

К. А. КАСАТКИН

НАТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЭМС–АКСЕЛЕРОМЕТРА КАК ЧАСТЬ МЕТОДИКИ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Предложена натурная модель МЭМС–акселерометра, обеспечивающая экспериментальное изучение физических принципов этого датчика. Изложены идеи построения методики формирования физического мышления учащихся при изучении МЭМС–акселерометра.

Ключевые слова: физическое мышление, робототехника, МЭМС–акселерометр.

Одним из признаков развитости физического мышления учащихся является умение объяснять физический принцип действия некоторого технического устройства, например датчика. Умение это выражается, в частности, в готовности предложить натуральный эксперимент, который отражал бы физическую сущность явления, лежащего в основе работы устройства [1].

МЭМС–датчики, или датчики, созданные по технологии микроэлектромеханических систем, широко используются в роботостроении, в том числе в конструкциях учебных роботов. Одним из таких датчиков является акселерометр, например, модель *ADXL 335*. Миниатюрная микросхема датчика находится в корпусе квадратного сечения со стороной около 5 мм. Внутри микросхемы расположены две системы пластин, образующих микроскопический конденсатор: одна система неподвижно закреплена на корпусе, а вторая — подвижна. При движении объекта, на котором закреплен датчик, одна система пластин смещается относительно другой, что приводит к изменению емкости конденсатора. По этому изменению электронная часть датчика измеряет ускорение. Подобные датчики используют, например, в мобильных устройствах для определения их ориентации в пространстве относительно гравитационного поля.

Моделью емкостного акселерометра может служить следующая конструкция: две металлических пластины в форме сектора круга надевают на общую ось так, чтобы их плоскости были параллельны. На одну пластину наклеивают пленку, изолирующую ее от другой пластины. Цилиндрическая ось из диэлектрика жестко скреплена с первой пластиной, а для второй является осью свободного вращения. Когда одну пластину поворачивают в вертикальной плоскости, вторая пластина из-за действия силы тяжести остается в равновесии. Однако

при этом площадь перекрытия пластин меняется пропорционально углу поворота. Емкость конденсатора измеряют с помощью цифрового мультиметра [2].

Учащиеся, изучая предложенную модель в натурном эксперименте, более глубоко понимают физические основы принципа действия современных микроэлектронных датчиков ускорения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вараксина Е. И., Касаткин К. А., Майер В. В. Развитие физического мышления учащихся при изучении элементов робототехники: учебное исследование инфракрасного датчика расстояния // Физика в школе. — 2015. — № 8. — С. 28–36.
2. Вараксина Е. И., Майер В. В. Учебное исследование плоского конденсатора // Учебная физика. — 2013. — № 4. — С. 16–20.

Глазовский государственный
педагогический институт

Поступила в редакцию 13.01.16.

О. Г. РЕВИНСКАЯ, Н. С. КРАВЧЕНКО

МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ИЗУЧЕНИЯ ЗАКОНОВ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Проанализирована традиционная методика экспериментального изучения законов идеального газа в курсе общей физики, в которой уделяется внимание преимущественно адиабатическому процессу. Предложена модель и методика исследования изотермического, изохорного, изобарного и политропного процессов изменения состояния идеального газа, а также первого начала термодинамики в рамках одной лабораторной работы.

Ключевые слова: физическая модель, законы идеального газа, компьютерная лабораторная работа, натурная лабораторная работа.

В традиционной методике преподавания курса общей физики экспериментальное изучение идеального газа базируется в основном на исследовании адиабатического расширения (сжатия) газа при давлениях, близких к атмосферному (при атмосферном давлении практически все газы ведут себя как идеальные). Лабораторные работы по изучению изотермических, изохорных, изобарных процессов в физическом практикуме вузов, как правило, отсутствуют [1, 2]. Это обстоятельство затрудняет процесс овладения студентами таким фундаментальным понятием, как идеальный газ.

Для изучения изотермического, изохорного, изобарного процессов в курсе общей физики можно воспользоваться изогнутой *s*-образной

трубкой, один конец которой открыт, а другой запаян. Разместив такую трубку в вертикальной плоскости и налив достаточное количество жидкости, можно по разности уровней жидкости в вертикальных отрезках трубки определять и давление, и объем газа, находящегося в запаянном конце трубки. Эта модель получена в результате модернизации модели опыта Бойля–Мариотта. Как и в опыте Бойля–Мариотта, в предложенной нами модели, можно изучать изотермическое сжатие газа, доливая жидкость в трубку. В этом исследовании изменение состояния идеального газа происходит не за счет подведения к газу теплоты, а за счет работы, совершаемой внешними силами. Измерив положение уровней жидкости в трубке для разных состояний газа, можно не только определить термодинамические параметры каждого состояния, но и рассчитать работу, совершаемую газом, а также работу, совершаемую внешними силами по перемещению жидкости в трубке. Согласно первому началу термодинамики газ и внешние силы должны совершать одинаковую (по модулю) работу. В этом студенты на данной модели смогут легко убедиться.

Чтобы на данной модели изучать не только изотермический (как в опыте Бойля–Мариотта), но и изохорный и изобарный процессы, необходимо одновременно с добавлением жидкости в трубку нагревать ее запаянный конец, поддерживая либо постоянное давление, либо постоянный объем газа. Если при нагревании газа жидкость в трубку не добавлять, то можно на той же модели исследовать процесс, близкий к политропному.

Таким образом, предложенная модель позволяет организовать изучение изотропных и политропных процессов изменения состояния идеального газа в лабораторном практикуме курса общей физики в рамках одной лабораторной работы. Для отработки методики авторами разработана компьютерная лабораторная работа «Законы идеального газа», в которой реализована данная модель экспериментальных исследований. Виртуальный характер данной работы позволяет проводить измерения в идеальных условиях, в частности избежать потерь тепла при нагревании (охлаждении) газа. Разработанная авторами методика выполнения данной лабораторной работы позволяет студентам получить экспериментальный материал не только для исследования изотропных и политропных процессов изменения состояния идеального газа, но и изучения первого начала термодинамики, а также для определения теплоемкости газа. Работа предлагает студентам широкий спектр газов для изучения. Предложенная авторами модель и методика изучения законов идеального газа может быть положена в основу разработки натурной лабораторной работы, базирующейся на той же модели [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Гринкруг М. С., Вакулюк А. А. Лабораторный практикум по физике: Учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2012. — 480 с.
2. Кортнев А. В., Рублев Ю. В., Куценко А. Н. Практикум по физике. — М.: Высшая школа, 1965. — 568 с.

3. Ревинская О. Г., Кравченко Н. С. Концепция развития лабораторного практикума по общей физике на основе дидактической модели научных экспериментальных исследований // Инновации в образовании. — 2014. — № 1. — С. 93–106.

Национальный исследовательский
Томский политехнический
университет

Поступила в редакцию 14.01.16.

А. А. САБИРЗЯНОВ, В. А. СЕМЕРИКОВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖК–МОНИТОРА В ОПЫТАХ ПО ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА

Предлагается использовать исправный или списанный ЖК–монитор для опытов по поляризации света.

Ключевые слова: ЖК–монитор, демонстрационный эксперимент, поляризация света.

В составе ЖК–монитора имеются плоские стеклянные пластины, между которыми тонкий слой жидких кристаллов, с боков две поляризационные пленки, а также устройство подсветки. Плоскости поляризации этих пленок (или фильтров) взаимно перпендикулярны. Свет от устройства подсветки проходит через первую поляризационную пленку, затем через жидкие кристаллы, за счет чего плоскость поляризации поворачивается на 90° . Благодаря этому свет проходит через вторую поляризационную пленку без потерь. Если не считать поглощения первым фильтром половины неполяризованного света, ячейку можно считать прозрачной. Если же к электродам приложено напряжение, то молекулы жидких кристаллов перестраиваются, что приводит к непрозрачности ячейки. Варьируя напряжение, можно управлять степенью прозрачности.

Описанная схема напоминает классическую схему изучения поляризации света, в которой также есть два фильтра — поляризатор и анализатор. Между фильтрами можно поместить исследуемый объект: двоякопреломляющее или оптически активное вещество. В качестве источника света обычно используется проекционный фонарь. Свет, вышедший из анализатора, направляют на экран.

В ряде случаев вместо этого стандартного оборудования для демонстрационного эксперимента можно использовать ЖК–монитор или его детали. Рассмотрим примеры.

Часто у монитора выходит из строя устройство подсветки и его списывают. Из него можно извлечь поляризационную пленку. Это первая после устройства подсветки пленка, она является прозрачной. В отличие от нее, пленка, находящаяся снаружи, матовая и сама по себе особой ценности не представляет. Далее, пленку приходится отделять