

УДК 53
ББК 22.3

Елена Анатольевна Дьякова,
доктор педагогических наук, профессор,
Армавирская педагогическая академия
(352900, Россия, г. Армавир, ул. Р. Люксембург, 159)
e-mail: taravna@mail.ru

Светлана Николаевна Холодова,
кандидат педагогических наук, доцент,
Армавирская педагогическая академия
(352900, Россия, г. Армавир, ул. Р. Люксембург, 159)
e-mail: taravna@mail.ru

Некоторые вопросы методики изучения темы «Конденсаторы»

В статье рассмотрены особенности изучения темы «Конденсаторы» студентами вуза и школьниками (факультативно), рекомендован ввод понятия «сгущающая сила», предлагается опираться при изучении на сравнение теплоемкости и электроемкости, что способствует лучшему усвоению материала. Проведен анализ процессов в проводнике, затем в плоском и сферическом конденсаторах в зависимости от параметров среды, подключения и т. д.

Описаны особенности изучения темы в соответствии с современными требованиями: проведено сопоставление традиционных и современных методов и приемов на лекции, практическом занятии, в самостоятельной работе; показаны некоторые технологические приемы организации деятельности студентов с рассматриваемым материалом; возможности мотивации профессиональной деятельностью; опоры на материалы итогового тестирования в школе. В качестве примера показано, как мотивировать студентов на более глубокое понимание изучаемого с помощью привлечения их к работе с учащимися Физической школы при вузе; описан один из вариантов такой работы – организация с учащимися совместной исследовательской деятельности.

Понимание физических процессов в электрических конденсаторах, имеющих важное практическое значение и широкое распространение, позволяет глубже понять особенности их работы.

Ключевые слова: обучение в вузе, понимание материала, затруднения, физический эксперимент, физические процессы в конденсаторах, электроемкость, потенциал, методы обучения, самостоятельная работа, факультатив.

Elena Anatolyevna Dyakova,
Doctor of Pedagogy, Professor,
Armavir Pedagogical Academy
(159 R. Luxemburg St., Armavir, Russia, 352900)
e-mail: taravna@mail.ru

Svetlana Nikolaevna Kholodova,
Candidate of Pedagogy, Associate Professor,
Armavir pedagogical academy
(159 R. Luxemburg St., Armavir, Russia, 352900)
e-mail: taravna@mail.ru

Some Study Methods of the Topic “Capacitors”

The article is devoted to the teaching peculiarities of the subject “Condensers”, which is taught to the students and pupils (optionally); the author recommends the input of the concept “condensing force”; it is offered to rely on comparison of thermal capacity and electric capacitance that promotes the best learning of material. The analysis of processes in the conductor, then in flat and spherical condensers depending on parameters of the environment, connection, etc. was carried out.

Features of subject studying according to modern requirements are described and the following was done: comparison of traditional and modern methods and techniques at lecture, practical classes, in independent work; some processing methods of the organization of students’ activity with the considered material are shown; possibilities of motivation by professional activity; support on materials of total testing at school. As an example the author shows how to motivate students on deeper understanding of studied material attracting them to work with pupils of Physical school as a part of higher education institution; one of the options of such work – the organization of joint research activity with pupils is described.

The understanding of physical processes in the electric condensers, being of great practical importance, allows deeply understand the peculiarities of their work.

Keywords: study, understanding of material, difficulty, physical experiment, physical processes in the capacitors, electrical capacitance, potential, methods of teaching, independent work, elective.

Преподавая физику студентам педагогического вуза, мы видим, что наиболее трудным для понимания является раздел «Электродинамика». Многие вопросы требуют тщательного анализа для усвоения материала. Студент (будущий учитель), который формально усвоил предмет, не сможет квалифицированно преподавать его в школе. Чтобы ориентировать будущего учителя на глубокое понимание рассматриваемого физического явления, мы подробно разбираем наиболее важные вопросы на лекционных, семинарских и лабораторных занятиях.

Традиционно вузовская лекция предполагает «сольное» выступление преподавателя, даже если это лекция с элементами проблемного обучения. Безусловно, часть рассмотренного материала можно предложить «сильным» студентам для самостоятельного анализа в виде индивидуальных минипроектов, результаты выполнения которых возможно обсудить либо на практических занятиях, либо на коллоквиуме. Задание для такого минипроекта можно сформулировать так: *определить емкость плоского конденсатора в случае заземления одной из пластин, описать процессы, происходящие при этом, результаты оформить в виде презентации*. В этом случае часть работы преподавателя (в традиционном понимании) выполняется студентом, остальные так же слушают лекцию (сообщение).

Перенос акцента на самостоятельную работу студентов (в соответствии с требованиями стандарта) делает необходимым поиск других форм организации деятельности студентов при изучении материала, способов ее мотивации профессиональной деятельностью [4]. На наш взгляд, преподавание дисциплины «Общая физика» самой по себе, без ориентира на профессию, без тесного взаимодействия с методикой обучения физике в школе сегодня становится неэффективным, и то, что зачастую преподаватели специальных дисциплин в вузе слабо знакомы с их преподаванием в школе, техникуме и т. п., не является основанием для продолжения работы «по старинке», в уверенности, что вузовская и школьная физика «сами по себе». Известно, что лучшие школьные учебники были написаны учеными-физиками, внимательно проанализировавшими как трудность материала для школьника, так и научность как критерий предела его упрощения. Основные современные технологии обучения (многие из них общие для школы и вуза – проблемная, проектная, ИКТ) должны быть знакомы и преподавателям вуза [1; 3]. Например,

разнообразить работу с конспектами лекций (теоретическим материалом) можно с помощью дискуссионных заданий практического содержания (но с теоретическим обоснованием) для самостоятельного изучения (подобранные к каждой теме и представлены в программе дисциплины) – ранее были вопросы к экзамену для самостоятельного изучения, но дискуссионные задания не рассматриваются на лекциях, и их решения не содержатся в типовых учебниках. В качестве примера рассмотрим изучение темы «Конденсаторы».

Понятие электроемкости целесообразно вводить, указывая на ее аналогию с теплоемкостью. Электроемкостью уединенного проводника называется величина C , равная заряду q , который нужно сообщить проводнику, чтобы повысить его потенциал φ на единицу: $C=dq/d\varphi$. При анализе понятий электроемкости и теплоемкости студенты должны увидеть, что между этими величинами имеется большое сходство: теплоемкость характеризует тепловую инертность тела, а электроемкость – электрическую инертность проводника, «сопротивляемость» заряжаемого проводника повышению потенциала.

В ходе выполнения лабораторной работы студентам предлагается задание, позволяющее обнаружить различие между теплоемкостью и электроемкостью: теплоемкость тела зависит от рода вещества и его массы, электроемкость проводника зависит от формы и размеров. Также на лабораторных занятиях можно исследовать зависимость электроемкости от среды, окружающей проводник, присутствия поблизости других проводящих тел.

Рассмотрим пример обнаружения этой зависимости. Для эксперимента мы заряжаем шарообразный проводник 1 (рис. 1). С помощью детектора электрического заряда (лаборатория AFS) студенты устанавливают наличие заряда. К заряженному проводнику подносим незаряженный шар 2 (детектор фиксирует отсутствие у него заряда).

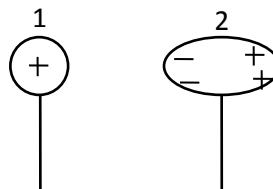


Рис. 1

Проводник 1 создает электрическое поле, которое индуцирует электрические заряды на проводнике 2 – на ближнем конце отрицатель-

ные, а на дальнем – положительные. Студенты отвечают на вопрос: что происходит с потенциалом проводника 1? Анализ, проведенный с помощью формул, показывает, что потенциал φ проводника 1 уменьшится. Заряженный проводник 2 создает электрическое поле, которое оказывает действие на проводник 1. Вследствие этого потенциал φ_1 этого суммарного поля, являющийся алгебраической суммой потенциалов $\varphi_1 - \varphi_{2+} + \varphi_{2-}$, становится меньше потенциала φ , заряженного проводника 1 в отсутствии 2. Так как емкость проводника обратно пропорциональна его потенциалу, то студенты делают вывод, что при приближении к заряженному проводнику незаряженного тела емкость первого увеличивается. Следовательно, состояние среды, окружение проводников влияет на его способность накапливать заряд.

Рассмотренная ситуация имеет практическую значимость – наличие проводящих тел вблизи проводников осложняет работу радиоэлектронных приборов, так как емкость проводников изменяется. Возникает проблема, которую студенты предлагают решить различными способами. Здесь уместно рассмотреть исторические факты: как с развитием радиотехники возникла задача создания системы проводников, лишенных этого недостатка, т. е. конденсатора (совокупности двух параллельных проводящих пластин, разделенных тонким слоем диэлектрика и обладающих значительной по величине емкостью, практически не зависящей от присутствия посторонних тел).

Опыт преподавания электродинамики показывает, что часто будущие учителя физики не понимают механизма действия конденсаторов. Мы считаем, что это обусловлено отсутствием в учебных пособиях анализа понятия «сгущающая сила конденсатора». Студенты, исследуя способы увеличения емкости проводника, устанавливают, что появление вблизи заряженной пластины нейтральной пластины увеличивает емкость первой в число раз C' / C_0 , далее они могут ввести понятие «сгущающей силы» конденсатора и определить ее величину:

$$\frac{C'}{C_0} = \frac{q_0 + q_1}{q_0} \quad (1)$$

Именно этот эффект лежит в основе физического действия электрических конденсаторов.

Мотивацию глубокого осмысления физических явлений на основе профессиональной значимости возможно проводить разными способами. Остановимся на некоторых.

При нашем вузе работает Физическая школа для учащихся, увлекающихся предметом (факультативные занятия). В ходе подготовки лекций и демонстраций для школьников студенты глубже вникают в суть физических процессов.

Рассмотрим, как выявляется механизм работы конденсаторов в эксперименте, проводимом студентами для учащихся Физической школы. Возьмем уединенную металлическую пластину 1, соединим ее с электрической батареей, пластина зарядится (рис. 2). Пусть ей сообщен положительный заряд $+q_0$, при этом потенциал остается неизменным, равным некоторому значению $\varphi > 0$.

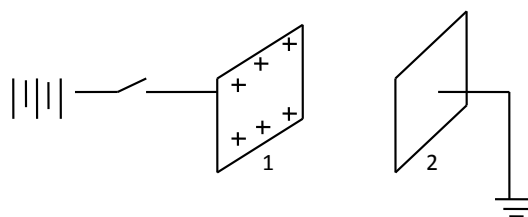


Рис. 2

Емкость пластины 1 $C_0 = q_0 / \varphi$. Затем отсоединим батарею от пластины 1 и приблизим к ней заземленную пластину 2, на ней будут индуцироваться отрицательные заряды, а положительные уйдут в землю. Наличие или отсутствие электрических зарядов студенты показывают с помощью датчиков электрического заряда (лаборатория AFS). Потенциал пластины 1 понизится до некоторого значения $\varphi' < \varphi$. Следующий шаг в эксперименте – соединение пластины 1 с батареей. Пластина начинает заряжаться, заряды переходят на нее, пока потенциал не станет равным φ (несмотря на присутствие пластины 2). Пусть заряд пластины 1 стал равным $q_0 + q_1$. Отрицательный заряд пластины 2 в этом случае увеличится так, что ее потенциал φ_2 станет равным потенциалу Земли, а именно $\varphi_2 = 0$. В результате емкость пластины 1 оказывается равной $C' = (q_0 + q_1) / \varphi$. Учащиеся делают вывод, что появление вблизи заряженной пластины 1 нейтральной пластины 2 увеличило емкость первой в C' / C_0 раз (1).

В ходе лабораторной работы студенты убеждаются, что емкость конденсатора зависит и от геометрии его пластин. На рис. 3 приведены примеры плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов.

Плоский конденсатор состоит из двух плоских параллельных пластин площади S ,

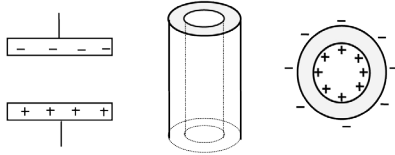


Рис. 3

расстояние между пластинами d можно менять. Размеры пластин (обкладок) достаточно велики, чтобы на электроемкость конденсатора не оказывало влияние наличие посторонних тел (рис. 4). Электрическое поле такого конденсатора полностью сосредото-

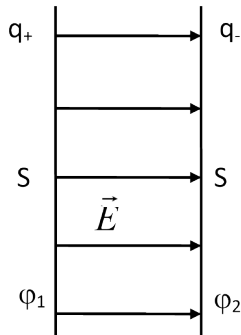


Рис. 4

чено внутри его пластин. Силовые линии электрического поля показаны на рисунке стрелками. Свободные заряды, которые образуются на пластинах, противоположны по знаку, но равны по величине $|q_+| = |q_-|$. Напряженность поля между пластинами конденсатора:

$$E = 4\pi s, \quad (2)$$

где $s = q/S$ – поверхностная плотность зарядов на пластинах.

Пусть отрицательная пластина заземлена, следовательно, ее потенциал $\varphi_2 = 0$. Величину потенциала φ_1 можно найти из равенства разности потенциалов $\varphi_1 - \varphi_2$ работе по перемещению единичного заряда от одной пластины к другой:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = Ed = 4\pi\sigma d. \quad (3)$$

Тогда, емкость конденсатора равна:

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{\sigma S}{4\pi\sigma d} = \frac{S}{4\pi d} \quad (4)$$

Видно, что она зависит от его геометрических размеров. Особый интерес представляет шаровой конденсатор. Вывод емкости такой системы для школьников может быть представлен в форме небольшой исследовательской работы.

Студенты предлагают учащимся рассмотреть сферический (шаровой) конденсатор (рис. 5). Он состоит из шарообразного проводника 1 и концентрически окружающей его сферической заземленной обкладки 2.

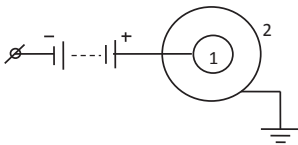


Рис. 5

Шар 1 соединен с батареей через отверстие в сфере 2. Для вывода электроемкости введем обозначения – радиусы обкладок R_1 , их заряды q , поверхностные плотности σ , потенциалы φ , соответственно с индексами 1 и 2. Чтобы вычислить электроемкость конденсатора, определим потенциалы φ_1 и φ_2 . Потенциал уединенного шарового проводника известен из школьного курса физики $\varphi_1 = q/R_1$. Учащиеся отвечают на вопрос: Если вокруг шара замкнутая заряженная оболочка не создает электрического поля в ее полости, то потенциал шара изменяется или нет?

Здесь полезно напомнить свойство: внутри электрически заряженной замкнутой поверхности напряженность $\vec{E}_i = 0$, потенциалы всех точек полости φ_i отличны от нуля и равны потенциалу самой поверхности $\varphi_2 = q_2/R_2$. Тогда потенциал проводника 1 внутри сферы 2 оказывается равным алгебраической сумме $\varphi_1 + \varphi_2$, т. е.

$$\varphi_1^1 = q_1/R_1 + q_2/R_2. \quad (5)$$

Что касается потенциала φ_2^1 обкладки 2, окружающей заряженный шар 1, то он складывается из собственного потенциала заряженной сферы $\varphi_2 = q_2/R_2$ и потенциала поля, созданного заряженным шаром 1 на расстоянии R_2 , т. е.

$$\varphi_2^1 = \varphi_1(R_2) + \varphi_2 = q_2/R_2 + q_1/R_1. \quad (6)$$

Так как обкладка 2 заземлена, то ее суммарный потенциал должен равняться нулю $\varphi_2^1 = 0$, следовательно, $q_2/R_2 + q_1/R_1 = 0$, отсюда следует, что

$$q_2 = -q_1. \quad (7)$$

Тогда, выражение для потенциала шара 1, окруженного обкладкой 2, оказывается равным

$$\varphi_1^2 = q_1(1/R_1 - 1/R_2), \quad (8)$$

т. е. меньше потенциала φ_1 уединенного шара. Поэтому электроемкость шара 1 в конденсаторе увеличивается и становится равной

$$\varphi_1^1 = R_1 R_2 / (R_2 - R_1), \quad (9)$$

в то время как емкость уединенного шара C_1 была равна его радиусу R_1 .

Можно определить сгущающую силу шарового конденсатора:

$$C_1^1 = R_1 R_2 / (R_2 - R_1) \quad \text{или окончательно} \quad C_1^1 = R_2 / (R_2 - R_1) \quad (10)$$

Учащиеся делают вывод, что электроемкость шарообразного проводника, окруженного сферической поверхностью, увеличивается.

Физические процессы, происходящие в конденсаторах, полезно разбирать более углубленно, так как эти устройства очень широко используются в электронике и электроэнергетике.

Накопленная в конденсаторе электрическая энергия применяется при кратковременном разряде для получения радиолокационных импульсов, в электросварке, в генераторах мощных импульсов, в фотографии (фотовспышка).

Остановимся кратко на других особенностях изучения темы студентами – профессиональной мотивации, организации самостоятельной работы и др. Рассмотрим, каким образом можно организовать работу студентов по самостоятельному осмыслению учебного материала при изучении общей физики [3]. Прежде всего, можно опираться на материалы ЕГЭ:

– использовать их как средство контроля, предложив студентам решить задачу типа С1 (на подробный качественный анализ описанной ситуации): *Два полых металлических шара радиусами r и R представляют собой конденсатор. Через малое отверстие внутренний шар подключают к электрической батарее, а внешний – заземляют. Какова емкость такого конденсатора? Ответ поясните, указав, какие процессы происходили в конденсаторе и какие физические закономерности вы использовали;*

– использовать их как основу создания проблемной ситуации для групповой работы на практическом занятии – представить «решение учащимся» подобной задачи с указанием на низкий балл за него предложить найти ошибки в рассуждениях;

– использовать банк подобных задач (их решений с ошибками) для организации физи-

ческого марафона: в течение условленной части семестра желающие выбирают из банка определенное число задач и/или решений (например, 3 по каждой теме) и представляют их решение (с анализом), что засчитывается как НИРС.

В этом случае мотивация осмысления сущности рассматриваемых в вузовском курсе физических процессов имеет профессиональную направленность – будущим учителям ясно, почему данный материал должен быть изучен достаточно глубоко.

Возможна и организация дискуссии на лекции с использованием приема выдвижения гипотез [2], например, рассматривая сферический конденсатор и его характеристики, преподаватель варьирует условия его поведения и задает вопросы: *что будет, если заземлить одну из обкладок; зарядить внутреннюю сферу; заземлить внешнюю при постоянно подключенной к внутренней сфере батарее и т. д.* В ответ он ждет ответов (гипотез) с обоснованием, которые анализируются и обсуждаются всеми вместе.

Мы описали лишь некоторые варианты организации деятельности студентов по осмыслению изучаемого материала. Понятно, что если студент самостоятельно разобрал задания, основанные на рассмотренном выше материале, можно считать, что он понял ее достаточно глубоко, т. е. изменилось качество подготовки – информация не сохранена в памяти как набор знаний, она осмыслена и может быть актуализирована в любой момент.

Список литературы

1. Вербичкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. М.: Высшая школа, 1991. 207 с.
2. Десненко С. И. Концепция профессионально-методической подготовки студентов педвузов к решению задачи развития личности учащихся при обучении физике в школе: монография. М.: Реалпроект, 2007. 260 с.
3. Хуторской А. В. Дидактическая эвристика: Теория и технология креативного обучения. М.: Изд-во МГУ, 2003. 415 с.
4. Цветкова А. Т. Технологии формирования мотивации и самоорганизации учебной деятельности у школьников и будущих учителей физики. М.: Моск.пед.ун-т, 1997. 231 с.

References

1. Verbickij A. A. Aktivnoe obuchenie v vysshej shkole: kontekstnyj podhod. M.: Vysshaja shkola, 1991. 207 s.
2. Desnenko S. I. Konceptcija professional'no-metodicheskoi podgotovki studentov pedvuzov k resheniju zadachi razvitija lichnosti uchashhihsja pri obuchenii fizike v shkole: monografija. M.: Realproekt, 2007. 260 s.
3. Hutorskoj A. V. Didakticheskaja jevristika: Teorija i tehnologija kreativnogo obuchenija. M.: Izd-vo MGU, 2003. 415 s.
4. Cvetkova AT. Tehnologii formirovanija motivacii i samoorganizacii uchebnoj dejatel'nosti u shkol'nikov i budushhih uchitelej fiziki. M.: Mosk.ped.un-t, 1997. 231 s.

Статья поступила в редакцию 13.10.2014