

Усе вядомыя фізічныя з’явы звязаны з тым ці іншым узаемадзеяннем цел або часціц. Напрыклад, рух Месяца вакол Зямлі, падзенне цел на паверхню Зямлі, адхіленне адвеса ад вертыкальнага становішча паблізу масіўнай гары абумоўлены гравітацыйным узаемадзеяннем гэтых цел. Да гравітацыйнага ўзаемадзеяння схільныя ўсе целы, аднак прыкметным яно становіцца толькі тады, калі хоць бы адно з цел, якія ўзаемадзейнічаюць, валодае дастаткова вялікай масай.

Малекулы любога рэчыва таксама ўдзельнічаюць ва ўзаемным прыцяжэнні, абумоўленым сіламі сусветнага прыцягнення. Але паколькі масы малекул вельмі малыя, гэтае ўзаемадзеянне звычайна не бяруць пад увагу. Прыцяжэнне і адштурхванне малекул, якія забяспечваюць існаванне цвёрдых і вадкіх цел, маюць зусім іншую прыроду — электрамагнітную.

Электрамагнітнае ўзаемадзеянне ажыццяўляецца з прычыны існавання асаблівага віду матэрыі — *электрамагнітнага поля* — сукупнасці двух узаемазвязаных палёў: электрычнага і магнітнага.

Электрамагнітнае ўзаемадзеянне праяўляецца ва ўсіх электрычных, магнітных і аптычных з’явах. Дзякуючы яму вы бачыце навакольны свет, бо святло — адна з праяў электрамагнітнага поля. Гэтым жа ўзаемадзеяннем абумоўлены сілы пругкасці і сілы трэння, вядомыя вам з механікі. Электрамагнітнае ўзаемадзеянне вызначае ўласцівасці рэчываў у розных агрэгатных станах і іх хімічныя пераўтварэнні. Паколькі малекулярныя сілы электрамагнітныя па прыродзе, то практычна ўсе біялагічныя з’явы абумоўлены электрамагнетызмам.

Электрадынаміка — раздзел фізікі, у якім вывучаюць электрамагнітнае ўзаемадзеянне паміж электрычна зараджанымі цэламі і часціцамі.



Тэрмін «электрадынаміка» ўвёў у фізіку французскі вучоны Андрэ Мары Ампер (1775–1836) у 1822 г.

Пры вивучэнні электрадынамікі вы пазнаёміцеся з законамі ўзаемадзеяння цел (часціц), якія валодаюць электрычнымі зарадамі, асаблівасцямі ўпарадкаванага руху зараджаных часціц, фізічнымі велічынямі, якія характарызуюць электрычныя і магнітныя палі.

У 10-м класе ў раздзеле «Электрадынаміка» вы будзеце вивучаць наступныя тэмы: «Электростатыка», «Пастаянны электрычны ток», «Магнітнае поле. Электрамагнітная індукцыя» і «Электрычны ток у розных асяроддзях».

РАЗДЗЕЛ 3

ЭЛЕКТРАСТАТЫКА



Электростатыка — раздзел электрадынамікі, у якім вывучаюць ўзаемадзеянне *нерухомых* у некаторай інерцыяльнай сістэме адліку электрычна зараджаных цел, размеркаванне зараду на якіх не змяняецца з цягам часу, а таксама электростатычныя палі, створаныя зарадамі такіх цел.

Тэрмін «электростатыка» ўвёў Ампер у 1822 г.

Падмуркам электростатыкі з’яўляюцца эксперыментальныя навуковыя факты, якія адлюстроўваюць паводзіны зараджаных цел пры іх электрычным узаемадзеянні. Ядро электростатыкі складаюць закон захавання электрычнага зараду, які шляхам доследаў устанавіў у 1759 г. пецяўбургскі акадэмік Франц Эпінус (1724–1802), і закон ўзаемадзеяння пунктавых зарадаў у спакоі, які эксперыментальна адкрыў у 1785 г. французскі вучоны Шарль Кулон (1736–1806).

§ 16. Электрычны зарад. Закон захавання электрычнага зараду

Што азначае наяўнасць электрычнага зараду ў цела або часціцы? Як узаемадзейнічаюць электрычна зараджаныя целы?

Электрычны зарад. Пра тое, што бурштын, пацёрты аб шэрсць, набывае ўласцівасць прыцягваць лёгкія прадметы (мал. 94), ведалі яшчэ старажытныя грэкі. Аднак толькі ў 1600 г. лейб-медык каралевы Англіі доктар медыцыны Уільям Гільберт у кнізе «Аб магніце, магнітных целах і вялікім магніце — Зямлі» даў



Мал. 94

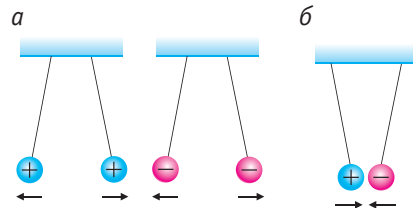
першае сістэматызаванае апісанне ўласцівасцей электрычных і магнітных матэрыялаў. Гільберт прадэманстравалі, што акрамя бурштыну ўласцівасцю прыцягваць лёгкія прадметы валодаюць пасля націрання алмаз, сера, фарфор і многія іншыя целы. Ён назваў іх электрычнымі (электрон па-грэчаскі — бурштын). Цяпер мы гаворым, што такія целы электрычна зараджаныя, гэта значыць ім перададзены *электрычны зарад*.

Электричны зарад — фізічная скалярная велічыня, якая характарызуе інтэнсіўнасць электрамагнітнага ўзаемадзеяння цел (часціц).

Электричны зарад, як і маса, не існуе без цела або часціцы, а зарад любой сістэмы цел (часціц) роўны суме зарадаў цел (часціц), якія ўваходзяць у сістэму.



Існуюць два віды електричных зарадаў, якія дамовіліся называць дадатнымі і адмоўнымі. Прычым пры ўзаемадзеянні аднайменна зараджаных цел (часціцы) адштурхваюцца адно ад аднаго (мал. 95, а), а рознаіменна зараджаных — прыцягваюцца паміж сабой (мал. 95, б).



Мал. 95

Зарады розных цел (часціц) могуць адрознівацца не толькі знакамі, але і лікавымі значэннямі.

За адзінку електричнага зараду ў СІ прыняты кулон (Кл). Гэтая адзінка названа ў гонар Шарля Кулона (1736–1806). 1 Кл — велічыня електричнага зараду, які праходзіць праз папяročнае сячэнне правадніка за прамежак часу 1 с пры сіле пастаяннага току 1 А.

Цікава ведаць

Адзін кулон — вельмі вялікая адзінка зараду. Разлікі паказваюць, што дыяметр аддаленага ад астатніх цел металічнага шара, што знаходзіцца ў сухім паветры, павінен быць роўны не менш як 110 м, каб на ім мог знаходзіцца залішні зарад 1 Кл. Разам з тым у час уключэння аўтамабільных фар сіла току ў ланцугу прыблізна 10 А, гэта значыць штосекундна праз папяročнае сячэнне праваднікоў, далучаных да фар, праходзіць зарад прыблізна 10 Кл.

Элементарны зарад. На мяжы XIX і XX стагоддзяў вучоныя эксперыментальна вызначылі, што ў прыродзе існуе електричны зарад, модуль якога мінімальны. Гэты зарад назвалі *элементарным*. Вы ведаеце, што ядры ўсіх атамаў змяшчаюць пратоны, якія з’яўляюцца носьбітамі дадатнага элементарнага зараду, а самі атамы ўтрымліваюць электроны, якія з’яўляюцца носьбітамі адмоўнага элементарнага зараду. Вучоныя з дакладнасцю $\sim 10^{-20}$ устанавілі роўнасць модуляў зарадаў электрона і пратона.

Модуль элементарнага електричнага зараду $e = 1,6022 \cdot 10^{-19}$ Кл. Звычайна абмяжоўваюцца дзвюма значнымі лічбамі: $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Электроны, пратоны і нейтроны змяшчаюць усе целы, бо з іх складаюцца атамы і малекулы любога рэчыва*. У электрычна нейтральным целе алгебраічная сума зарадаў усіх часціц роўная нулю. Калі якім-небудзь чынам стварыць у такім целе лішак зарадаў аднаго знака, то яно стане зараджаным. Зарад цела q утвараецца сукупнасцю элементарных зарадаў і заўсёды кратны элементарнаму зараду e (электрычны зарад дыскрэтны):

$$q = e(N_p - N_e),$$

дзе N_p і N_e — колькасць пратонаў і электронаў у дадзеным целе.

Напрыклад, цела, зарад якога $q_1 = 5e$, адрозніваецца ад нейтральнага цела недахопам пяці электронаў, а цела, зарад якога $q_2 = -13e$, — лішкам трынаццаці электронаў.

Ад тэорыі да практыкі

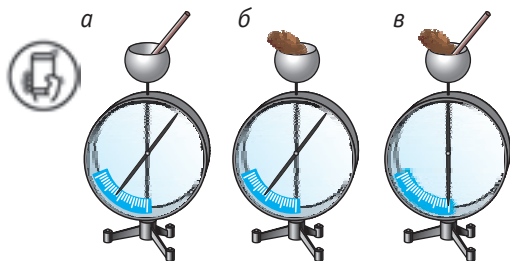
Мы адзначалі, што 1 Кл — гэта вельмі вялікі зарад. Якому лішку (недахопу) электронаў у целе адпавядае гэты зарад?



Цікава ведаць

У адным молі рэчыва ($\sim 6 \cdot 10^{23}$ малекул) зараджанага цела звычайна змяшчаецца адносна невялікая колькасць электронаў (да $\sim 1 \cdot 10^{10}$), якія з'яўляюцца залішнімі або адсутнічаюць у параўнанні з колькасцю пратонаў. Паколькі маса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, то гэта выклікае змену масы аднаго моля зараджанага цела не больш чым на $9 \cdot 10^{-31}$ кг $\cdot 1 \cdot 10^{10} = 9 \cdot 10^{-21}$ кг у параўнанні з масай нейтральнага цела. Такую змену масы, вядома, можна не ўлічваць.

Закон захавання электрычнага зараду. Вы ведаеце, што пры трэнні судакранутыя целы электрызуюцца, пры гэтым модулі супрацьлеглых па знаку зарадаў, якія ўзніклі на целах, роўныя. Правярым гэта падчас доследу. Наэлектрызуем трэннем адно аб адно два целы — эбанітавую палачку і кавалачак футра або шарсцяной тканіны. Змесцім па чарзе ўнутр металічнай сферы, замацаванай на стрыжні электрометра, эбанітавую палачку (мал. 96, а) і кавалачак футра (мал. 96, б). Стрэлка электрометра адхіліцца, прычым як у першым, так і ў другім выпадку на



Мал. 96

* Выключэннем з'яўляецца вадарод, у якога ядры атамаў — пратоны.

аднолькавыя вуглы. Калі адначасова апусціць унутр сферы эбанітавую палачку і кавалачак футра (мал. 96, в), то стрэлка электромметра застанецца на месцы. Значыць, модулі зарадаў абодвух цел роўныя, а іх знакі супрацьлеглыя.

Вінікі шматлікіх эксперыментаў дазволілі сфармуляваць сцвярдженне, якое з'яўляецца фундаментальным законам прыроды — **законам захавання электрычнага зараду**: у электрычна ізаляванай сістэме пры любых узаемадзеяннях алгебраічная сума электрычных зарадаў застаецца пастаяннай:

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const},$$

дзе n — колькасць зарадаў у сістэме.

Прынята лічыць сістэму цел (часціц) *электрычна ізаляванай*, калі паміж ёй і знешнімі цэламі няма абмену электрычна зараджанымі часціцамі.

Закон захавання электрычнага зараду паказвае на важную асаблівасць электрычных з'яў: электрычныя зарады заўсёды з'яўляюцца парамі. Так, напрыклад, пры электрызацыі трэннем целы набываюць зарады супрацьлеглых знакаў, модулі якіх аднолькавыя.

Ад тэорыі да практыкі

Ці можна пры электрызацыі трэннем зарадзіць толькі адно з першапачаткова электрычна нейтральных цел, што знаходзяцца ў судакрананні?



Электрычны зарад — фізічная скалярная велічыня, якая характарызуе інтэнсіўнасць электрамагнітнага ўзаемадзеяння цел (часціц)

Электрычныя зарады існуюць двух відаў: дадатныя і адмоўныя

Аднайменна зараджаныя часціцы адштурхваюцца, а рознайменна — прыцягваюцца

Электрычны зарад дыскрэтны, гэта значыць электрычны зарад любой часціцы або цела з'яўляецца цэлым кратным элементарнаму электрычнаму зараду

Існуе зарад, модуль якога мінімальны, які называюць элементарным:
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл

Закон захавання электрычнага зараду: у электрычна ізаляванай сістэме пры любых узаемадзеяннях алгебраічная сума электрычных зарадаў застаецца пастаяннай: $q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const}$



3 гісторыі фізікі

Закон захавання электрычнага зараду ўпершыню быў сфармуляваны і эксперыментальна пацверджаны М. Фарадэем у 1843 г.



1. Растлумачце электрызацыю цел пры судакрананні. Чаму пры электрызацыі зараджаюцца абодва целы?
2. Што характарызуе электрычны зарад?
3. Якія віды электрычных зарадаў існуюць у прыродзе? Як узаемадзейнічаюць аднайменна зараджаныя часціцы? рознаіменна зараджаныя?
4. Які зарад называюць элементарным?
5. У чым праяўляецца ўласцівасць дыскрэтнасці электрычнага зараду?
6. Сфармулюйце закон захавання электрычнага зараду. Якія ўмовы прымяняльнасці гэтага закона?



Практыкаванне 12

1. Ці можна пры электрызацыі шкляной палачкі аб шоўк надаць ёй зарад $q = 4,8 \cdot 10^{-21}$ Кл?
2. Металічны шарык мае $N = 5,0 \cdot 10^5$ залішніх электронаў. Вызначце яго электрычны зарад.
3. Два аднолькавыя металічныя шарыкі замацаваны так, што адлегласць паміж імі істотна большая за іх памеры (мал. 97). Вызначце, які зарад будзе на такім самым трэцім шарыку, калі ім спачатку дакрануцца да першага шарыка, а затым да другога. Першапачатковыя зарады шарыкаў: $q_1 = 3e$; $q_2 = -8e$ і $q_3 = 5e$.



Мал. 97

4. Вызначце сумарны зарад усіх пратонаў, якія змяшчаюцца ў вадзе аб'ёмам $V = 10$ см³ (дзве чайныя лыжкі).

5. Два аднолькавыя металічныя шары, электрычныя зарады якіх $q_1 = -4,0 \cdot 10^{-14}$ Кл і $q_2 = 2,0 \cdot 10^{-13}$ Кл, прывялі ў судакрананне. Вызначце лік электронаў, якія перайшлі з першага шара на другі.



§ 17. Узаемадзеянне пунктавых зарадаў. Закон Кулона

Электрычна зараджаныя целы (часціцы) узаемадзейнічаюць адно з адным. Але як вызначыць сілу, з якой адно зараджанае цела прыцягвае або адштурхвае другое?

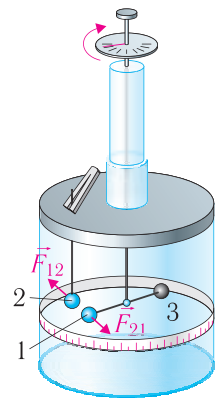
Вы ўжо сустракаліся з фізічнымі мадэлямі пры вывучэнні механікі (матэрыяльны пункт) і малекулярнай фізікі (ідэальны газ). У электростатыцы пры вывучэнні ўзаемадзеяння электрычна зараджаных цел эфектыўнай з'яўляецца мадэль «пунктавы зарад».

Пунктавы зарад — зарад такога зараджанага цела, памеры якога значна меншыя за адлегласць ад гэтага цела да пункта назірання і да іншых цел (гэта значыць памеры зараджанага цела ва ўмовах дадзенай задачы можна не прымаць пад увагу).

Успомніце, закон сусветнага прыцягнення таксама сфармуляваны для пунктавых цел (матэрыяльных пунктаў).

Закон Кулона. Кулон дэталёва даследаваў узаемадзеянне нерухомых пунктавых зарадаў. Ён шляхам доследаў вывучыў залежнасць сіл электрычнага ўзаемадзеяння цел ад модуляў зарадаў гэтых цел і адлегласці паміж імі.

У сваіх доследах Кулон выкарыстоўваў спецыяльную прыладу — круцільныя вагі (мал. 98). Круцільныя вагі ўяўляюць з сябе два шкляныя цыліндры, унутры якіх на тонкай сярэбранай нітцы падвешаны лёгкі непроводны каромысел. На адным канцы каромысла замацаваны праводны шар 1, а на другім — папяровая процівага 3. Шар 1 можна зараджаць з дапамогай такога самага праводнага шара 2. Ён знаходзіцца на ізалюючым стрыжні, які замацаваны на накрыўцы ніжняга цыліндра. У час судакранання шара 1 з зараджаным шарам 2 зарад размяркоўваецца паміж імі пароўну, і шары адштурхваюцца. Па вугле закручвання ніткі, які адлічваецца па шкале прылады, можна вызначыць сілу ўзаемадзеяння зараджаных шароў.



Мал. 98



Правёўшы вялікую колькасць доследаў, Кулон вызначыў, што модулі сіл узаемадзеяння двух зараджаных шароў $|\vec{F}_{21}| = |\vec{F}_{12}| = F$ адваротна прапарцыянальны квадрату адлегласці паміж імі $F \sim \frac{1}{r^2}$ і прама прапарцыянальны здабытку модуляў электрычных зарадаў кожнага з іх:

$$F \sim |q_1| \cdot |q_2|.$$

Абагульніўшы эксперыментальныя даныя, Кулон сфармуляваў закон, які атрымаў яго імя.

Закон Кулона: модулі сіл узаемадзеяння двух нерухомых пунктавых зараджаных цел у вакууме прама прапарцыянальныя здабытку модуляў зарадаў гэтых цел, адваротна прапарцыянальныя квадрату адлегласці паміж імі, а самі сілы накіраваны ўздоўж прамой, якая злучае гэтыя целы:

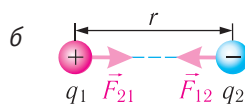
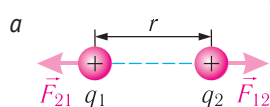
$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}, \quad (17.1)$$

дзе k — каэфіцыент прапарцыянальнасці, які залежыць ад выбару адзінак фізічных велічынь; $|q_1|$ і $|q_2|$ — модулі пунктавых зарадаў; r — адлегласць паміж імі.

У СІ каэфіцыент прапарцыянальнасці

$$k = \frac{Fr^2}{|q_1| \cdot |q_2|} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,99 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2},$$

дзе $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$ — *электрычная пастаянная*.



Мал. 99

Сілы \vec{F}_{21} і \vec{F}_{12} узаемадзеяння нерухомых пунктавых зарадаў (мал. 99) называюць *кулонаўскімі сіламі*. У адпаведнасці з трэцім законам Ньютана гэтыя сілы супрацьлегла накіраваныя $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$, а іх модулі роўныя. Адзначым, што сілы электрстатычнага ўзаемадзеяння з'яўляюцца сіламі адштурхвання для аднайменных зарадаў (мал. 99, а) і сіламі прыцяжэння для рознаіменных (мал. 99, б).

Ад тэорыі да практыкі

Два маленькія дадатна зараджаныя шарыкі замацаваны на адлегласці r адзін ад аднаго. Як зменіцца модуль сіл электрстатычнага ўзаемадзеяння шарыкаў, калі: 1) паменшыць зарад кожнага шарыка ў чатыры разы; 2) павялічыць адлегласць паміж шарыкамі ў чатыры разы; 3) павялічыць зарад кожнага шарыка і адлегласць паміж імі ў два разы?

Як змяніліся б сілы электрстатычнага ўзаемадзеяння шарыкаў, калі б:

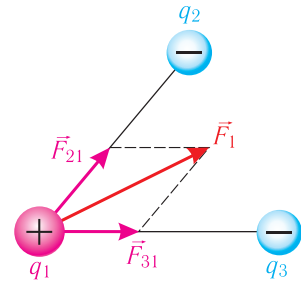
1) шарыкі былі зараджаныя адмоўна; 2) адзін з шарыкаў зараджаны адмоўна, а другі дадатна?



Узаемадзеянне сістэмы пунктавых зарадаў. Эксперыментальным шляхам вызначылі, што сілы ўзаемадзеяння двух пунктавых зарадаў не змяняюцца пры з'яўленні трэцяга пунктавага зараду або любой колькасці пунктавых зарадаў. У гэтым выпадку сілы ўздзеяння $\vec{F}_{21}, \vec{F}_{31}, \dots, \vec{F}_{n1}$ кожнага з зарадаў q_2, q_3, \dots, q_n на зарад q_1 вызначаюць па законе Кулона. Рэзультуючая сіла з'яўляецца век-

тарнай сумай сіл, якімі кожны з гэтых зарадаў паасобку ўздзейнічае на зарад q_1 (прынцып суперпазіцыі).

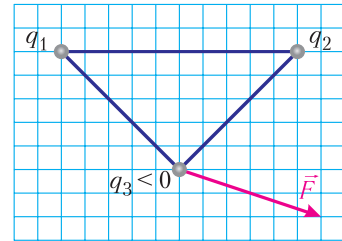
Выкарыстоўваючы прынцып суперпазіцыі і закон Кулона, можна апісаць электростатычнае ўзаемадзеянне любой сістэмы пунктавых зарадаў. На малюнку 100 паказаны тры пунктавыя электрычныя зарады, якія ўзаемадзейнічаюць паміж сабой: $q_1 > 0$, $q_2 < 0$, $q_3 < 0$. Рэзультуючай сіл, якія дзейнічаюць на зарад q_1 з боку зарадаў q_2 і q_3 , з'яўляецца сіла \vec{F}_1 , роўная вектарнай суме сіл \vec{F}_{21} і \vec{F}_{31} : $\vec{F}_1 = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31}$. Сілы \vec{F}_{21} і \vec{F}_{31} уздзеяння зарадаў q_2 і q_3 на зарад q_1 вызначаюць паводле закона Кулона.



Мал. 100

Ад тэорыі да практыкі

Пунктавыя зарады q_1 , q_2 і q_3 замацаваны ў вяршынях трохвугольніка. Напрамак рэзультуючай электростатычнай сілы, якая дзейнічае на адмоўны зарад q_3 з боку зарадаў q_1 і q_2 , паказаны на малюнку 101. Якія знакі маюць зарады q_1 і q_2 ?



Мал. 101



Цікава ведаць

Паняцце электрычнага зараду ў пэўнай ступені нагадвае паняцце гравітацыйнай масы. Электрычны зарад вызначае інтэнсіўнасць электрамагнітных узаемадзеянняў, а маса — гравітацыйных. Закон Кулона, які апісвае электростатычнае ўзаемадзеянне, фармальна падобны на закон сусветнага прыцягнення Ньютана, які вызначае сілы гравітацыйнага ўзаемадзеяння:

$$|\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{21}| = F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}.$$

У абодвух выпадках модуль сіл узаемадзеяння:

- адваротна прапарцыянальны квадрату адлегласці паміж матэрыяльнымі пунктамі;
- прама прапарцыянальны велічыням, якія характарызуюць тыя ўласцівасці цел (матэрыяльных пунктаў), якія вызначаюць узаемадзеянні, — масам у адным выпадку і электрычным зарадам — у другім.

Для вымярэння сіл электрычнага адштурхвання (Ш. Кулон, 1785) і гравітацыйнай пастаяннай (Г. Кавендыш, 1788 г.) вучоныя выкарыстоўвалі падобныя па будове эксперыментальныя прылады.



Аднак паміж сіламі гравітацыйнага і электрстатычнага ўзаемадзеянняў ёсць істотнае адрозненне. Ньютанаўскія сілы прыцягнення — гэта заўсёды сілы прыцяжэння. Кулонаўскія ж сілы ўзаемадзеяння зарадаў могуць быць як сіламі прыцяжэння (паміж рознаіменнымі зарадамі), так і сіламі адштурхвання (паміж аднайменнымі зарадамі).

Дыэлектрычная пранікальнасць рэчыва. З доследаў вынікае, што ўзаемадзеянне электрычна зараджаных цел у паветры практычна не адрозніваецца ад іх узаемадзеяння ў вакууме. Калі зараджаныя целы знаходзяцца ў вадзе, газе, алеі або якім-небудзь іншым непроводным асяроддзі, то модуль сіл іх узаемадзеяння будзе меншы, чым у вакууме. Каб улічыць уплыў асяроддзя, увялі яго адмысловую характарыстыку, названую *дыэлектрычнай пранікальнасцю*.

Дыэлектрычная пранікальнасць рэчыва — фізічная велічыня, якая паказвае, у колькі разоў модуль сіл электрстатычнага ўзаемадзеяння зарадаў у дадзеным аднародным асяроддзі меншы, чым модуль сіл узаемадзеяння гэтых жа зарадаў у вакууме:

$$\varepsilon = \frac{F_0}{F}, \quad (17.2)$$

дзе F_0 і F — модулі сіл электрстатычнага ўзаемадзеяння зарадаў у вакууме і ў аднародным асяроддзі адпаведна.

З улікам суадносін (17.2) закон Кулона можна запісаць наступным чынам:

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\varepsilon r^2}.$$

Дыэлектрычная пранікальнасць вакууму роўная 1. За 1 прымаюць і дыэлектрычную пранікальнасць паветра, бо яна мае значэнне (пры нармальным атмасферным ціску) 1,0006. Дыэлектрычныя пранікальнасці іншых аднародных асяроддзяў заўсёды большыя за адзінку. Напрыклад, дыэлектрычная пранікальнасць вады 81, гліцэрыны — 56, а газы — 2.

Ад тэорыі да практыкі

Як і ў колькі разоў адрозніваюцца модулі сіл электрстатычнага ўзаемадзеяння двух пунктавых зарадаў, якія знаходзяцца на аднолькавай адлегласці адзін ад аднаго ў вадзе, газе і гліцэрыне?

Цікава ведаць

Дыэлектрычная пранікальнасць дыстыляванай вады пры тэмпературы 25 °C роўная 78,54, а пры тэмпературы 0 °C — 88. Звычайна без указання тэмпературы дыэлектрычную пранікальнасць вады лічаць роўнай 81.



Пунктавы зарад — зарад такога зараджанага цела, памеры якога значна меншыя за адлегласць ад гэтага цела да пункта назірання і да іншых цел (гэта значыць памеры зараджанага цела ва ўмовах дадзенай задачы можна не прымаць пад увагу)

Закон Кулона: модулі сіл узаемадзеяння двух нерухомых пунктавых зараджаных цел у вакууме прама прапарцыянальныя здабытку модуляў зарадаў гэтых цел, адваротна прапарцыянальныя квадрату адлегласці паміж імі, а самі сілы накіраваны ўздоўж прамой, якая злучае гэтыя целы

У вакууме

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

У аднародным асяроддзі

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

Каэфіцыент прапарцыянальнасці

$$k = \frac{Fr^2}{|q_1| \cdot |q_2|} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,99 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

Электрычная пастаянная

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$$

Дыэлектрычная пранікальнасць паказвае, у колькі разоў модуль сіл узаемадзеяння зарадаў у дадзеным аднародным асяроддзі меншы, чым модуль сіл узаемадзеяння гэтых жа зарадаў у вакууме:

$$\epsilon = \frac{F_0}{F}$$



1. Да якога віду ўзаемадзеянняў адносяць узаемадзеянне нерухомых электрычных зарадаў (зараджаных цел)?
2. Зарады якіх зараджаных цел можна лічыць пунктавымі?
3. Раскажыце пра эксперыменты Кулона па даследаванні ўзаемадзеяння электрычных зарадаў.
4. Сфармулюйце закон Кулона. Якія ўмовы прымяняльнасці закона Кулона?
5. Чаму роўны ў СІ каэфіцыент k ?
6. Матэматычны запіс закона Кулона нагадвае закон сусветнага прыцягнення. У чым адрозненне гэтых законаў? Параўнайце фізічныя паняцці «маса» і «электрычны зарад».
7. Што называюць дыэлектрычнай пранікальнасцю асяроддзя?

