

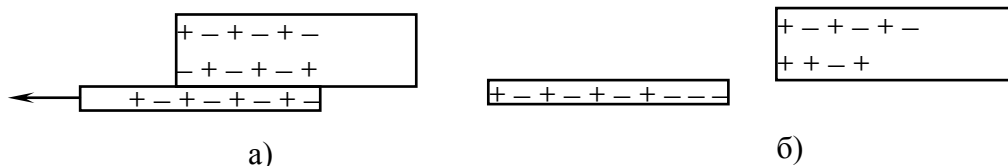
Електростатично поле. Електрични заряди. Закон за запазване на електричния заряд. Електрични сили. Точков заряд. Закон на Кулон за взаимодействие на неподвижни заряди. Линейна, повърхнинна и обемна плътност на заряди

Електростатично поле. Електрични заряди. Закон за запазване на електричния заряд

Електричните и магнитни свойства на веществата са били известни още от дълбока древност. Тяхното систематично изучаване обаче, е започнало в началото на 17 век (1 въпрос). Действието на наелектризирани и намагнитени тела се открива не само при непосредствен допир, а и от разстояние. Затова е направено предположението, че около такива тела съществува някаква невеществена субстанция, наречена по-късно поле. Около наелектризираните тела се създава електрично поле, а около намагнитените – магнитно. Чрез тези полета те взаимодействат с други тела.

Първо ще изучим свойствата на електричното поле. Ще разгледаме най-простия случай когато наелектризираните тела са неподвижни. **Полето, което съществува около неподвижни наелектризирани (заредени) тела наричаме електростатично.** След систематичното изучаване на електричните явления се оказало, че наелектризираните тела притежават една допълнителна характеристика, наречена електричен заряд. Опитно е установено, че електричните заряди са два вида, които условно са наречени положителен и отрицателен. Сега вече знаем, че електричният заряд не е характеристика на самото тяло, а на частиците, които го изграждат. Според съвременните ни представи всички тела са изградени от атоми и молекули (15 въпрос). Оказва се, че носителите на електричния заряд са частиците, които изграждат атомите – електроните имат отрицателен заряд, а протоните (частици изграждащи ядрата на атомите) – положителен. Установено е също, че зарядът на протоните и електроните е еднакъв по големина и е най-малкият заряд, който може да притежава едно тяло. Тази стойност е една от универсалните константи – $e=1.6 \times 10^{-19}$ С. Кулонът [C] е единица за електричен заряд, чиято връзка с основните единици в SI ще покажем по-късно. Електричният заряд е адитивна величина – зарядът на едно тяло е алгебрична сума на зарядите на отделните частици, които го изграждат. Ако броят на протоните е равен на броя на електроните, тогава общият заряд ще бъде равен на нула и казваме, че тялото (системата) е електронеутрално. Такива системи са атомите – в тях броят на протоните в ядрото е равен на броя на електроните в електронната обвивка. Опитно е установен и друг факт, който се оказва универсален закон – **закон за запазване на електричния заряд.** Той гласи, че **електричният заряд на една затворена система не се променя с времето.** Това означава, че ако искаме да променим заряда на едно тяло (система), трябва чрез действието на външни сили да внесем заредени частици (напр. протони или електрони) в нея или съответно да ѝ отнемем заредени частици. Тук трябва да отбележим, че при традиционните методи на наелектризиране на телата (напр. при триене или удар) можем да променяме само броя на електроните, но не и на протоните, тъй като те са свързани здраво в ядрото и трябва много по-голяма енергия за да ги откъснем. Трябва да отбележим също, че при наелектризиране на телата (напр. чрез триене) ние не

създаваме електричен заряд, а само преразпределяме електрони между двете тела (фиг. 1) – тялото, върху което са останали повече електрони от протоните е



фиг. 1

наелектризирано отрицателно (ако преди това е било електронеутрално), а другото, от което сме отнели електрони, е наелектризирано положително (също ако преди това е било електронеутрално). За затворената система от двете тела на фиг. 1 обаче е изпълнен законът за запазване на електричния заряд – алгебричната сума от зарядите на двете тела не се е променила.

Електрични сили. Точков заряд. Закон на Кулон за взаимодействие на неподвижни заряди

Както казахме по-горе, наелектризираните тела влияят на околните тела чрез електричното поле, което създават около себе си. Следователно те действат на околните тела с някакви сили. Тези сили наричаме електрични (в случай на неподвижни заряди – електростатични). За изучаване на тези сили ще трябва да си изберем подходящ модел. Оказва се, че най-подходящ е моделът на материална точка, използван в механиката, но на точката трябва да се припише и заряд. Това е моделът на точков заряд – **тяло, за което всички характеристики, освен електричния му заряд, са несъществени** (форма, размери, температура, плътност и др.). Силите на взаимодействие между два заряда може да бъдат сили на привличане, ако двата заряда са разноименни (фиг 2а) или сили на отблъскване, ако са едноименни (фиг.

26). Същественото и в двата случая обаче е това, че силите са насочени по правата, свързваща двата заряда. Експериментално големината на тези сили е определена от френския учен Кулон, а законът, на който се подчинява това взаимодействие, носи неговото име – закон на Кулон. Той гласи, че **големината на силата на взаимодействие между два неподвижни точкови заряда е пропорционална на големините на зарядите и обратно пропорционална на квадрата на разстоянието между тях:**

$$F_{12} = F_{21} = F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}.$$

Коефициентът на пропорционалност **k** зависи от избраната система мерни единици. В система **SI**

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}, \quad \text{ако}$$

взаимодействието е във вакуум, ϵ_0 е друга универсална

константа – диелектрична проницаемост на вакуума или електрична константа. Стойността ѝ е **$8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$** . Фарадът [F] е мерна единица за капацитет, с която ще се запознаем по-късно. Така, за силата на взаимодействие във вакуум, получаваме:

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

Ако средата, в която се намират зарядите не е вакуум, силата на взаимодействие намалява. Това се отчита с въвеждането на друга (безразмерна) константа **ε**, характерна за всяко вещество. Нарича се относителна диелектрична проницаемост на веществото (спрямо вакуума) и е число по-голямо от **1**. За силата на взаимодействие във вещество с относителна диелектрична проницаемост **ε** формулата придобива вида:

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

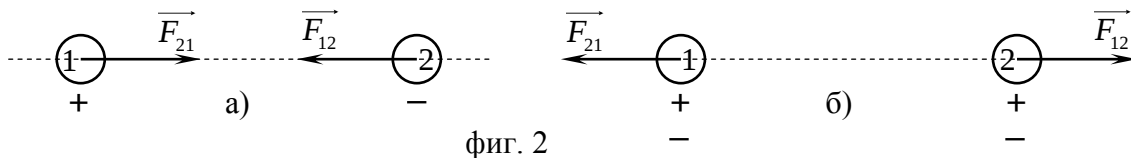
т.е. във вещество силата на взаимодействие намалява **ε** пъти спрямо силата във вакуум.

Електричната сила също е векторна величина (както всяка друга сила) и за нея трябва да е валиден принципът на суперпозицията. Равнодействащата сила на един точков заряд е векторна сума от силите, с които си взаимодейства с всички останали заряди (фиг. 3), като силата на взаимодействие с всеки от тях се определя от закона на Кулон, независимо от присъствието на останалите заряди:

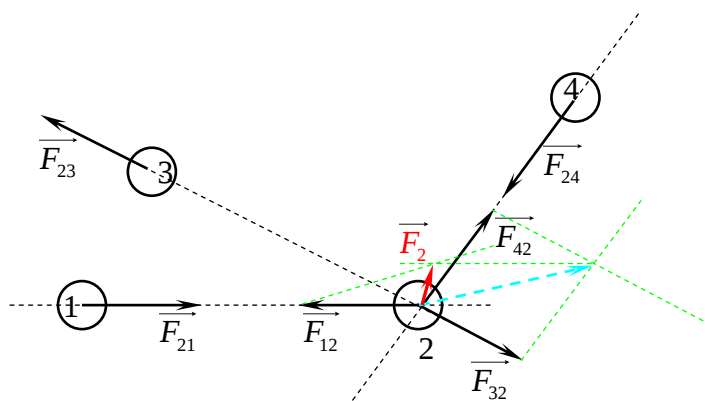
$$\vec{F} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i.$$

В дадения на фиг. 3 случай:

$$\vec{F}_2 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32} + \vec{F}_{42}.$$



фиг. 2



фиг. 3