

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

МЕТОДИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ

378.147:530

НОВЫЕ ДЕМОНСТРАЦИИ ПО ФИЗИКЕ

Ниже дается описание нескольких демонстраций, показанных на публичном вечере, устроенном физическим факультетом Московского государственного педагогического института им. В. И. Ленина 21 апреля 1964 г.

1. ПРИНЦИПЫ ОБРАЗОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ТЕЛЕВИЗОРЕ

Телевизионное изображение на экране электронно-лучевой трубки создается путем последовательного воспроизведения яркости всех элементов (точек) передаваемого рисунка.

Это воспроизведение осуществляется электронным лучом, который пробегает экран по горизонтальным строкам справа налево и сверху вниз, образуя телевизионный растр. Изображение получается вследствие изменения яркости луча во время хода его по строкам в соответствии с яркостью передаваемого рисунка.

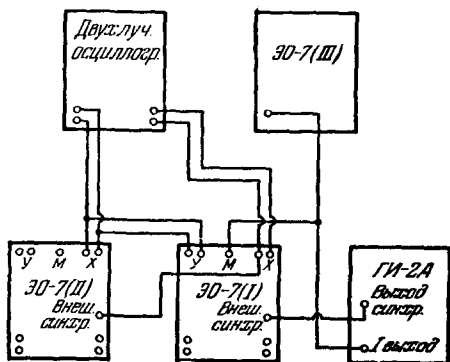


Рис. 1.

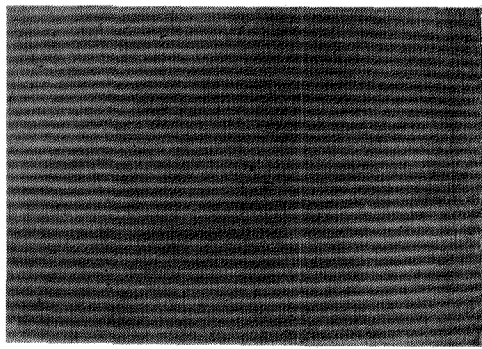


Рис. 2.

Настоящая демонстрация, предложенная доцентом В. С. Эткиным, позволяет при использовании доступных лабораторных приборов показать принцип получения телевизионного растра на экране электронного осциллографа и продемонстрировать изменение яркости луча при прохождении его по строкам и кадрам. Схема демонстрации дана на рис. 1.

В демонстрации использовались следующие приборы:

1. Электронный осциллограф (ЭО-7) — 3 шт.
2. Двухлучевой осциллограф.
3. Генератор импульсов (ГИ-2А).

Картина телевизионного растра наблюдается на экране ЭО-7(I) (рис. 2). Развертка луча по горизонтали осуществляется за счет напряжения генератора развертки этого же осциллографа. В качестве напряжения развертки по вертикали используется пилообразное напряжение генератора развертки ЭО-7(II), которое снимается с его пластин X и подается на пластины Y ЭО-7(I).

Частота развертки ЭО-7(I) соответствует частоте строчной развертки телевизионного растра, а частота развертки ЭО-7(II) — частоте развертки растра по кадрам.

С целью синхронизации этих напряжений X -пластины ЭО-7(I) подключаются к клеммам «внеш. синхронизация» ЭО-7(II). Отношение периодов кадровой и строчной разверток устанавливают порядка 20—30. Для визуального сравнения периодов этих разверток напряжение с X -пластин ЭО-7(I) и ЭО-7(II) подается на входы двухлучевого осциллографа (рис. 3). Чтобы наблюдать изменение яркости луча, на клемму «засвет» ЭО-7(I)

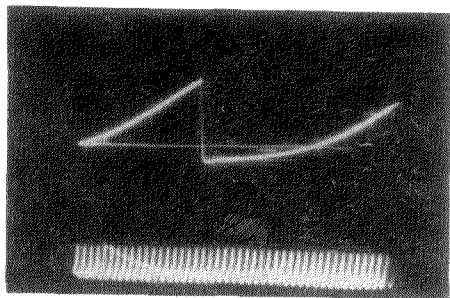


Рис. 3.

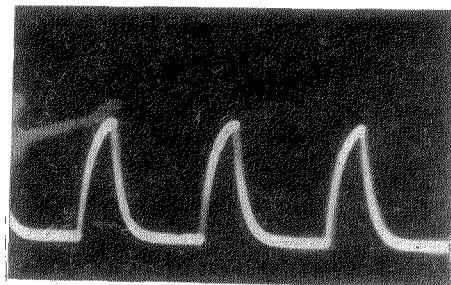


Рис. 4.

подается напряжение с выхода 1 генератора импульсов ГИ-2А. Поступающие с этого генератора импульсы наблюдаются на экране ЭО-7(III) (рис. 4); они изменяют яркость

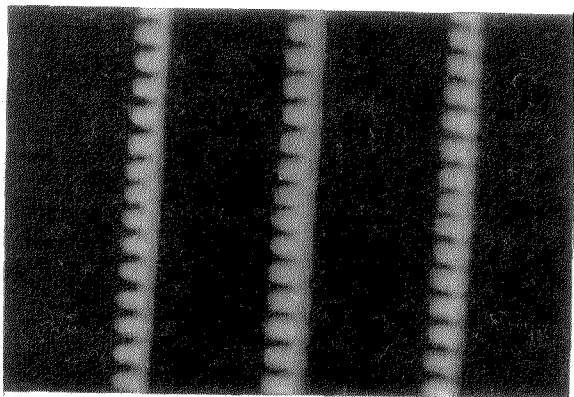


Рис. 5.

луча во время перемещения его по строке. Если периоды импульсов и строчной развертки кратны, то затемнение луча начинается в определенный момент периода строчной развертки, и на экране наблюдается четкая картина вертикальных темных полос (рис. 5).

2. ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ЗАРЯДКЕ ЕМКОСТИ ЧЕРЕЗ ЦЕПЬ С ИНДУКТИВНОСТЬЮ

Использование осциллографа типа С1-4, имеющего на входе усилитель постоянного напряжения и экран которого обладает свойством послесвечения, позволяет наблюдать процесс зарядки конденсатора от источника постоянного напряжения и разрядки его через индуктивность и сопротивление. Схема установки приведена на рис. 6.

В положении ключа 1—2 конденсатор заряжается от источника постоянного напряжения. Вследствие инерционных свойств индуктивности и наличия сдвига фаз между напряжением на конденсаторе и током в цепи на конденсаторе возникают колебания напряжения вокруг значения, равного напряжению постоянного источника. Колебания носят затухающий характер. Величина затухания зависит от сопротивления. Частота колебаний зависит от емкости. На рис. 7, а — в показаны колебания

напряжения при различных сопротивлениях и емкостях (индуктивность в опыте не меняется).

При положении ключа 1—3 происходит разрядка конденсатора по закону, подобному зарядке (рис. 8).

При отсутствии индуктивности оба процесса происходят без колебаний (рис. 9).
Данную демонстрацию полезно сопровождать показом механической аналогии.

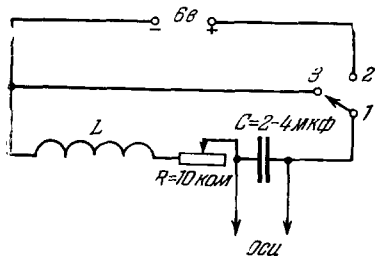


Рис. 6.

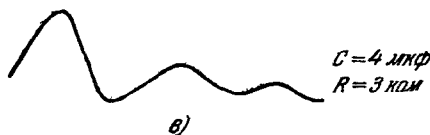
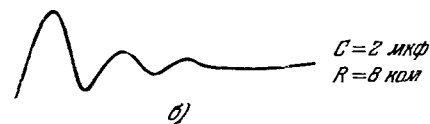
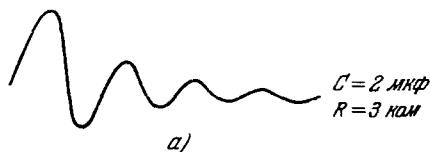


Рис. 7.

Если на пружину с грузом подействовать некоторой постоянной силой, то конец пружины не сразу займет новое положение равновесия, а за счет инерционных свойств



Рис. 8.



Рис. 9.

пружины будет совершать колебания относительно нового положения равновесия, что и является механической аналогией зарядки конденсатора.

3. ЗОННАЯ РЕШЕТКА ДЛЯ АКУСТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

В известной демонстрации «Зонная решетка в акустических волнах» («Успехи физических наук», т. 82, стр. 166, 1964 г.) индикатором действия решетки является электронный осциллограф, который регистрирует увеличение амплитуды звуковых колебаний, если фронт звуковой волны проходит через зонную решетку.

Методически интереснее эффект действия зонной решетки в акустических волнах наблюдать непосредственно на слух, отмечая изменение громкости звука при действии зонной решетки. Для этого предлагается схема, приведенная на рис. 10.

Решетка работает в звуковых волнах длиной 3 см ($f = 10$ кГц). Колебания этой частоты снимаются с микрофона M , усиливаются и модулируются колебаниями более низкой частоты ($f = 600-800$ Гц), которые поступают на модулирующую схему с генератора звуковых колебаний ГЗ-1.

Амплитудно-модулированный сигнал снимается с контура L_2C_2 , настроенного на несущую частоту 10 кГц, а затем детектируется детектором D_2 . На цепочке R_3C_3 выделяется сигнал низкой частоты, усиливается и поступает на динамик.

Мощность воспроизводимых звуковых колебаний несущей частоты очень мала, так как рабочий диапазон передающего динамика — до 6 кГц. Поэтому звучание передающего динамика не мешает наблюдению. Наличие зонной решетки приводит

к увеличению амплитуды несущей частоты, а это, в свою очередь, ведет к увеличению амплитуды детектированной низкой частоты, которая воспроизводится динамиком на выходе схемы. Так как эта частота попадает в рабочий диапазон динамика,

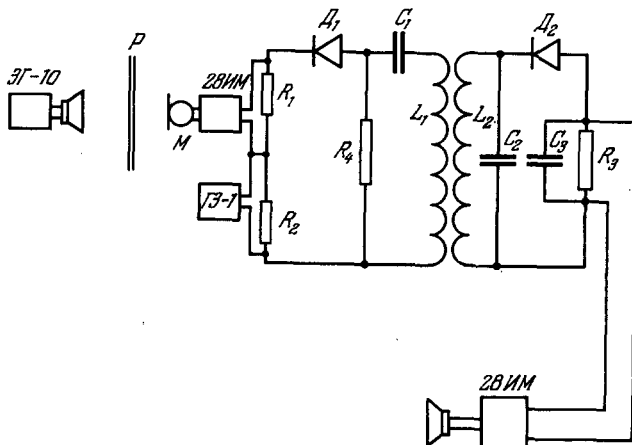


Рис. 10.

мощность воспроизводимых звуковых колебаний данной частоты достаточно велика, что и позволяет наблюдать эффект на слух.

Эта же решетка может быть использована для работы с электромагнитными волнами длиной 3 см ($f = 10^{10}$ гц), причем прием ведется на осциллограф.

4. СВОБОДНЫЕ ОСИ НЕСИММЕТРИЧНОГО ТЕЛА

Устойчивое вращение несимметричного твердого тела вокруг свободной оси, относительно которой момент инерции данного тела наибольший, можно наблюдать на следующем опыте, представляющем расширение известного опыта с симметричными телами.

Латунный стержень подвешивается на тонкой длинной нити к оси вертикально расположенного электрического двигателя так, чтобы продолжение нити шло вдоль оси стержня.

Первоначальное вращение вокруг этой оси не является для стержня устойчивым, поэтому стержень при вращении постепенно располагается в горизонтальной плоскости, вращаясь вокруг свободной оси, относительно которой момент инерции будет наибольшим.

Меняя распределение массы вдоль оси стержня (на один конец стержня насаживается массивная шайба), наблюдают изменение положения свободной оси.

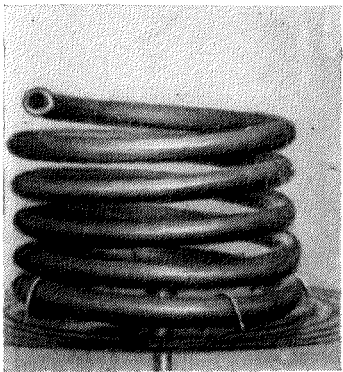


Рис. 11.

5. МОДЕЛЬ ОПЫТА ТОЛМЕНА

На центробежной машине с вертикальной осью укрепляется металлический или стеклянный змеевик (рис. 11), открытый с верхнего конца и наполненный подкрашенной водой; он имитирует толменовскую катушку. Машина приводится от руки в медленное ($1 - 2$ об/сек) вращение и затем резко тормозится. Выплескивающаяся из змеевика струя жидкости имитирует движение электронов проводимости.

6. МОДЕЛЬ ОПЫТА ШТЕРНА—ГЕРЛАХА

Между полюсами электромагнита помещается нижний конец стеклянной трубки, по которой падают, скользя по ее стенкам, маленькие магнитные стрелки длиной 35 мм (из набора для демонстраций по магнетизму). Пройдя магнитное поле, стрелки

попадают на горизонтальную поверхность, покрытую марлей или ватой, что позволяет фиксировать места падения стрелок. Демонстрируются три варианта опыта:

а) Если диаметр трубки больше длины стрелок, а полюса магнита достаточно широки, чтобы поле можно было считать однородным, упавшие стрелки располагаются беспорядочно под отверстием трубки.

б) Если поле не однородно (для этого один из полюсов выполняется в виде небольшого конуса), то наряду со стрелками, упавшими почти против отверстия, наблюдается более или менее симметричный разброс в обе стороны от оси трубки.

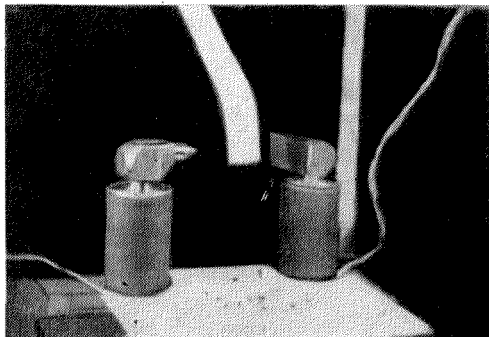


Рис. 12.

в) Если же взять трубку столь малого диаметра, что стрелки скользят по ней, располагаясь вдоль ее оси (этим имитируется ориентация спинов), то, пройдя неоднородное поле, стрелки располагаются двумя резко очерченными группами по обе стороны от отверстия трубки (подобно атомам в опыте Штерна—Герлаха).

Разумеется, при скольжении по трубке часть стрелок должна двигаться северным полюсом вперед, часть — южным. Достаточная наглядность опыта достигается при использовании 15—20 стрелок. Демонстрация требует некоторой, сравнительно несложной, наладки. Примерное расположение деталей опыта дано на рис. 12.

Н. Н. Малов и А. Н. Козлова

