

Совместная работа преподавателей общеобразовательных дисциплин повышает качество профессиональной подготовки выпускников вузов. Реализация предложенных мер обеспечит решение главной задачи системы высшего образования – подготовку высококвалифицированных, хорошо информированных и грамотных специалистов.

Список используемых источников

1. Зельдович Я. Б. Высшая математика для начинающих физиков и техников / Я. Б. Зельдович, И. М. Яглом. – М.: Наука, 1982. – 512 с.
2. Леонова Н. А. Математические понятия в примерах и задачах по физике : учебное пособие / Н. А. Леонова, М. Р. Бортковская. – Санкт-Петербург : Изд-ва Политехнического университета, 2014. – с. 70.
3. Бортковская М. Р. Математика в задачах по физике: учебное пособие / М. Р. Бортковская, Н. А. Леонова. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – 195 с.

УДК 53(077)

С. А. Лукашевич, А. Н. Купо, Е. Б. Шершнев

S. Lukashevich, A. Kupo, E. Shershnev

УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»

(Гомель, Беларусь)

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ВВЕДЕНИЮ ПОНЯТИЯ ЭЛЕКТРОЕМКОСТИ УЕДИНЕННОГО ПРОВОДНИКА И КОНДЕНСАТОРА

METHODOLOGICAL APPROACH TO INTRODUCING THE CONCEPT OF ELECTRICAL CAPACITY OF A SOLE CONDUCTOR AND CAPACITOR

В статье предлагается методика введения понятия электрической емкости, дается определение емкости уединенного проводника. Предложены различные типы задач на определение емкости конденсаторов, имеющих разнообразную форму.

The article proposes a method for introducing the concept of electrical capacitance and gives a definition of the capacitance of a solitary conductor. Various types of problems have been proposed to determine the capacitance of capacitors of various shapes.

Ключевые слова: электрическая емкость; напряженность электрического поля; уединенный проводник.

Keywords: electric capacitance; electric field strength; solitary conductor.

С точки зрения методики преподавания введение электрической емкости мы начинаем после изучения электростатического поля, введения его основных характеристик – напряженности и потенциала поля. В электростатике обязательно рассматриваем теорему Гаусса для расчета полей, создаваемых заряженными телами, имеющими ось симметрии.

На основании изучения всех имеющихся пособий по электричеству, за исключением учебника «Электричество», написанного А. А. Матвеевым, мы пришли к выводу, что такое важное понятие как электрическая емкость уединенного проводника, осуществляется

формально, в отрыве от основной задачи электростатики – определения электрического поля или потенциала по заданному распределению заряда на проводнике.

Но, как мы знаем, арсенал изученных фундаментальных законов и теорем вполне достаточен для решения граничных задач хотя бы для простейших зарядовых структур, опирающихся на базу фундаментальных положений, составляющих стержень учения об электростатическом поле. Неплохая попытка по определению электрической емкости дана в учебнике [1].

Прежде чем ввести электрическую емкость отметим, что одна из характернейших особенностей электростатического поля состоит в том, что в случае электростатического равновесия потенциал поля имеет постоянное значение на всем протяжении каждого отдельного проводника. Кроме того напряженность поля внутри проводника равна нулю в случае электростатического равновесия.

Теперь дадим определение электрической емкости. Емкостью уединенного проводника, т. е. проводника бесконечно удаленного от всех остальных проводников, называется величина заряда, необходимого для сообщения этому проводнику потенциала, равного единице [2].

Рассмотрим изображение сечения заряженной части поверхности проводника S и поверхности S' , окружающей данный проводник [3] (рисунок 1).

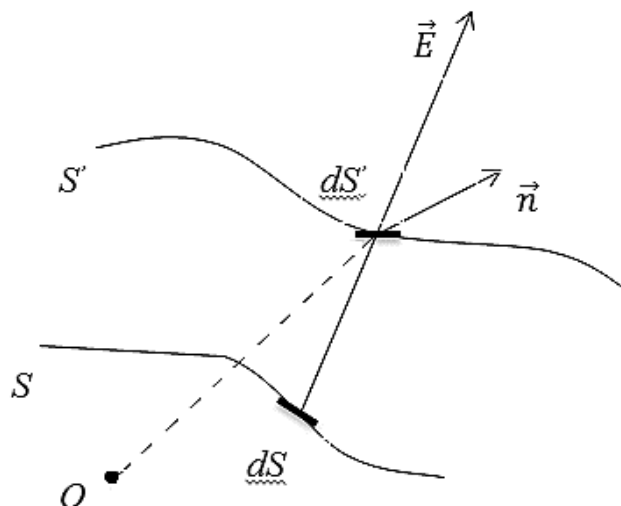


Рисунок 1 – Сечение поверхности проводника S и окружающей поверхности S' .

Предположим на поверхности проводника S находится заряд q . Необходимо определить распределение потенциала в окружающем проводник пространстве. Выделим на поверхности проводника площадку dS и определим поток вектора напряженности через произвольную замкнутую поверхность. В этом случае поток вектора напряженности \vec{E} через замкнутую поверхность S' равен:

$$\int_{S'} E_n dS' = \frac{1}{\epsilon_0 \epsilon_s} \int_S \sigma dS \quad \text{или} \quad \int_{S'} E_n dS' = \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon_s}$$

Теперь продифференцируем левую и правую части выражения по r и, изменив порядок интегрирования и дифференцирования в левой части, получим, что

$$\int_{S'} \frac{\partial}{\partial r} \left(-\frac{\partial \varphi}{\partial n} \right) dS' = 0 \quad (1)$$

Учтем, что $dS' = r^2 d\omega$ где $d\omega$ – телесный угол, под которым из точки наблюдения O видна площадка dS' , получим

$$\int_{S'} \frac{\partial}{\partial r} r^2 \left(-\frac{\partial \varphi}{\partial n} \right) d\omega = 0 \quad (2)$$

Равенства (1) и (2) выполняются для любой произвольно выбранной поверхности S' , что возможно лишь в том случае, если подинтегральное выражение в любой точке пространства для произвольно ориентированной площадки dS' будет равно нулю.

Тогда из выражения (2) имеем

$$\frac{\partial}{\partial r} r^2 \left(-\frac{\partial \varphi}{\partial n} \right) = 0$$

Окончательно можно записать:
$$\frac{\partial \varphi}{\partial n} = \frac{A}{r^2}.$$

Далее решение может быть проведено лишь для частного случая, т. к. в противном случае пришлось бы вводить в рассмотрение все три сферические координаты. Для сферических поверхностей S и S' имеем

$$\frac{\partial \varphi}{\partial n} = \frac{\partial \varphi}{\partial r} \quad \text{или} \quad \frac{\partial \varphi}{\partial r} = \frac{A}{r^2} \quad (3)$$

Решение последнего уравнения имеет вид:

$$\varphi = \varphi(r) = \frac{A}{r} + B, \quad (4)$$

которое при нормировке в бесконечность и с учетом граничных условий на поверхности проводника переходит в

$$\varphi(r) = R^2 \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon} \cdot \frac{1}{r} \quad \text{или} \quad \varphi_0 = \frac{q}{4\pi \varepsilon_0 \varepsilon R}, \quad (5)$$

отсюда $C = 4\pi \varepsilon_0 \varepsilon R$.

Решая уравнение (3) для двух concentрических проводников, радиусы которых R_1 и R_2 , получим выражение для емкости сферического конденсатора:

$$C = 4\pi \varepsilon_0 \varepsilon R \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right).$$

Подобный подход можно применить к цилиндрическим и плоским проводникам, что позволяет также вычислить емкость плоского и цилиндрического конденсаторов.

В заключение на основе изученного материала на практических занятиях мы предлагаем студентам найти взаимную емкость для следующих проводников:

- два длинных прямых провода с одинаковым радиусом сечения a расположены в воздухе параллельно друг другу;
- длинный прямой провод расположен параллельно безграничной проводящей плоскости. Радиус сечения провода равен a , расстояние между осью провода и проводящей плоскостью b ;
- найти емкость системы из двух одинаковых металлических шариков радиуса a , расстояние между центрами которых b , причем $b \ll a$.

Список использованных источников

1. Яворский, Б. М. Курс физики: учеб. пособие для вузов: Т. 2. / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф, Л. В. Милковский. – Изд. 4-е, перераб. – М., «Высш. школа», 1977. – 375 с.
2. Матвеев, А. Н. Электричество и магнетизм / А. Н. Матвеев. – Изд.: «Лань», 2010. – 464 с.
3. Тамм, И. Е. Основы теории электричества: учеб. пособие для вузов. / И. Е. Тамм. – 11-е изд., испр. и доп. – М: Физматлит, 2003. – 616 с.

УДК 537.8 :519. 87

А. А. Луцэвіч¹, С. У. Якавенка²

A. Lutsevich¹, S. Yakovenko²

¹Міжнародны дзяржаўны экалагічны інстытут імя А. Д. Сахарова Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта

²УА «Беларускі дзяржаўны педагагічны ўніверсітэт імя Максіма Танка» (Мінск, Беларусь)

МАТЭМАТЫЧНАЯ МАДЭЛЬ ФІЗІЧНЫХ ПРАЦЭСАЎ У LC-КОНТУРЫ

THE MATHEMATICAL MODEL OF PHYSICAL PROCESSES IN LC-CIRCUITS

Артыкул прысвечаны аналізу фізічных працэсаў, якія адбываюцца ў вагальным контуры пры ўзнікненні ў ім электрамагнітных ваганняў. Разгледжаны фізічны сэнс асноўных паняццяў тэмы "Электрамагнітныя ваганні і хвалі". Раскрыта макраструктура дзейнасці вучняў па рашэнні тыповых вучэбных задач па тэме.

The article is devoted to the analysis of physical processes that occur in an oscillatory circuit when electromagnetic oscillations occur in it. The physical meaning of the basic concepts of the topic "Electromagnetic oscillations and waves" is considered.

Ключавыя словы: вагальны контур; электрамагнітныя ваганні; кандэнсатар; шпуля індуктыўнасці; цыклічная частата; перыяд ваганняў; дабротнасць контуру; максімальныя значэнні зараду; сілы току і напружання.

Keywords: oscillatory circuit; electromagnetic oscillations; capacitor; inductor; cyclic frequency; oscillation period; quality factor of the circuit; maximum values of charge; current and voltage.

Вучэбнай праграмай па фізіцы для XI класа ўстаноў агульнай сярэдняй адукацыі на вывучэнне раздзелу «Ваганні і хвалі», які складаецца з чатырох тэм, прадугледжана 46 гадзін на базавым узроўні і 95 гадзін на павышаным узроўні. Перад тым як прыступіць да вывучэння матэрыялу тэмы «Электрамагнітныя ваганні і хвалі», навучэнцы павінны засвоіць і навучыцца прымяняць асноўныя паняцці, заканамернасці, матэматычныя мадэлі і формулы, якія даюць магчымасць колькасна апісаць працэсы ў механічных вагальных сістэмах.

Згодна з асноўнымі патрабаваннямі да вынікаў вучэбнай дзейнасці пасля вывучэння тэмы «Электрамагнітныя ваганні і хвалі», навучэнцы павінны: ведаць і разумець фізічны сэнс асноўных паняццяў тэмы (LC-контур, электрамагнітныя ваганні, пераменны электрычны ток) і іх фізічных характарыстык; умець рашаць якасныя, графічныя, разлі-