

*Бессонов Александр Александрович,
Дергобузов Константин Алексеевич*

ПАКЕТ МОДЕЛИРУЮЩИХ ПРОГРАММ «ФИЗИКА АТОМА И ЯДРА»

Мы считаем, что в центре процесса обучения должна находиться самостоятельная познавательная деятельность обучающегося, при этом самостоятельное приобретение знаний не должно носить пассивный характер.

Нам представляется, что пакет моделирующих программ «Физика атома и ядра» отвечает этим положениям. Он предназначен для:

- а) использования в качестве виртуальной лаборатории при проведении физического практикума по атомной и ядерной физике в вузе;
- б) компьютерной поддержки реальных лабораторных работ;
- в) проведения факультативных и лабораторных занятий в средних учебных заведениях;
- г) самостоятельной и/или исследовательской работы учащихся.

Поскольку программы выполнены в виде веб-страниц, пакет может быть использован в качестве составной части при дистанционном образовании. Он может быть полезен и лицам, по тем или иным причинам лишенным возможности передвижения (инвалиды, длительно болеющие учащиеся и т. д.).

Программы являются своеобразным тренажером для развития физической ин-

туиции, создания наглядных образов и представлений по изучаемым вопросам физики микромира. Пакетом программ предусмотрено проведение компьютерных экспериментов и выполнение системы заданий. Учащийся получит для самостоятельного решения задачи теоретического и практического плана по каждой учебной теме. Программы предусматривают краткое изложение теории по изучаемым темам.

Многие моделируемые опыты нельзя провести в учебной лаборатории по соображениям радиационной безопасности. Во всех опытах с микрочастицами мы подчеркиваем случайный характер процессов в микромире: при неизменных параметрах установок показания детектора меняются от опыта к опыту.

Единый интерфейс делает привычной работу с пакетом уже со второго включения. Мы предполагаем, что на компьютере установлен Internet Explorer версии не ниже 4.0 и включена поддержка Java-апплетов.

В пакет программ «Физика атома и ядра» входят:

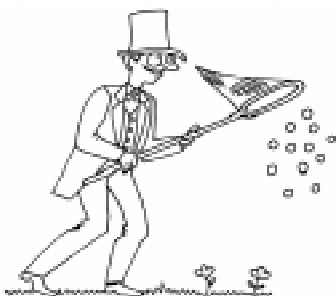
1. Опыт Франка и Герца.

Учащийся работает с компьютерной моделью установки в известном опыте Франка и Герца по измерению вольт-амперной характеристики триода, напол-



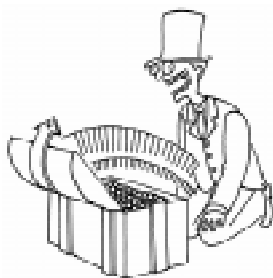
ненного парама металла. По результатам измерений надо найти первый потенциал возбуждения атома какого-либо вещества (задаваемого случайным образом) и энергетические уровни атома. Учащийся получает и исследует спектр некоторых элементов.

2. Рассеяние частиц и строение атома.



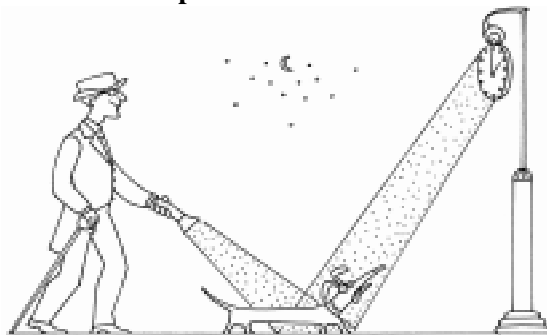
Результатом работы с компьютерной моделью классического опыта Резерфорда с α -частицами и последующих вычислений должно стать убеждение, что в центре атома находится положительно заряженное ядро, вокруг которого движутся электроны. На основе опыта по рассеянию электронов делается заключение о характере движения электрона в атоме водорода, отличном от орбит Бора.

3. Излучение атомов водорода.



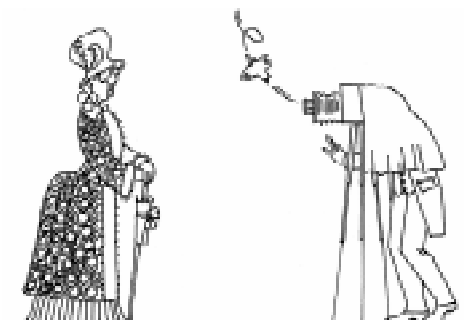
Исследуя спектр возбужденных атомов водорода (и водородоподобных ионов), учащийся научится связывать изменения энергетического состояния атома с частотой испускаемого излучения, поймет, что причина возникновения серий Лаймана, Бальмера, Пашена и т. д. – дискретность атомных состояний.

4. Лазер.



Сначала учащийся познакомится со свойствами спонтанного и вынужденного излучений. Во втором упражнении поймет, как можно создать среду с инверсной населенностью уровней. В процессе юстировки He-Ne лазера (третье упражнение) выясняются все необходимые условия для получения лазерного излучения.

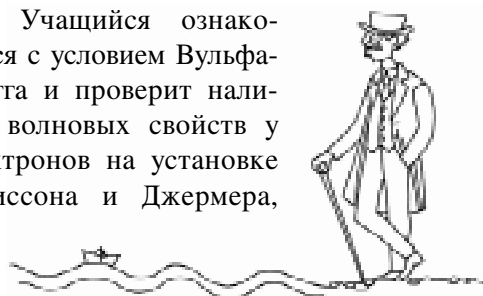
5. Фотоэффект. Эффект Комптона.



Учащемуся предоставляются широкие возможности для экспериментального изучения законов внешнего фотоэффекта (исследование вольт-амперной характеристики различных фотокатодов, проверка закона Столетова) и эффекта Комптона. Выполнение упражнений послужит основой для понимания квантовых свойств излучения.

6. Волновые свойства частиц.

Учащийся ознакомится с условием Вульфа-Брэгга и проверит наличие волновых свойств у электронов на установке Дэвиссона и Джермера,



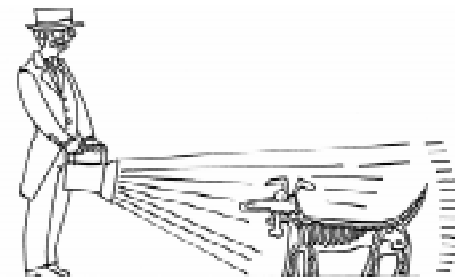
позволяющей измерить угловое распределение отраженных электронов.

7. Радиоактивный распад.



В ходе выполнения первого упражнения учащийся проверяет соотношение масс делящегося ядра и осколков. Затем он исследует изменение массового числа и порядкового номера элемента при α - и β -распадах, а при выполнении третьего упражнения убедится в случайном характере распада. Заключительное упражнение посвящено эксперименту по активации образцов и измерению периода полураспада. Учащийся экспериментальным путем должен определить, атомы какого вещества использованы в эксперименте.

8. Проникающая способность излучений.

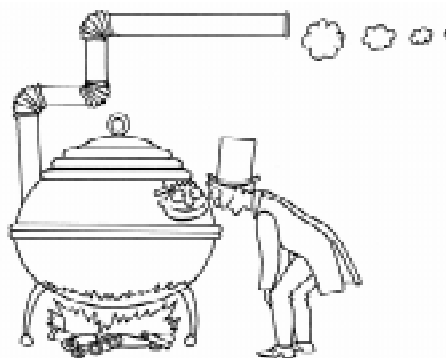


В опытах по этой теме присутствует игровой момент. На экране четыре одинаковых контейнера, один из которых содержит α -источник, другие β -, γ - и нейтронный источники. Поочередно устанавливая их на рабочее место и измеряя число частиц, достигающих детектора, следует определить тип излучателя. Между источником и детектором можно помещать фольгу из полиэтилена, алюминия или свинца. Проведя измерения зависимости

числа зарегистрированных частиц от толщины поглотителя, легко убедиться, что проникающая способность тяжелых альфа-частиц ограничивается сотыми долями миллиметра полиэтилена, гамма-излучение заметно ослабляется только свинцовыми фольгами толщиной несколько миллиметров, а нейтроны проходят практически без ослабления все имеющиеся в наборе материалы.

Сложнее второе задание – имеется набор из 7 радиоактивных изотопов. Среди них есть излучатели только одного вида частиц – α , β , γ или нейтроны, а есть – смешанного излучения: $\alpha + \beta$, $\alpha + \gamma$, $\beta + \gamma$, $\alpha + \beta + \gamma$. Для опыта случайным образом отбираются четыре источника. Учащийся должен провести селекцию и определить вид изотопа.

9. Атомный реактор.

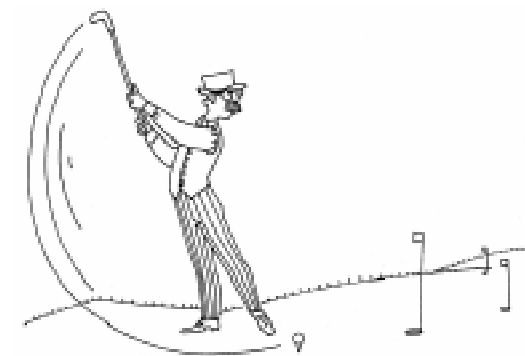


Для понимания процессов в активной зоне реактора важны: изменение массы и заряда ядра при делении тяжелых ядер, влияние величины коэффициента размножения на рост количества нейтронов, судьба нейтрона в реакторе. В ходе выполнения пяти упражнений учащийся должен выяснить условия, необходимые для поддержания стационарной цепной реакции деления ядер и смоделировать физический пуск реактора (см. рисунок 1). В распоряжении экспериментатора есть регуляторы положения урановых стержней в активной зоне и скорости теплоносителя, приборы контроля температуры в активной зоне, мощности реактора и потока нейтронов.



Рисунок 1.

10. Движение частицы в потенциальной яме.



В первом упражнении учащийся сравнивает (с позиций классической и квантовой физики) движения микрочастицы в бесконечно глубокой потенциальной яме шириной a и одновременно на-

блюдает за иллюстрацией одномерного движения частицы.

Во втором упражнении исследуется движение частицы, имеющей массу m , в потенциальной яме шириной a и глубиной U_0 . Учащийся может задавать сам параметры ямы a и U_0 и выбрать тип частицы (электрон, мюон или протон). В ходе упражнения он решает три задачи:

а) ищет разрешенные значения энергии для частицы в яме;

б) строит зависимость энергии уровня от его номера;

в) определяет вероятность обнаружения частицы в интервале $x_1 < x < x_2$. По нашим наблюдениям работа с перечисленными программами интересна учащимся. В компьютерном классе преподаватель может варьировать задания в зависимости от подготовленности учащихся: изменять количество выполняемых опытов, ставить разные задачи, например, провести идентификацию простых радиоактивных источников или источников смешанного излучения, вносить соревновательный элемент при выполнении заданий (достижение максимальной мощности реактора и т. п.).

Демонстрационную версию пакета программ можно получить по адресу: http://www.csu.ru/ourprogram/dka/zip/atomic_d.zip.

*Бессонов Александр Александрович,
канд. физ.-мат. наук, доцент
кафедры общей физики ЧелГУ.*

*Дергобузов Константин Алексеевич,
канд. тех. наук, доцент кафедры
общей физики ЧелГУ.*



Наши авторы, 2002.
Our authors, 2002.