

Серыя "У дапамогу педагогу"
заснавана ў 1995 годзе

Заснавальнік і выдавец — РУП
"Выдавецтва "Адукацыя і выхаванне"
Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь

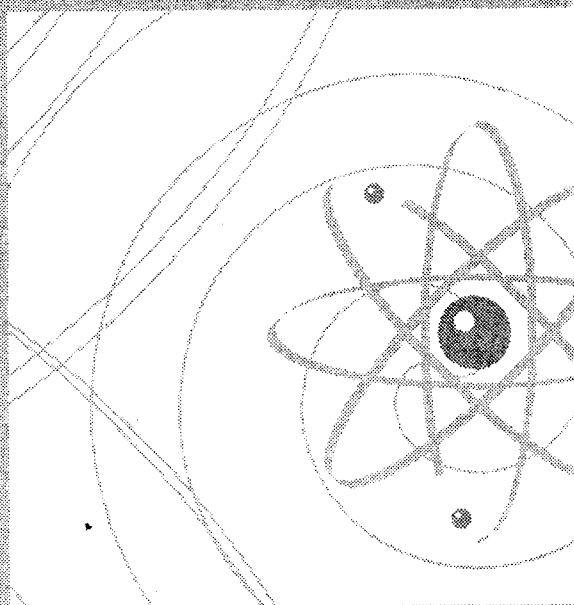
220070, г. Мінск, вул. Будзённага, 21;
тэл.: 297-93-24 (адк. сакратар),
297-93-22 (адзел маркетынгу),
факс: 297-91-49,
<http://www.aiv.by>,
e-mail: aiv@aiv.by

Навукова-метадычны часопіс
Выдаецца з IV квартала 1995 года
Рэгістрацыйны № 433
Выходзіць 6 разоў у год

Фізіка:

праблемы выкладання

4 (57) • 2007



Рэдакцыйная калегія

М. І. ЗАПРУДСКІ — галоўны рэдактар,
кандыдат педагагічных навук, дацэнт
Н. П. ГАРАВАЯ — нам. галоўнага рэдактара
Г. І. КАШЭЎНІКАВА — адказны сакратар
У. А. ГОЛУБЕЎ
Л. А. ІСАЧАНКАВА, кандыдат
фізіка-матэматычных навук, дацэнт
А. А. ЛУЦЭВІЧ, кандыдат педагагічных навук,
дацэнт
У. М. ПАДДУБСКІ
А. І. СЛАБАДЗЯНЮК, кандыдат
фізіка-матэматычных навук, дацэнт

Рэдакцыйная рада

А. П. КЛІШЧАНКА — старшыня,
доктар фізіка-матэматычных навук,
прафесар
С. А. ГУЦАНОВІЧ, доктар
педагагічных навук
І. В. СЕМЧАНКА, доктар
фізіка-матэматычных навук, прафесар
А. П. СМАНЦЭР, доктар педагагічных навук,
прафесар, акадэмік Беларускай акадэміі
адукацыі
В. В. ШАПЯЛЕВІЧ, доктар
фізіка-матэматычных навук, прафесар

БИБЛИОТЕКА
БрГУ им.А.С.Пушкина



ЗМЕСТ

Фізіка ў камп'ютэрным класе

Опыт применения компьютерных технологий для организации самостоятельной познавательной деятельности учащихся

А. Г. Сугакевич

Использование прикладных математических пакетов для создания интерактивных динамических моделей физических явлений

Д. А. Петрукович, А. С. Ивкович

Фізіка ў постацях і датах

О. П. Сухой: ученый и генеральный конструктор

Ю. В. Клеванец

Кансультацыі

Несколько задач по электростатике

Н. И. Чопчиц, И. С. Янусик, Л. Н. Яромская

О понятии "масса"

С. А. Ковалева, Д. И. Арончик

Цепи постоянного тока

Г. И. Петрович

Фізічны эксперымент

Установка для определения влажности воздуха по точке росы

И. И. Жолнеревич, А. Р. Филипп, А. И. Москалев

Пазакласная работа

Неделя физики и математики в сельской школе

А. В. Орехов, Е. Г. Орехова

Астраномія

Учебные наблюдения метеоров

Н. В. Томашевич

Астрономия в Интернете

И. В. Галузо

Нашы аўтары

3

14

21

26

29

31

39

42

49

56

64

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПАКЕТОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

Д. А. Петрукович, А. С. Ивкович

Неизбежность и необходимость информатизации учебного процесса требует пересмотра существующих методик обучения и организации целенаправленной работы по их совершенствованию. Все более широкое распространение приобретает использование информационных технологий в преподавании фундаментальных дисциплин, в частности физики.

Сегодня разработан и находится в продаже целый ряд программных продуктов для обучения физике в школе, для контроля знаний, программы для самостоятельного изучения и др. Часть из них представляет собой репродуктивное изложение материала, в некоторых использованы элементы интерактивного контроля знаний. Главной проблемой является отсутствие общей методики использования таких программных продуктов в процессе обучения. Конечно, идеальной является ситуация, когда будут разработаны программы и методики интегрированного обучения физике на основе информационных технологий и соответствующие программные продукты. Тем не менее при организации направленной подготовки специалистов педагогического профиля возможно создание как учебно-методических комплексов небольшими педагогическими объединениями, так и технологий индивидуального применения самими педагогами.

Одним из направлений такого рода деятельности является создание компьютерных моделей изучаемых тем. Рассмотрим возможности программирования моделей на базе широко известных прикладных математических пакетов (MathCad, Mathematica, Maple и др.), не требующих специальных навыков программирования и изучаемых в общем курсе информатики при подготовке учителей физики.

В работе [1] рассмотрено использование программно-методического комплекса "Алгебра, 10" на уроках математики в школе.

Рассмотрение материала основано на изучении и исследовании запрограммированных и графически проиллюстрированных компьютерных моделей математических объектов. Отмечено, что основными преимуществами компьютерных моделей являются интерактивность и динамичность. В нашем контексте интерактивность модели будет означать возможность автоматического преобразования состояния модели путем изменения входящих в нее параметров, добавления или удаления составных частей. Под состоянием модели понимается ее математически содержательная часть, логические связи, графическая интерпретация. Другими словами, интерактивность — это способность модели к информационной прямой и обратной связи в реальном процессе. Причем важным для процесса обучения является доступность интерактивного воздействия на модель не только учителю, но и ученику. Интерактивная компьютерная модель обладает рядом преимуществ перед физическими, химическими, аналитическими, графическими и другими статическими моделями, построенными с помощью математических приемов. Во-первых, такая модель представляет собой один из элементов динамизации объекта, т.е. пошагового изменения параметров модели и наблюдение за состоянием изучаемого объекта. Это позволяет мысленно создавать "покадровое" преобразование объекта и приближаться к более глубокому пониманию механизмов и форм изменения изучаемого образа. Во-вторых, интерактивность моделей обладает более высокой когнитивной функцией, когда "использование компьютерной графики ведет к обнаружению нового знания благодаря активизации и облегчению работы одного из важнейших познавательных механизмов мышления — способности мыслить "сложными пространственными образами", на символьном, невербальном, интуитивном, образном уровне" [2, с. 157].

В статье [3] отмечается, что использование компьютера имеет ряд преимуществ при проведении лабораторных работ по физике. Действительно, используя компьютер для представления информации, ее хранения и обработки, можно существенно сэкономить время, расширив тем самым познавательную и содержательную часть лабораторной работы; кроме того, реализовать элементы моделирования физических процессов, когда для иллюстрации физического явления предлагается его компьютерная модель. Выполнить такую лабораторную работу можно как на уроке физики в условиях лаборатории вычислительной техники, так и во внеурочное время и даже дома в качестве домашнего задания. Подобное использование компьютерных технологий обладает необычайной привлекательностью для школьников, что серьезно стимулирует познавательную деятельность.

В качестве примера рассмотрим одно из возможных применений интерактивных динамических моделей при изучении темы “Преломление света”, построенных с использованием пакета символьной математики MathCad. К изучению предлагается единый документ, в первой части которого расположены *динамические модели двух лучей света*, проходящих границу раздела двух сред, и *теоретическая информация*, содержащая закон преломления света (рис. 1).

Первая модель представляет луч света, переходящий из оптически менее плотной среды I в оптически более плотную среду II. Во второй модели, наоборот, луч света переходит из оптически более плотной среды II в оптически менее плотную среду I. При этом расположение сред соответствует интуитивным представлениям о плотности сред в природе, поэтому в первый раз луч направляется сверху вниз, а во второй раз — снизу вверх.

В процессе изучения моделей ученикам предлагается самостоятельно менять значения показателя преломления n и угла падения α . При этом автоматически пересчитывается угол преломления луча и в соответствии с этими данными меняется изображение. На этом этапе происходит осмысление сути процесса преломления света и устанавливается представление о механизме этого явления. Главным здесь является формиро-

вание в сознании учеников правильных представлений о физическом процессе, четкое усвоение понятий “угол падения” и “угол преломления”, изучение математического аппарата описания закона. Разделение модели на два случая также немаловажно. Это позволяет обнаружить на начальном этапе изучения и усвоить условия существования полного отражения при падении луча. При изучении математического аппарата описания явления устанавливается общая зависимость между углами падения и преломления (α и β) и показателем преломления в обоих случаях.

Нередко самостоятельная работа ученика приводит к неверным выводам из-за неосмысленного изменения входных данных подобных моделей и требует вмешательства учителя или работы “по команде”. Здесь же реализованы некоторые элементы противодействия этому явлению. Вводя, к примеру, отрицательный угол падения луча или угол, больший прямого, ученик не обнаружит самого изображения, что подтолкнет его к мысли о неправильности действий.

Во второй части документа приведен перечень вопросов для детального изучения процесса преломления света и исследования его математической модели (рис. 2).

Ученик может получить ответы на первые шесть вопросов, анализируя совместно математическую модель явления и изображение картины физического явления, фактически проводя эксперимент. Так, при ответе на второй вопрос можно последовательно увеличивать угол падения луча и получить предельную ситуацию преломления (рис. 3, 4). При этом можно в среде пакета MathCad численно проверить выполнение равенства

$$\sin \alpha \approx \frac{n_2}{n_1} (\sin 49^\circ \approx 0,75),$$
 для чего требуется значение синуса угла β , равное 1, откуда угол $\beta = 90^\circ$.

Все необходимые вычисления ученик может провести в среде пакета (для этого оставлено поле расчетов справа от списка вопросов). Такая работа требует предварительной подготовки учеников и получения навыков работы с программой. Тем не менее способ организации вычислений в пакете MathCad в большинстве случаев не требует специальных команд и синтаксически соот-

Mathcad Professional [Модель Преломление света.mcd]

Файл Переименование Группировка Вставка Формат Математика Ссылки Вид Помощь

Normal Arial 10

ТЕМА: Преломление света

Модель перехода луча света из оптически менее плотной среды I в оптически более плотную среду II (рис 1.1).

Отношение показателей преломления $\frac{n_2}{n_1}$: $\frac{n_2}{n_1} = \frac{3}{2}$

Угол падения луча α (в градусах): $\alpha = 30$

Тогда угол преломления β (в градусах): $\beta = 17.699$

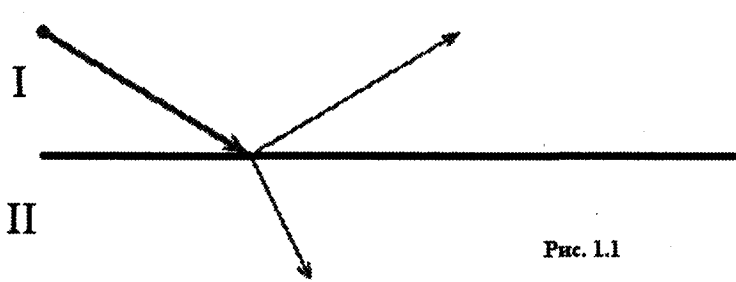


Рис. 1.1

Модель перехода луча света из оптически более плотной среды II в оптически менее плотную среду I (рис 1.2).

Отношение показателей преломления $\frac{n_2}{n_1}$: $\frac{n_2}{n_1} = \frac{3}{2}$

Угол падения луча α (в градусах): $\alpha = 40$

Тогда угол преломления β (в градусах): $\beta = 59.999$

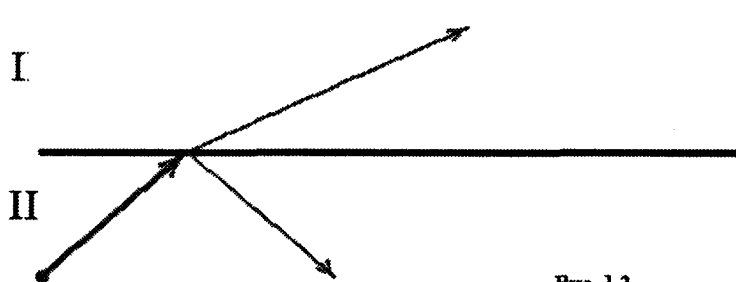


Рис. 1.2

Внимание! В моделях Вы можете изменять значения показателей преломления n_1 , n_2 и угол падения луча α .

Закон преломления световых лучей:

лучи падающий и преломленный лежат в одной плоскости с перпендикуляром, проведенным в точке падения луча к плоскости границ раздела двух сред;

отношение синуса угла падения α к синусу угла преломления β есть величина постоянная для двух данных сред:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

Здесь n_1 , n_2 – абсолютные показатели преломления сред, v_1 , v_2 – скорости света в границах сред, причем $n_1 = \frac{c}{v_1}$, $n_2 = \frac{c}{v_2}$

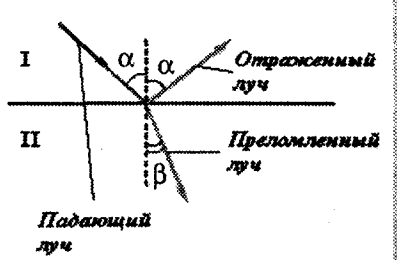


Рис. 1

ветствует названиям математических операций, что упрощает освоение программы.

Установив таким образом прочные связи между физическим смыслом преломления света при прохождении границы раздела двух сред и математической моделью его описания, ученикам предстоит ответить на вопросы шесть и восемь, требующие анали-

за действительного физического явления. При этом восьмой вопрос определяет степень осознания явления преломления света при прохождении среды с постоянно изменяющейся плотностью.

На основании разработанной модели можно организовать следующую лабораторную работу.

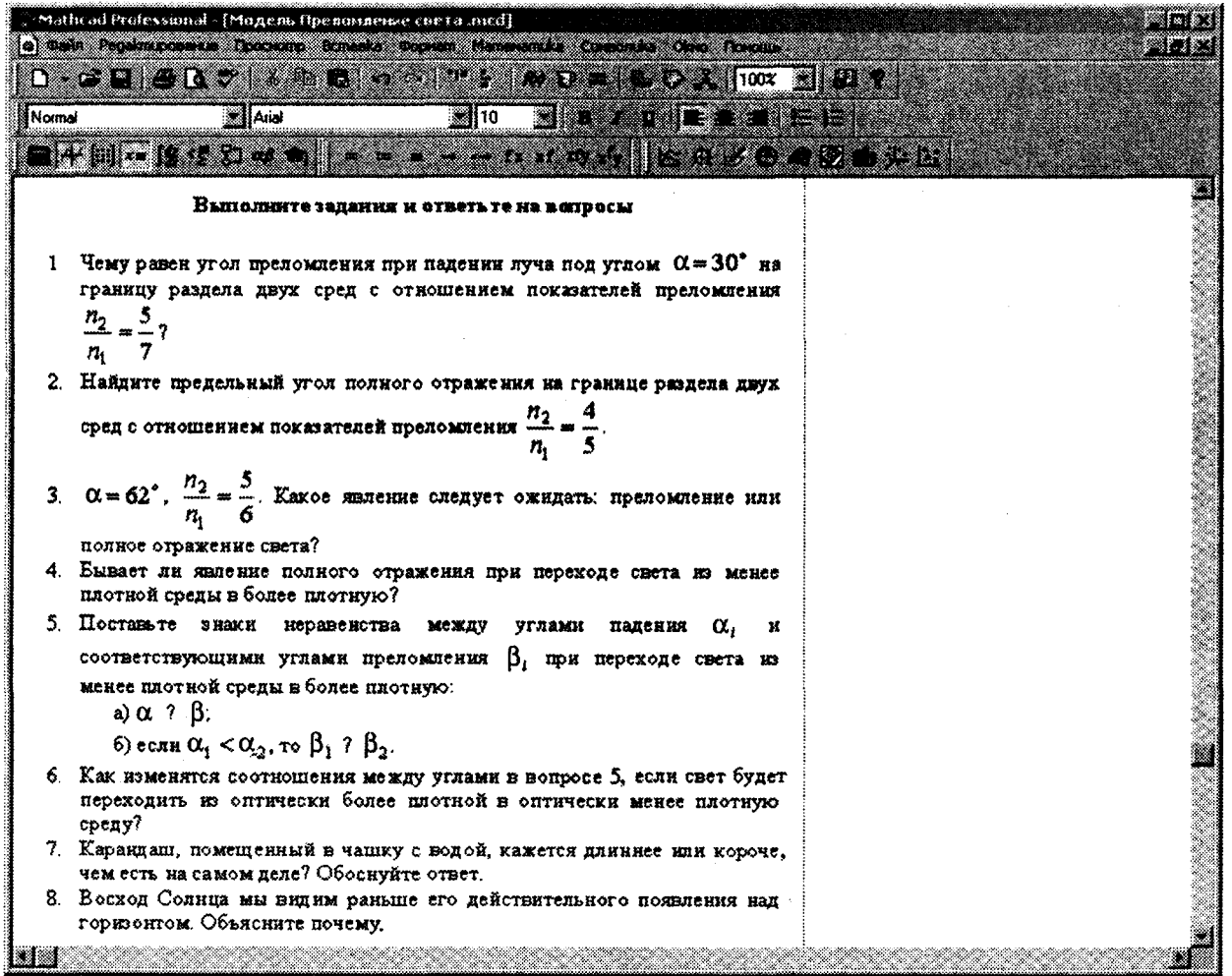


Рис. 2

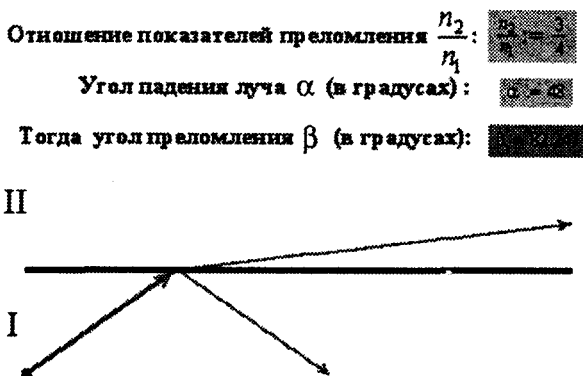


Рис. 3

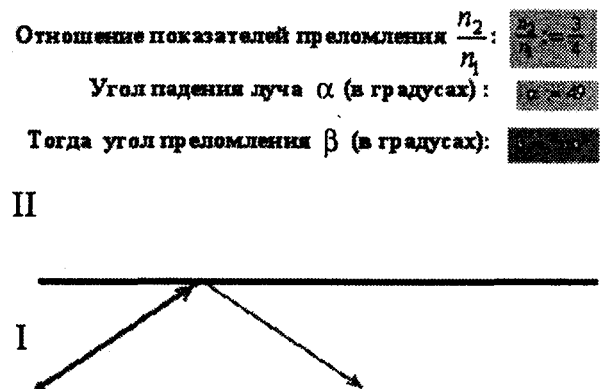


Рис. 4

Лабораторная работа

**Тема: Измерение показателя преломления на границе раздела двух сред.
Нахождение предельного угла полного отражения**

Цель работы: наблюдение преломления света на границе раздела двух сред, измерение показателя преломления, измерение предельного угла полного отражения.

Приборы и принадлежности: компьютер, компьютерная модель преломления света при прохождении границы двух сред.

Вывод расчетных формул:

В соответствии с законом преломления света

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1},$$

где α — угол падения, β — угол преломления, n_1, n_2 — абсолютные показатели преломления сред.

Будем считать, что абсолютный показатель второй среды равен единице: $n_2 \approx 1$. Тогда при переходе луча из оптически более плотной среды в оптически менее плотную ($n_1 > n_2$) для предельного угла полного отражения α_0 угол $\beta_0 = 90^\circ$, т.е.

$$\frac{\sin \alpha_0}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{n_1}, \quad \sin \alpha_0 = \frac{1}{n_1},$$

$$\alpha_0 = \arcsin\left(\frac{1}{n_1}\right).$$

С помощью компьютерной модели можно изучить прохождение света из среды I в среду II и проводить при этом измерение угла

преломления. Для этого введена в рассмотренную систему координат, где граница раздела двух сред совпадает с осью Ox (рис. 5).

Для обработки полученных результатов необходимо использовать электронную таблицу измерений и вычислений в формате MS EXCEL, в которой соответствующим образом заполняются ячейки столбцов A, B, D, E, F и G (рис. 6).

Остальные ячейки таблицы будут заполняться автоматически. Так, для нахождения синуса угла преломления β ячейки столбца H запрограммированы согласно формуле:

$$\sin \beta = \frac{|x_2 - x_1|}{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}}, \quad (1)$$

где $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ — координаты двух точек преломленного луча (рис. 7).

Среднее значение коэффициента преломления $n_{1, \text{cp}}$ вычисляется по формуле:

$$n_{1, \text{cp}} = \frac{n_1 + n_2 + \dots + n_K}{K}, \quad (2)$$

где K — количество проведенных опытов.

Абсолютная погрешность измерений Δn_1 находится по формуле:

$$\Delta n_1 = \frac{|n_{\text{cp}} - n_1| + |n_{\text{cp}} - n_2| + \dots + |n_{\text{cp}} - n_K|}{K}. \quad (3)$$

Порядок выполнения работы

1. Включите компьютер и запустите программу MathCad и EXCEL.

2. Откройте файлы “Лабораторная работа.mcd” (рис. 5), “Таблица измерений и вычислений.xls” (рис. 6).

3. Наблюдайте явление преломления света при прохождении из среды I в среду II. Для изменения угла падения присвойте другое его значение в градусах переменной в подсвеченной области.

$\alpha := 45$

Выбранное значение угла внесите в соответствующую ячейку столбца B таблицы измерений и вычислений.

4. Щелкнув правой кнопкой мыши по области чертежа, выберите команду “Трасси-

ровка” и определите координаты двух точек преломленного луча (рис. 8).

5. Внесите полученные данные в таблицу измерений и вычислений.

6. Проведите опыт не менее 10 раз.

7. Запишите результат измерения показателя преломления в виде:

$$n_1 = n_{1, \text{cp}} \pm \Delta n_1.$$

8. Изменяя значение угла падения, найдите предельный угол полного отражения α_0 .

9. Сравните полученное значение угла полного отражения со значением, получен-

ным из формулы $\alpha_0 = \arcsin\left(\frac{1}{n_{1, \text{cp}}}\right)$.

Лабораторная работа

Тема: Измерение показателя преломления на границе раздела двух сред. Нахождение предельного угла полного отражения

Наблюдайте модель перехода луча света из оптически более плотной среды I (с абсолютным показателем преломления n_1) в оптически менее плотную среду II (с абсолютным показателем преломления n_2).

Угол падения луча α (в градусах): 45

Закон преломления световых лучей:

лучи падающий и преломленный лежат в одной плоскости с перпендикуляром, проведенным в точке падения луча к плоскости границ раздела двух сред;

отношение синуса угла падения α к синусу угла преломления β есть величина постоянная для двух данных сред:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

Здесь n_1, n_2 – абсолютные показатели преломления сред, v_1, v_2 – скорости света в граничащих средах.

Рис. 5

Таблица измерений и вычислений.xls									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	№ опыта	угол α	$\sin \alpha$	x_1	y_1	x_2	y_2	$\sin \beta$	n_1
2									
3									
4	Среднее значение								
5	Абсолютная погрешность измерений								

Рис. 6

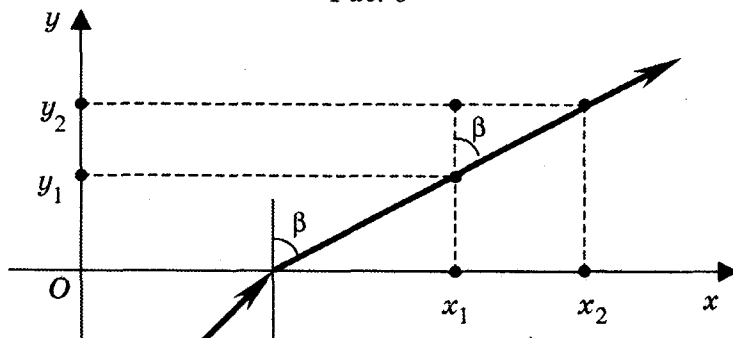


Рис. 7

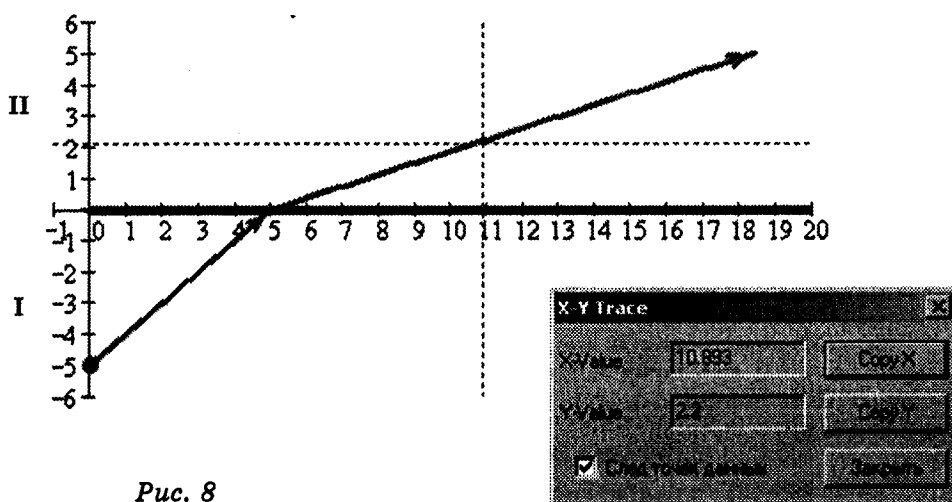


Рис. 8

Вопросы.

1. Какое явление называется преломлением света?
2. Как связан показатель преломления вещества со скоростью распространения света в нем?
3. В чем заключается явление полного отражения света на границе раздела двух сред?

Примечание. В зависимости от уровня подготовки учащихся учитель может предложить им провести программирование ячеек столбцов C , H , I в таблице измерений и вычислений (рис. 6) самостоятельно.

Применение прикладных математических пакетов при обучении физике является частью решения глобальной проблемы информатизации образования. Исследования этого направления работы позволили выделить ряд положительных аспектов. Отметим наиболее существенные из них. Во-первых, применение компьютерных технологий на уроках физики стимулирует познавательную активность и учебную деятельность учащихся, интенсифицирует учебный процесс в целом. Во-вторых, использование интерактивных динамических моделей позволяет сделать компьютер не просто иллюстратором

информации, а еще и средством получения знаний. В-третьих, создавать подобные модели могут сами преподаватели предмета, руководствуясь потребностями процесса обучения или состоянием материальной базы физического кабинета. В подобных условиях хорошо реализуются элементы индивидуального подхода в обучении.

Таким образом, можно прийти к созданию “виртуальной физической лаборатории” или, по крайней мере, стимулировать убежденность учеников в том, что современные физические исследования непременно связаны с использованием компьютерной техники. Конечно, для качественного использования возможностей прикладного математического пакета требуется его более детальное изучение и овладение методикой его применения в будущей профессиональной деятельности. Реализация этого тезиса возможна через использование прикладного математического пакета при изучении математических дисциплин в вузе [4]. Все это требует разработки общей методики использования информационных технологий в обучении и расширения применения компьютера при обучении будущих преподавателей физики в вузе.

Литература

1. *Сергеев, С. И.* Учебные компьютерные модели: новое качество наглядности в обучении математике / С. И. Сергеев // Матэматыка: праблемы выкладання. — 2004. — № 3. — С. 41—43.
2. *Рогановская, Е. Н.* Электронный школьный учебник: теория и практика создания (на примере курса математики) / Е. Н. Рогановская. — Могилев: Изд-во МГУ им. А. А. Кулешова, 2005. — Ч. 1: Методология и технология конструирования. — 176 с.
3. *Плетнев, А. Э.* Лабораторная на EXCELent. Организация лабораторных работ с использованием электронных таблиц / А. Э. Плетнев // Фізика: праблемы выкладання. — 2006. — № 4. — С. 33—36.
4. *Петрукович, Д. А.* Позитивные моменты использования пакета прикладной математики при изучении математических дисциплин в педагогических вузах / Д. А. Петрукович // Веснік Брэсцкага універсітэта. Серыя гуманітарных і грамадскіх навук. — 2006. — № 3(27). — С. 58—62.