

$$\frac{2}{3} \left[h^{-3/2} - h_0^{-3/2} \right] = 2b\sqrt{\pi} \int_0^t \frac{dt}{\sqrt{W_t}}$$

где h_0 – толщина слоя в начальный момент времени. Итак, имеем:

$$\frac{1}{h^{3/2}} = \frac{1}{h_0^{3/2}} + 3b\sqrt{\pi}\psi(t) \quad \psi(t) = \int_0^t \frac{dt}{\sqrt{W_t}} \quad \text{или}$$

$$h = \frac{h_0}{\left(1 + 3b\sqrt{\pi}h_0^{3/2}\psi(t)\right)^{2/3}} \quad (3)$$

Значение b найдем из того факта, что к моменту $t=t_1$ площадь пятна увеличится в N раз:

$$\pi R^2 h_{t_1} = W_{t_1} \quad \pi R^2 = N\pi R_0^2 \quad W_{t_1} = N\pi R_0^2 h_{t_1}. \quad \text{Тогда по (2)}$$

$$h_{t_1} = \frac{W_{t_1}}{N\pi R_0^2} = \frac{h_0}{\left(1 + 3b\sqrt{\pi}h_0^{3/2}\psi(t_1)\right)^{2/3}},$$

$$\left(\frac{N\pi h_0 R_0^2}{W_{t_1}}\right)^{3/2} = 1 + 3b\sqrt{\pi}h_0^{3/2}\psi(t_1),$$

то есть,

$$b = \frac{1}{3\sqrt{\pi}h_0^{3/2}\psi(t_1)} \left[\frac{N\pi R_0^2 h_0}{\frac{1}{2}W(1+e^{-at_1})} - 1 \right].$$

А поскольку $\pi R_0^2 h_0$ – объем W вылившейся нефти, то получаем

$$b = \frac{1}{3\sqrt{\pi}h_0^{3/2}\psi(t_1)} \left[\frac{2 \cdot N}{1 + e^{-at_1}} - 1 \right] \quad \psi(t) = \int_0^t \frac{dt}{\sqrt{W_t}} \quad (4)$$

Формулы (1)-(4) определяют радиус пятна и его толщину в текущий момент времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Войтов В.И., Монин А.С. “Черные приливы”. М.: Молодая гвардия, 1984, с.160.
2. J.A.Fay “The spread of oil slicks on a calm sea” In: Oil on the sea, Plenum Press. – New-York, 1969, p.53-63.
3. Fay J.A. “Physical processes in the spread of oil on a water surface” In: Proc. of Joint Conf. on prevention and control of oil spills. Washington, 1971 (cit. N8).

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ОБЩЕЙ ФИЗИКЕ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Смирнов В.В.
*Астраханский государственный университет
Астрахань, Россия*

Согласно существующему классификатору групп специальностей, для около 80% присваиваемых квалификаций (из называемых семи сот) физика относится к приоритетным дисциплинам. В качестве одного из требований, предъявляемым выпускникам Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ГОС ВПО), является владение ими экспериментальными умениями, которые естественным образом приобретаются в ходе выполнения лабораторного практикума по общей

физики. Имеющееся в университете лабораторное оборудование в последние годы было пополнено установками немецкой фирмы PHYWE, специализирующейся по производству лабораторно-демонстрационной техники.

Политика приобретения оборудования фирмы PHYWE подчинялась следующим приоритетам. Обеспечение лабораторных практикумов по каждому разделу общей физики необходимым числом рабочих мест. Выполнение на каждой закупленной установке максимально возможного числа упражнений. Закупка установок для воспроизведения классических опытов.

Тяжелое положение с лабораторными установками по атомной физике известно всем, поэтому университетом в первую очередь был закуплен комплект по названному разделу. В него вошли следующие установки.

Установка для воспроизведения опытов Франка-Герца (позволяет реализовать эти классические опыты при различной температуре лампы).

Установка для изучения электронного спинового резонанса.

Установка для нахождения удельного заряда электрона с помощью катушек Гельмгольца.

Установка для исследования спектров одиноатомных газов. Установка позволяет, используя лампу с известными характеристиками, найти характеристики стеклянной призмы – преломляющей угол и дисперсию; характеристики дифракционной решетки. В предположении, что характеристики спектральных приборов известны, возможно исследование излучения условно неизвестных ламп.

Установка для исследования работы водородных ячеек следует отнести в большей степени к демонстрационным, чем к лабораторным.

Установка для исследования дифракции электронов на кристаллических структурах позволяет найти период кристаллической решетки изучаемого вещества.

И, наконец, рентгеновская установка. Данная установка фирмы PHYWE единственная в России. На ней реализован лабораторный практикум по курсам квантовой физики, теории твердого тела, включающий в себя такие лабораторные работы как:

1. Исследование характеристического рентгеновского излучения.
2. Исследование характеристического рентгеновского излучения как функции анодного тока и анодного напряжения.
3. Монохроматизация рентгеновских лучей.
4. Дуплетное расщепление рентгеновского излучения Mo и Fe/тонкая структура.
5. Закон замещения и постоянная Планка.
6. Исследование характеристического рентгеновского излучения различных материалов/закон Мозли.
7. Поглощение рентгеновских лучей.

8. Исследование K- и L-краев поглощения рентгеновского излучения.

9. Исследование структуры монокристалла NaCl.

10. Комptonовское рассеяние рентгеновских лучей.

Другие разделы физики представлены следующими установками.

1. Комплект для изучения прямолинейного движения (Механика).

Позволяет проверить выполнение второго закона Ньютона, измерить скорость, ускорение, силу, а также выполнить проверку законов сохранения энергии и импульса при упругом столкновении, при абсолютно неупругом ударе, при многократном столкновении. Проверка законов движения возможна как на горизонтальной, так и на наклонной плоскости.

2. Комплект для изучения вращательного движения позволяет найти момент инерции тела, угловое ускорение, центробежную силу, действующую на тело. В комплект также входит установка для изучения гироскопа и установка для изучения маятника Максвелла.

3. Комплект оборудования «Эксперименты с ультразвуком».

В базовый набор этого комплекта входят излучатель и приемник ультразвука с соответствующими блоками. Закупка ряда дополнительных элементов, незначительно увеличивающая стоимость комплекта, позволяет реализовать следующие упражнения. Это получение стоячей волны; определение длины стоячей волны; изучение поглощения волн, дифракции волн от различных препятствий, краевой дифракция, интерференции волн от двух источников, интерференции волн на зеркале Ллойда. Возможность измерения скорости ультразвука позволяет исследовать закономерности эффекта Доплера.

Комплект имеет блок сопряжения с компьютером Cobra 3, позволяющей выводить на экран монитора результаты обработки эксперимента в реальном масштабе времени.

Молекулярная физика и термодинамика представлена следующими установками.

1. Установкой для проверки основного уравнения МКТ идеального газа с блоком сопряжения с компьютером Cobra 3.

2. Установка позволяет реализовать упражнения по нахождению коэффициента теплового расширения, универсальной газовой постоянной, по проверке законов Бойля-Мариотта, Шарля, Гей-Люссака.

3. Установка для исследования работы двигателя Стирлинга выполнена как отдельная работа.

Электричество представлено установкой для проверки закона Кулона и комплектом для проведения опытов по электричеству с возможностью сопряжения с компьютером. Комплект позволяет провести изучение закона Ома, явле-

ние электромагнитной индукции, измерение емкости конденсатора и индуктивности катушки по токам замыкания, изучение проводников второго рода, изучение вольтамперных характеристик полупроводниковых элементов, изучение температурной зависимости сопротивления резисторов и полупроводников элементов.

Три оптические скамьи, фактически три рабочих места по оптике, укомплектованные дополнительными элементами, позволяют реализовать выполнение следующих упражнений.

По теме: «Интерференция света»: интерференция света при помощи бипризмы Френеля и зеркала Френеля; определение фокусных расстояний зонной пластиинки; определение длины волны спектральных линий при помощи интерферометра Майкельсона; определение показателя преломления воздуха и CO_2 с помощью интерферометра Майкельсона.

По теме: «Дифракция света»: измерение распределения интенсивности от дифракционных щелей; дифракция света от щели и краевая дифракция; изучение интенсивности света прошедшего через периодические препятствия; изучение интенсивности света прошедшего через различные препятствия; изучение интенсивности света прошедшего через двойные щели; изучение интенсивности света, полученного в результате дифракции от щели и полосы.

По теме: «Поляризация света»: определение типа поляризации света; изучение законов Малюса.

Анализируя опыт использования оборудования фирмы PHYWE, можно отметить следующее. Не смотря на достаточно высокую цену отдельных установок или комплектов оборудования, соотношение «цена-качество» для университетов является приемлемым. Установки, предназначенные для реализации классических опытов (например, опытов Франка-Герца, Кулона и др.), являются малофункциональными, т.е. действительно позволяют выполнить только названные опыты в отличие от комплектов оборудования, возможности которых в большинстве случаев превосходят возможности, заявленные в рекламных проспектах.

В заключении отметим, что опыт работы по сотрудничеству с зарубежными производителями учебного и научного оборудования был одобрен в решении совместного заседания секции «Физика в педагогических вузах» НМС по физике Министерства образования и науки РФ и Учебно-методических комиссий по физике УМО по специальностям и УМО по направлениям педагогического образования, проходившем в Астраханском государственном университете 5-7 октября 2006 года.

ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ТЕОРИЯ ГРУПП В СИСТЕМЕ DEDUCTIO

Тарушкин В.Т., Тарушкин П.В., Тарушкина Л.Т., Юрков А.В.

Санкт-Петербургский государственный
университет
Санкт-Петербург, Россия

В соответствии с системой Deductio [1] приводятся результаты моделирования на ЭВМ доказательств элементарной теории абелевых групп, изучавшейся в курсе “Дискретная математика” факультета ПМ – ПУ СПбГУ. Доказаны автоматически формализованные теоремы: T1. |- (a + b) + c = a + (b + c), (6); T2. |- a + b = b + a, (4); T3. |- a + 0 = a, (1); T4. |- a + (- a) = 0, (1); T5. |- (- a) + a = 0, (3); T6. |- 0 + a = a, (4); T7. |- a + x = a \supseteq x = 0, (26); T8. |- x + a = a \supseteq x = 0, (3); и другие. Здесь, например, T2. |- a + b = b + a, (4) обозначает теорему номер два (закон коммутативности), доказательство которой на ЭВМ автоматически нумеруется 10-ю формулами, из которых только 4 непосредственно задают её вывод в то время как 6-ю формулами нумеруются аксиомы, знак доказуемости |- и формула, которую нужно доказать. Если в качестве групповой операции выбрано умножение, то наличие приведенных выше формализованных доказательств позволяет без труда получить теоремы: T1'. |- (ab)c = a(bc), T2'. |- ab = ba, T3'. |- a 1 = a, T4'. |- a a⁻¹ = 1, T5'. |- a a⁻¹ a = 1, T6'. |- 1 a = a, T7'. |- a x = a \supseteq x = 1, T8'. |- x a = a \supseteq x = 1 и другие. Если вместо T4' (T5' соответственно) взять в качестве аксиом a ≠ 0 \supseteq a a⁻¹ = 1 и добавить закон дистрибутивности a (b+c) = ab + ac, то получим поле с выделенными в нём теоремами теории групп, а если ещё добавить аксиомы дифференцирования [2] D(a+b) = Da + Db, Dab = a Db + b Da, то получим теорию DF дифференциальных полей, основной изучаемой моделью которой является поле мероморфных функций комплексного переменного. Когда к теории добавляется уравнение Абеля, определяющее алгебраические функции, а также уравнение [2] Dx = Du/y, задающее логарифм и экспоненту, то это позволяет ввести элементарные функции, а классификация Лиувилля этих функций позволит построить счетное множество дифференциальных алгебр, простейшей из которых будет ({ sh x, ch x }, D). К алгебрам присоединяется и изучается операция интегрирования [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Смирнов В.А., Маркин В.И., Новодворский А.Е., Смирнов А.В. Логика и компьютер, Вып. 3. Доказательство и его поиск. – М.: Наука, 1996. – 255 с.
2. Дэвенпорт Дж. Интегрирование алгебраических функций. – М.: Мир, 1985. – 190 с.