

Научная статья
ББК 74.262.23
УДК 372.853

Ю. А. Корнев

СОВРЕМЕННАЯ ДЕМОНСТРАЦИОННАЯ
УСТАНОВКА ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Предложен современный вариант демонстрационного эксперимента по визуализации электростатических полей. В экспериментальной установке помимо стандартного оборудования школьного кабинета физики используются смартфон, компьютер и Wi-Fi-сеть.

Ключевые слова: демонстрационный опыт, визуализация электростатического поля, смартфон, компьютер, Wi-Fi-сеть.

Yu. A. Kornev

MODERN DEMONSTRATION SETUP
FOR VISUALIZATION OF ELECTROSTATIC FIELDS

A modern version of a demonstration experiment on the visualization of electrostatic fields is proposed. In addition to the standard equipment of the physics classroom, the experimental setup uses a smartphone, a computer, and a Wi-Fi network.

Keywords: demonstration experiment, electrostatic field visualization, smartphone, computer, Wi-Fi network.

1. Постановка задачи. В средней школе электростатика изучается в 8 и 10 классах. Понятие и характеристики электрического поля, вводимые на этих уроках, используются во всех последующих разделах школьного курса физики. Поэтому визуализация электростатического поля в натурном эксперименте является обязательным условием усвоения нового для обучающихся понятия. Отсюда следует *актуальность задачи* постоянного и своевременного совершенствования демонстрационных опытов, доказывающих факт

существования электрического поля и формирующих наглядный образ этого объекта методом его визуализации.

2. Известные демонстрации электростатических полей. Для визуализации электростатических полей в советское время использовался *аппарат проекционный универсальный ФОС-115 с оптической скамьей* [1–3]. На демонстрационный стол устанавливают скамью с осветителем (рис. 1), в котором источником света служит мощная проекционная лампа накаливания (220 В, 300 Вт).

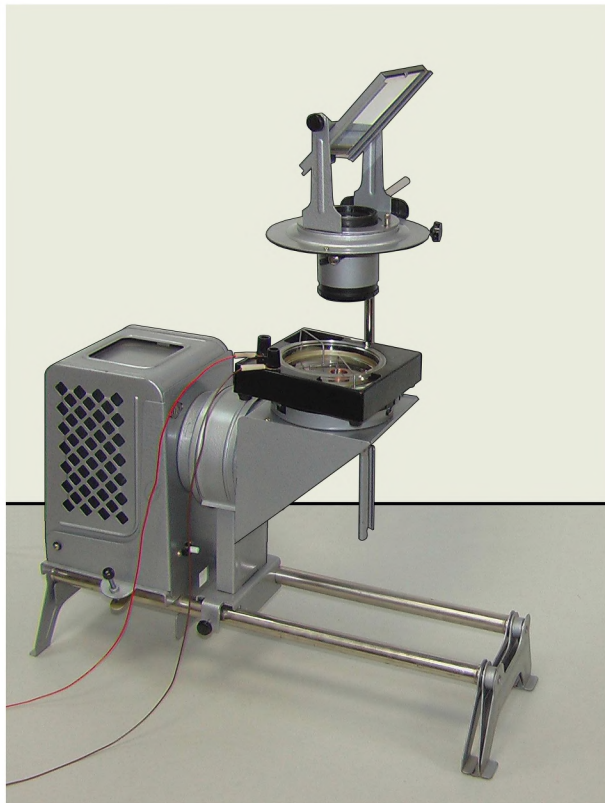


Рис. 1. Демонстрационная установка для визуализации электростатических полей, применявшаяся в советский период

На корпусе осветителя с помощью специальных пазов закрепляют приспособление для горизонтальной проекции с плосковыпуклой конденсорной линзой и зеркалом, поворачивающим пучок лучей на 90° . На поверхность линзы помещают прибор для визуализации электростатических полей [4] и получают в нем карти-

ну линий напряженности изучаемого поля. Установив над кюветой ширму с объективом и поворотным зеркалом, проецируют визуализированное поле на вертикальный экран.

Описанный здесь опыт с каждым годом повторить в школе все сложнее и сложнее, так как необходимое для него оборудование зачастую неисправно или вообще отсутствует. Выпускники педагогических вузов нередко не имеют представления о проекционном аппарате ФОС–115. Поэтому в современной школе наглядный образ фундаментального физического объекта — электростатического поля — формируется чаще всего по рисункам из школьного учебника.

Таким образом, обнаружено *противоречие* между необходимостью визуализации электростатических полей при изучении физики в школе и неразработанностью современного варианта демонстрационной установки, позволяющей осуществить этот метод наблюдения физического объекта.

3. Проблема исследования. Каким должен быть современный вариант демонстрационного опыта по визуализации важнейших для школьного курса электрических полей (сферического заряда, одноименных и разноименных зарядов, плоского конденсатора), удовлетворяющий дидактическим требованиям простоты, доступности и доказательности?

4. Возможное решение проблемы. Мы видим выход из противоречия, сформулированного выше, в использовании ноутбука (компьютера с *Wi-Fi*-модулем), смартфона, *Wi-Fi*-сети и специального программного обеспечения *DroidCam*, которые сегодня доступны каждому учителю.

5. Программное обеспечение. Наиболее доступно и эффективно программное обеспечение *DroidCam*, которое позволяет использовать камеру смартфона и в беспроводном режиме вывести полученное изображение на экран компьютера. Установку программного обеспечения *DroidCam* проводят заранее перед уроком, выполняя следующий порядок действий.

- Устанавливают программное обеспечение *DroidCam* на компьютер и смартфон [5].
- Создают *точку доступа* на смартфоне, то есть обеспечивают создание смартфоном собственной *Wi-Fi*-сети.
- Подключают компьютер к *Wi-Fi*-сети, созданной смартфоном.
- Включают программное обеспечение на смартфоне и компьютере.
- Вводят *IP*-адрес и номер порта, указанные в приложении смартфона, в соответствующие поля приложения *DroidCam* на компьютере (рис. 2). Нажимают кнопку *Start*.

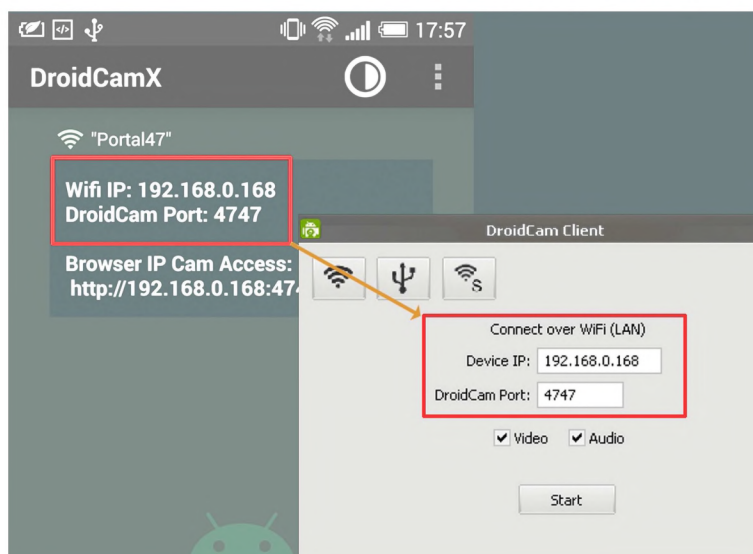


Рис. 2. К инструкции по подключению программного обеспечения *DroidCam*

Удостоверившись в правильной работе оборудования, переходят к демонстрации на уроке.

6. Демонстрация электростатических полей. На горизонтальную поверхность кладут лист черного картона (рис. 3), поверх которого ставят прибор для моделирования электростатических полей [6]. На него симметрично электродам устанавливают входящую в комплект к прибору плоскую прозрачную кювету или имеющую несколько бóльшие размеры чашку Петри. Рядом располагают подъемный столик высотой примерно 20 см. На столик кладут смартфон так, чтобы объектив его камеры был направлен вниз, и на дисплее смартфона получают резкое изображение кюветы. Передвигая подъемный столик и смартфон, добиваются необходимого по положению и размерам изображения кюветы с электродами на экране.

Электрофорную машину (или другой источник высокого напряжения) располагают на заднем плане, и ее кондукторы соединяют с клеммами прибора для моделирования электростатических полей (рис. 4). В кювету наливают касторовое масло и вращательными движениями распределяют его по дну кюветы слоем толщиной 1–2 мм. Поверхность масла равномерно посыпают манной крупой, для удобства используют пластиковую баночку, в крышке которой проделаны отверстия. Между кондукторами электрофорной машины устанавливают расстояние 5–10 мм. Медленно вращая диски

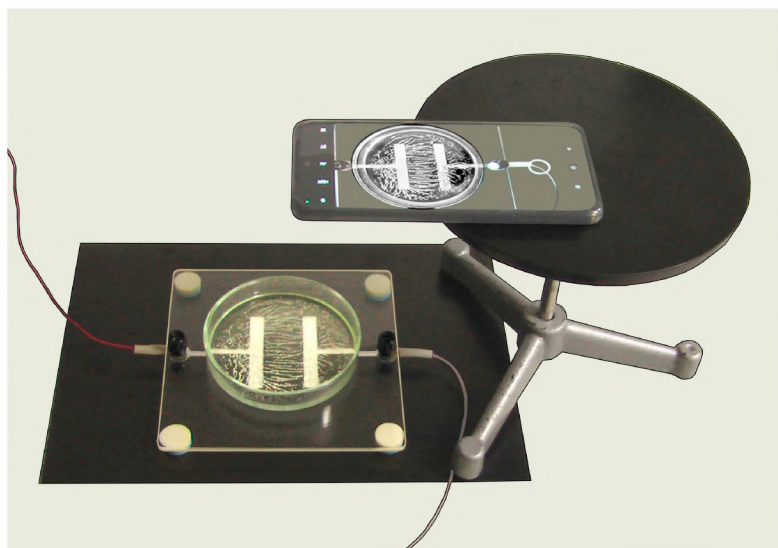


Рис. 3. Расположение прибора для визуализации электростатических полей и смартфона на демонстрационном столе

машины, демонстрируют выстраивание частиц крупы в систему силовых линий, обозначающих электростатическое поле.

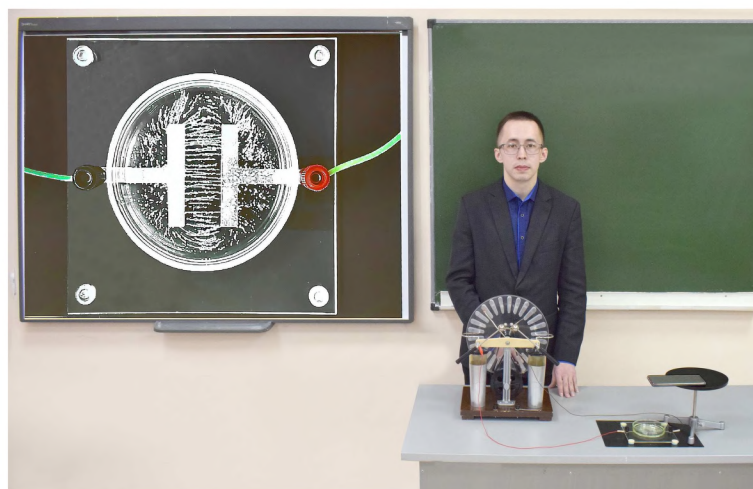


Рис. 4. Учитель проводит демонстрационный опыт на уроке, посвященном изучению плоского конденсатора

7. Заключение. *Преимущества* описанной в статье демонстрации заключаются, в первую очередь, в ее высокой наглядности и убедительности, так как учащиеся могут с любого места класса детально наблюдать процесс формирования силовых линий электростатического поля. Кроме того, экспериментальная установка становится современной, простой и компактной. Наконец, учитель получает возможность акцентировать внимание обучающихся на деталях получающейся картины, используя для этого курсор компьютера, перемещаемый мышкой по изображению.

Нельзя не отметить также значительный воспитательный эффект. В самом деле, на уроке школьники не только видят новое для них физическое явление, но и осознают неразрывную связь времен: старая электрофорная машина во взаимодействии с современной ИТ-техникой способствуют усвоению метода научного познания при изучении основ физической науки.

Исследование выполнено на базе Федеральной инновационной площадки «Школа учебного физического эксперимента» по проекту «Методология создания и внедрения современных учебных физических приборов и опытов для урочной и внеурочной деятельности по физике в средней школе и в педагогическом вузе» (ХУИА-2024-0030) при финансовой поддержке Министерства просвещения РФ в рамках госзадания, № НИОКТР 1023040600021-1-5.3.1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы. Т. 2. Электричество. Оптика. Физика атома. Пособие для учителей / Под ред. А. А. Покровского. — М.: Просвещение, 1972. — 448 с.
2. Шахмаев Н. М., Каменецкий С. Е. Демонстрационные опыты по электродинамике. Пособие для учителей. — М.: Просвещение, 1973. — 352 с.
3. Аппарат проекционный универсальный с оптической скамьей для физических кабинетов модель 1967 года. — М.: Просвещение, 1970. — 16 с.
4. Прибор для демонстрации спектров электрического поля ПДС. Руководство по эксплуатации. — М.: Просвещение, 1979. — 8 с.
5. DroidCam. Use your phone as a webcam! — URL: <https://www.dev47apps.com/> (дата обращения: 29.11.2023).
6. Набор для демонстрации электрических полей. Руководство по выполнению экспериментов. Степанов С. В. ПФ РНПО «Росучприбор», 2001. — 4 с.

Глазовский государственный
инженерно-педагогический
университет имени В. Г. Короленко

Поступила в редакцию 15.02.24.