СИЛОВИ ЛИНИИ

Интензитетът на електричното поле се онагледява със силови линии.

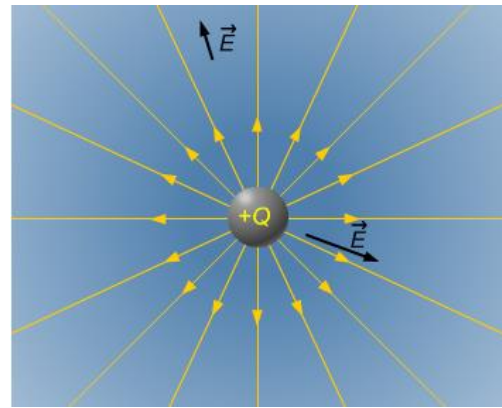
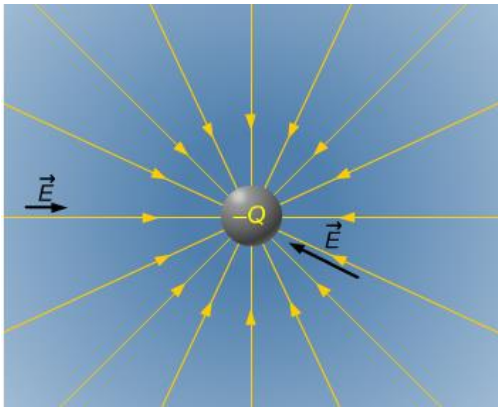
Силовата линия е линия, във всяка точка на която, векторът на интензитета на електричното поле \vec{E} е насочен по допирателната към нея.

- ✚ Силовите линии на електростатичното поле са прекъснати.
- ✚ Тези линии не могат да се пресичат една с друга или да прекъсват в точки, където няма заряди.
- ✚ Тези линии започват от положителните и свършват в отрицателните заряди или отиват в безкрайността.
- ✚ Гъстотата на силовите линии (брой силови линии, които пресичат повърхност с единица площ, разположена перпендикулярно на силовите линии) в дадена малка област на полето е пропорционална на големината на интензитета на полето в тази точка.

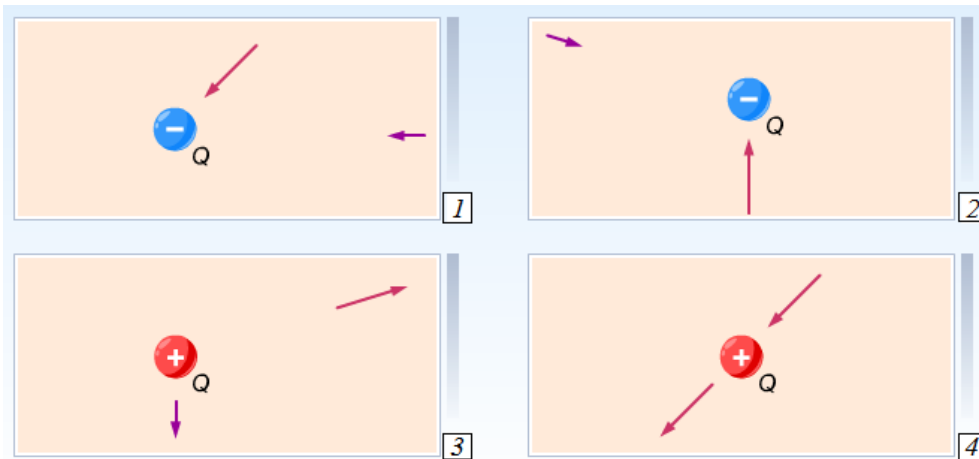
1) Силови линии на точков заряд



Ако полето се създава от точков заряд, силовите линии са радиално разположени прави. Те „изтичат“ от положителните заряди и се „втичат“ в отрицателните заряди. Затова положителните заряди се наричат „истоци“, а отрицателните - „стоци“.

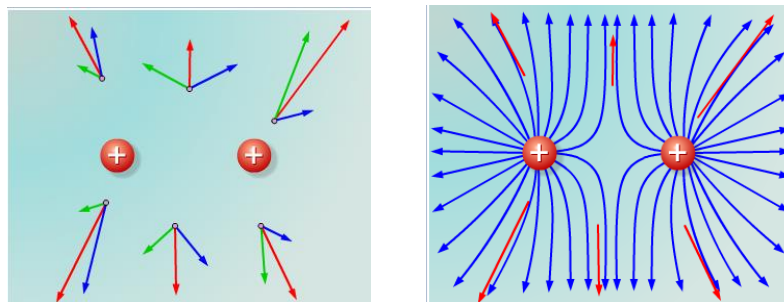


Задача 3. Кои от фигурите, представящи векторите на интензитета на полето са верни?

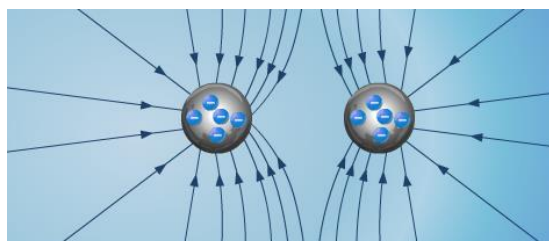


2) Силови линии на полето на два точкови заряда

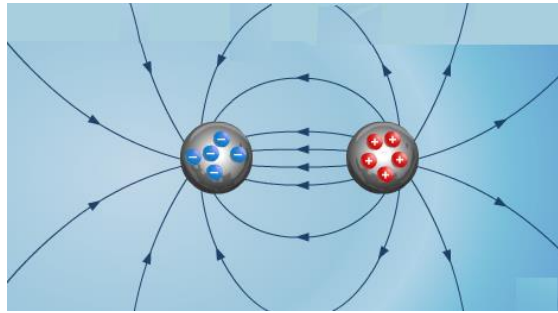
Разглеждаме поле, създадено от *система от два положителни точкови заряда*. Във всяка точка от пространството векторът на интензитета на полето, съгласно принципа за суперпозиция на сили, е векторна сума от интензитетите, дължащи се на полето, създадено от всеки един от зарядите. Като се определи интензитетът във всяка точка на полето (червените вектори), ще се получат силовите линии на полето за този случай (сините линии).



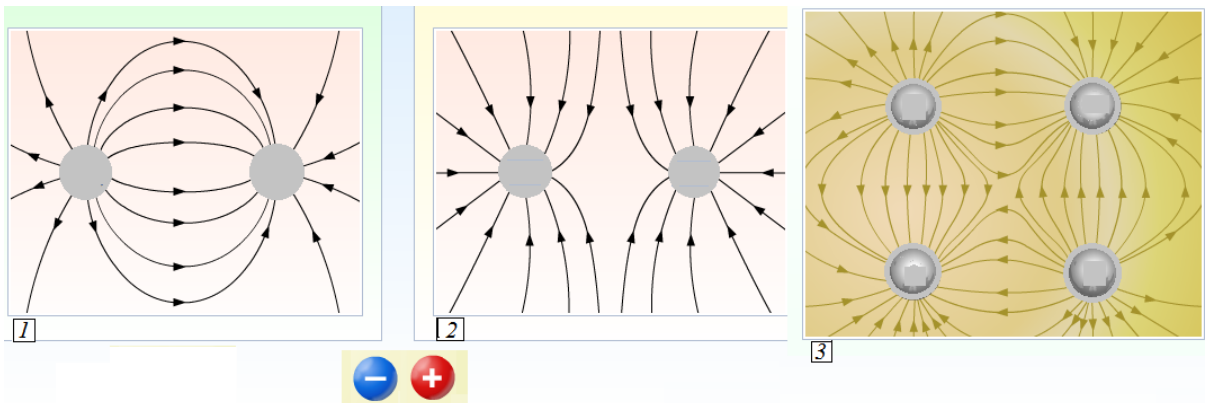
Силовите линии на полето, създадено от *система от два отрицателни точкови заряда* изглеждат така:



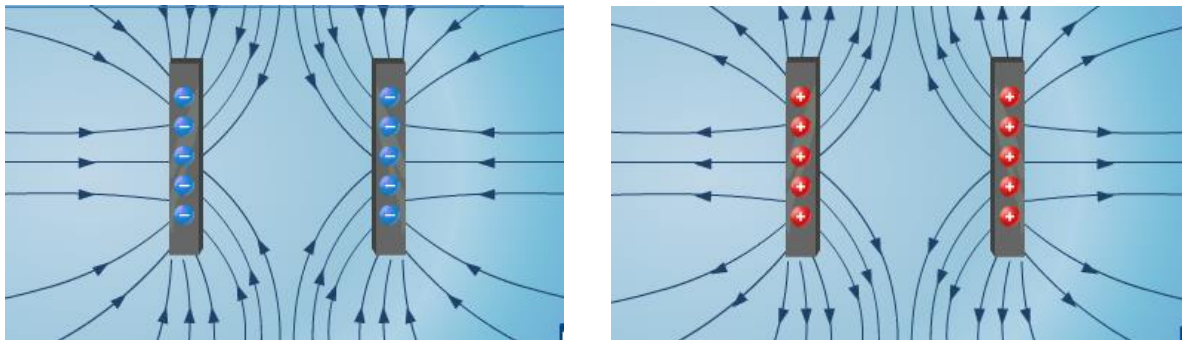
Силовите линии на полето, създадено от система от един положителен и един отрицателен точкови заряда (дипол) изглеждат така:



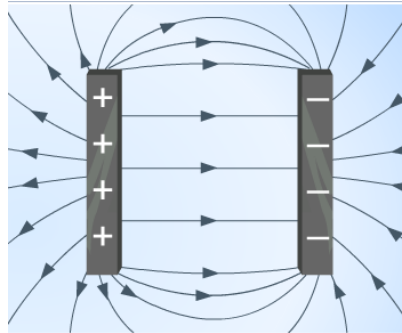
Задача 4. Определете знаците на точковите заряди, създаващи електричните полета, представени със силови линии.



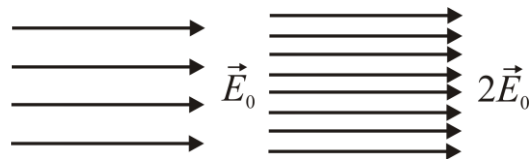
3) Силови линии на полето на две успоредни, равномерно заредени, пластини



Силовите линии на *постоянното електрично поле* са успоредни помежду си прави линии. Това поле е еднородно, т.е. векторът има една и съща големина и посока във всяка точка на полето. Такова поле може да се създаде между две успоредни пластини, заредени разноименно.

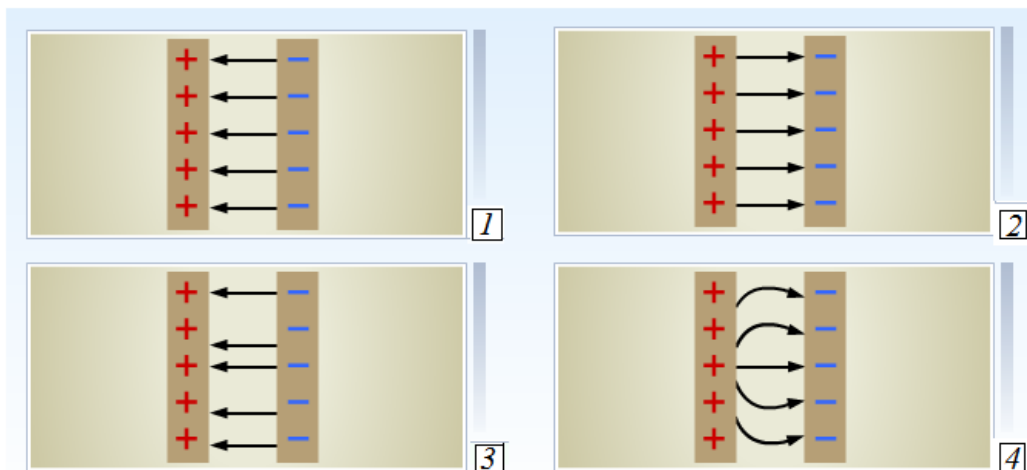


Постоянно хомогенно електрично поле с интензитет \vec{E}_0 и $2\vec{E}_0$ съответно се изобразява така:

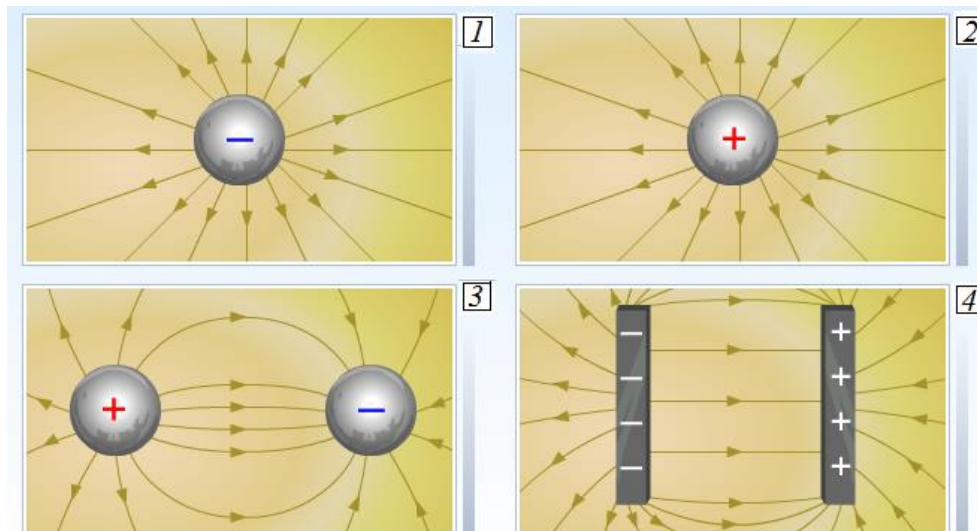


В областите със силно електрично поле силовите линии се чертаят по-нагъсто, а там, където полето е слабо, те са по-раздалечени.

Задача 5. Коя от фигурите, представяща електричното поле между две успоредни пластини, заредени равномерно с разноименни заряди, е правилна?



Задача 6. Кои от фигурите, представящи силовите линии на електрично поле в различни случаи, са верни?



ЗАРЯД В ЕДНОРОДНО ЕЛЕКТРИЧНО ПОЛЕ

Електричен заряд q с маса m е поставен в еднородно електрично поле с интензитет \vec{E} , създадено между две разноименно заредени успоредни пластини. На заряда действа електрична сила \vec{F} , насочена от положителната към отрицателната пластина. Под действие на тази сила зарядът извършва равноускорително движение с ускорение, изразено чрез формулата:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{q\vec{E}}{m}$$

В еднородно електрично поле с интензитет \vec{E} , създадено между две разноименно заредени успоредни пластини навлиза електричен заряд q с маса m и с начална скорост \vec{v} , перпендикулярна на силовите линии.

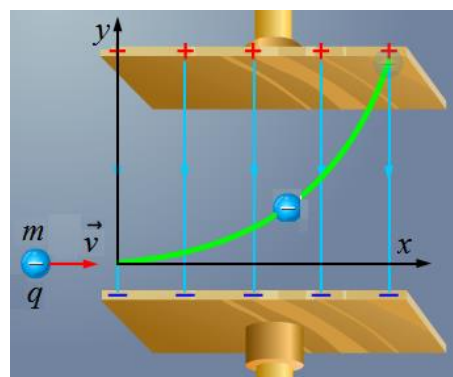
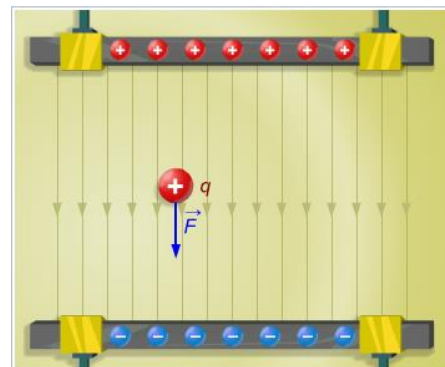
По направление на оста x , успоредна на пластините, зарядът извършва равномерно движение:

$$x(t) = v \cdot t$$

По направление на оста y , успоредна на силовите линии, зарядът извършва равноускорително движение с ускорение:

$$\vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m}$$

и уравнение на движението:



$$y(t) = \frac{at^2}{2} = \frac{qEt^2}{2m}$$

Уравнението на траекторията на движение на заряда е парабола (зелената линия) и е:

$$y = \frac{qE}{2mv^2} \cdot x^2$$

Задача 7. Електричен заряд q е поставен в еднородно електрично поле с интензитет \vec{E} . Началната му скорост е \vec{v} и е перпендикулярна на силовите линии на полето. След време скоростта на заряда и интензитетът на полето се променят. В кои от следните случаи траекторията на заряда не се променя?

- a) Скоростта на заряда е удвоена и интензитетът на полето е удвоен.
- b) Скоростта на заряда е удвоена, а интензитетът на полето нараства четири пъти.
- c) Скоростта на заряда намалява наполовина, а интензитетът на полето е удвоен.
- d) Скоростта на заряда намалява четири пъти, а интензитетът на полето намалява наполовина.

Част от фигурите са взаймствани от сайта <http://start.e-edu.bg/>, на който можете да наблюдавате и пълните анимации на някои от физичните явления.