УДК 537.1

Маматкулов Баходир Хатамович
доцент кафедры «Точных наук
и информационные технологии»
филиала Казанского (Приволжского)
федерального университета в городе Джизак

ИЗУЧЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Аннотация: *В работе рассматриваются физические свойства проводников и особенности их поведения в электрическом поле. Раскрывается природа свободных зарядов в проводниках, механизм их перераспределения под действием внешнего электрического поля и установление электростатического равновесия, при котором напряжённость поля внутри проводника становится равной нулю, а избыточный заряд сосредотачивается на его поверхности.*

Приводится классификация проводников на проводники первого рода (металлы) и второго рода (электролиты), а также даётся общее деление веществ по их поведению в электрическом поле на проводники, полупроводники и диэлектрики.

Ключевые слова: *проводники, электрическое поле, свободные заряды, электроны, ионы, электролиты, перераспределение зарядов, электростатическое равновесие, напряжённость электрического поля, поверхностный заряд.*

Mamatkulov Bahodir Khatamovich
Associate Professor of the Department

of "Exact Sciences and Information Technologies"of the branch of Kazan (Volga Region) Federal University in the city of Jizzakh

STUDY OF CONDUCTORS IN AN ELECTRIC FIELD

Abstract: *The work examines the physical properties of conductors and the features of their behavior in an electric field. It reveals the nature of free charges in conductors, the mechanism of their redistribution under the influence of an external electric field, and the establishment of electrostatic equilibrium, in which the field intensity inside the conductor becomes zero, and the excess charge concentrates on its surface. A classification of conductors into first-kind conductors (metals) and second-kind conductors (electrolytes) is provided, as well as a general division of substances according to their behavior in an electric field into conductors, semiconductors, and dielectrics.*

Keywords: *conductors, electric field, free charges, electrons, ions, electrolytes, redistribution of charges, electrostatic equilibrium, electric field intensity, surface charge.*

Проводники играют фундаментальную роль в изучении электрических явлений и в практическом применении электричества. Под проводниками понимаются вещества, содержащие свободные заряды (чаще всего электроны), которые способны свободно перемещаться под действием электрического поля. К таким веществам относятся прежде всего металлы, а также растворы и расплавы электролитов.

При помещении проводника во внешнее электрическое поле происходит перераспределение свободных зарядов: отрицательные заряды смещаются

против направления поля, положительные — по направлению поля. В результате этого внутри проводника устанавливается такое распределение зарядов, при котором напряжённость электрического поля внутри него становится равной нулю. Это означает, что в состоянии электростатического равновесия электрическое поле внутри проводника отсутствует, а весь избыточный заряд располагается на его поверхности.

Изучение поведения проводников в электрическом поле имеет большое значение для понимания таких явлений, как электростатическая индукция, электрическая ёмкость, работа конденсаторов, экранирование электрических полей. Эти принципы широко применяются в электронике, энергетике, радиотехнике и других областях техники.

Таким образом, исследование проводников в электрическом поле позволяет глубже понять природу электрических взаимодействий и лежит в основе многих современных технологий.

С точки зрения поведения тел в электрическом поле их можно подразделить на проводники, полупроводники и диэлектрики (изоляторы).

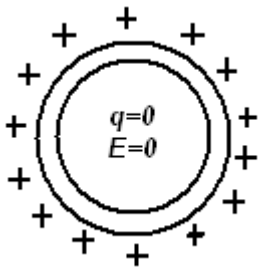
Существуют два рода проводников. К проводникам первого рода (твёрдые проводники) относятся все металлы и их сплавы. Перемещающимися в них зарядами являются свободные электроны; перемещение не вызывает химических изменений в этих проводниках.

К проводникам второго рода (жидкие проводники)относятся электролиты (растворы солей, кислот и щелочей), в которых перемещаются положительные и отрицательные ионы, что ведёт к химическим изменениям в самих проводниках.

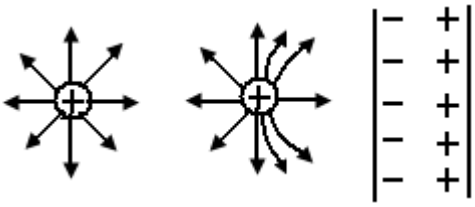
Таким образом, проводниками называются тела, в которых заряженные частицы (электроны или ионы) способны перемещаться под действием сколь угодно слабого электрического поля.

Если проводник зарядить одноимёнными зарядами,то под действием сил отталкивания заряды будут расходиться в проводнике на наибольшее расстояние, т.е. их движение будет продолжаться до тех пор, пока они не достигнут внешней поверхности проводника. Следовательно, одноимённые заряды располагаются на внешней поверхности проводника.

Пусть имеем сплошной или полный заряженный проводник. Применим теорему Остроградского-Гаусса к внутренней области проводника. Можно сделать вывод, что поток напряжённости через любую замкнутую поверхность, проведённую внутри заряженного проводника, будет равен нулю, т.к. внутри проводника нет зарядов. Значит напряжённость поля E равна нулю, т.е. внутри заряженного проводника нет электрического поля. Из формулы $E=-\frac{d\phi}{dn}$ следует, что если $E = 0$, то и $\frac{d\phi}{dn}=0$, а значит и $d\phi=0$. Это может быть только при условии, что $\phi=const$.



Все точки заряженного проводника имеют одинаковые потенциалы, а так как потенциалы всех точек проводника одинаковы, то заряды на этом проводнике будут находиться в равновесии. В электрическом поле поверхность проводника становится эквипотенциальной поверхностью. Поэтому всякий проводник, внесённый в электрическое поле деформирует силовые линии этого поля таким образом, что они становятся перпендикулярными его поверхности. На рис. а показано поле уединённого электрического заряда, на рис. *б* поле положительного заряда вблизи проводника. Под действием внешнего поля в проводнике начинается движение зарядов: электроны противоположно силовым линиям поля. Поэтому поверхность проводника, к которой подходят силовые линии,



а) *б*)

заряжается отрицательно, а противоположная положительно. Такое заряжение проводника называется заряжением через влияние или заряжением по индукции.

В результате заряжения по индукции внутри проводника создаётся собственное поле E_c, напряжённость которого по величине равна напряжённости внешнего поля, а по направлению ей противоположна. Таким образом, напряжённость собственного поля проводника компенсирует напряжённость внешнего поля E_+ и результирующая напряжённость поля внутри заряженного проводника оказывается равной нулю, т.е. $E_+ + E_c + E = 0$. Это явление используется для так называемой электростатической защиты. Приборы, работа которых нарушается под действием электрического поля, помещаются внутрь металлической полости, куда не может проникнуть внешнее электрическое поле. При наличии внешнего поля, его силовые линии заканчиваются на одной стороне полости и начинаются с противоположной.

В ходе рассмотрения свойств проводников в электрическом поле было установлено, что их поведение определяется наличием свободных заряженных частиц — электронов в металлах и ионов в электролитах. Именно способность этих частиц свободно перемещаться под действием даже слабого электрического поля отличает проводники от полупроводников и диэлектриков.

Анализ процессов, происходящих в проводнике, показал, что при внесении его во внешнее электрическое поле происходит перераспределение зарядов, в результате которого внутри проводника устанавливается электростатическое равновесие. Напряжённость электрического поля внутри проводника становится равной нулю, а избыточный заряд располагается исключительно на его внешней поверхности. Все точки проводника при этом имеют одинаковый потенциал, и его поверхность является эквипотенциальной.

Применение теоремы Остроградского–Гаусса подтверждает отсутствие электрического поля внутри заряженного проводника, так как поток вектора напряжённости через любую замкнутую поверхность внутри него равен нулю.

Явление электростатической индукции демонстрирует, что под действием внешнего поля в проводнике возникает собственное поле, компенсирующее внешнее, что приводит к полному отсутствию результирующего поля внутри проводника. Это свойство лежит в основе электростатической защиты и экранирования.

Таким образом, изучение поведения проводников в электрическом поле позволяет глубже понять фундаментальные законы электростатики и объясняет принципы работы многих технических устройств. Рассмотренные закономерности имеют важное теоретическое и практическое значение и широко применяются в современной науке и технике.

Список литературы

1.Nelson Ph. Biological Physics-Energy, Information, Life Updated First edition. New York. 2008.

2.Ismoilov E., Mamatqulov N. va boshqalar. Biofizika.Darslik T.Chulpon. 2013.

3.Камолхўжаев Ш.М. Табиатшунослик асослари, Ўқув қўлланма, Тошкент “Молия” нашриёти-2002 йил, 332 б.

4.Вахидов, Ш. А., Гасанов, Э. М., Ибрагимов, Ж. Д., & Мустафакулов, А. А. (1984). Рентгеноструктурное исследование кристаллов кварца, выращенных на нейтронно-облученных затравках. In *Докл. АН УзССР* (No. 4, pp. 27-29).

5.Жўраева, Н. М., & Ахмаджонова, У. Т. (2020). Сверхпроводящие фуллерены и их применение в биофизике. *Научный электронный журнал «Академическая публицистика»*, 12.

6.Мустафакулов А.А., Юлдашев У. “Электр ва магнит майдонларнинг тирик организмларга таъсири”. Журнал “Физика математика ва информатика”.Узбекистон. № 2, 201 8 г.с.15-21.

7.A. A. Mustafakulov, O. N. Olimov, A. G. Parsokhonov, A. A. Akhmedov And O. U. Nurullaev “Study of the luminescence of SiO2 crystals” for the participation in the III International Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT-III-2022)in St. Petersburg | Krasnoyarsk, Russia (March 3-6, 2022) with the outstanding scientific report.

8.Akhmedovich, M. A., & Fazliddin, A. (2020). Current State Of Wind Power Industry. The American Journal of Engineering and Technology, 2(09), 32-36.

9.Shermuhammedov, A. A., Mustafakulov, A. A., & Mamatkulov, B. H. (2021). Multimedia In The Teaching Of Physics Use. *Conferencea*, 105-108.

10.Бабарико А.А. Роль курса «Физика низких температур и

сверхпроводимость» в подготовке профессионально компетентного преподавателя физики. / А.А. Бабарико, В.И. Коришев. // Сборник трудов конференции «ИКТ в подготовке учителя технологии и физики». – Коломна, 2007.
11.Маматкулов Б.Х. Использование оборудования учебных мастерских при преподавании теоретической механики./ Б.Х. Маматкулов. //Общество,2020.81 с.
Mamatkulov B.H. Philosophical basis creative thought movement. / B.H. Mamatkulov. // Uzacademia ilmiy-uslubiy jurnali. – 2020. Volume 1. Issue 2.
12.Маматкулов Б.Х. Некоторые закономерности развития методики обучения физике. / Б.Х. Маматкулов. // Вестник науки. – 2019. Т. 3. №. 11. 54- 57 с.